

ISSN 2309-5644

Sagasteguiana

Revista Científica en Ciencias Biológicas
Universidad Nacional de Trujillo

Volumen 1

Enero - Junio 2013

Número 1

La revista científica **SAGASTEGUIANA** en honor al insigne botánico peruano Dr. Abundio Sagástegui Alva (1932 - 2012), nace en junio de 2013 como una necesidad didáctico-científica de las diferentes Cátedras de Investigación del Departamento de Ciencias Biológicas y del Herbarium Truxillense (HUT) de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT). Se edita en forma impresa y electrónica, merced al esfuerzo desinteresado de autores y editores, ninguno de los cuales recibe remuneración económica. Tiene como objetivo el difundir estudios originales y de significación de los alumnos, profesionales y profesores de Ciencias Biológicas. Así mismo de personas relacionadas en el campo de las ciencias naturales y de sus aplicaciones tecnológicas: zoología, botánica, ecología, evolución, genética, biotecnología, etc.

La misión fundamental es divulgar el desarrollo de la ciencia y ayudar a los lectores a adentrarse en la complejidad del conocimiento científico; para ello recurrimos a un lenguaje depurado y a una infografía de gran calidad. Otro de los pilares de nuestra labor es el rigor, que logramos mediante una cuidadosa selección de los autores. Esta rica combinación de claridad, rigor y profundidad convierte a nuestros contenidos en una valiosa fuente de información para quienes deseen seguir de cerca el desarrollo de la ciencia y en un excelente material didáctico para la comunidad educativa. Así nuestra vocación es la de prestar un servicio a este complejo mundo de las ciencias biológicas, y por ello ofrecemos nuestros recursos a productores, investigadores y profesionales del medio, y nos ponemos a su plena disposición.

SAGASTEGUIANA se publica semestralmente: Dos números ordinarios (junio y diciembre) y un volumen al año.

El contenido de los artículos es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan los criterios del Comité Editorial

DIRECTOR

JULIO CHICO RUÍZ

COMITÉ EDITORIAL

EDITOR JEFE: JULIO CHICO RUÍZ

Universidad Nacional de Trujillo

EDITOR ASOCIADO: ERIC FRANK RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

Herbarium Truxillense (HUT), Universidad Nacional de Trujillo

COMITÉ EDITORIAL INSTITUCIONAL

ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

• ENRIQUE PADILLA SAGÁSTEGUI

• FELIX HUARANGA MORENO

FITOPATOLOGÍA

• JULIO CHICO RUÍZ

FISIOLOGÍA VEGETAL

• MERCEDES CHÁMAN MEDINA

ZOOLOGÍA

• LUIS POLLACK VELÁSQUEZ

GENÉTICA

• WILLIAM BLAS CERDÁN

• ZULITA PRIETO LARA

• FÁTIMA ZAVALA DE LA CRUZ

BIOLOGÍA CELULAR

• RAUL BELTRÁN ORBEGOSO

COLABORADORES

MARLENE RODRIGUEZ ESPEJO, Universidad Nacional de Trujillo

JOSÉ SALDAÑA JIMENEZ, Universidad Nacional de Trujillo

FATIMA ZAVALA DE LA CRUZ, Universidad Nacional de Trujillo

WERNER MENDOZA, Universidad Nacional de Moquegua

MILI OTINIANO GARCÍA, Universidad César Vallejo

Carátula: Diseño: Eric F. Rodríguez R. Fotografía del Dr. Abundio Sagástegui Alva. Foto: © Eric F. Rodríguez R. Fotografía de *Verbesina fuscicaulis* Sagástegui (Asteraceae), especie endémica del dpto. La Libertad. Permiso 2011 y Fuente: © Sagástegui, A.; I. Sánchez; M. Zapata & M.O. Dillon. 2003. Diversidad Florística del Norte del Perú. Bosques Montanos. Tomo II. Edit. Graficart.

Contacto: Laboratorio de Fisiología y Cultivo de Tejidos Vegetales (S-202)
Facultad de Ciencias Biológicas
Av. Juan Pablo II s/n. Ciudad Universitaria
Trujillo-Perú
E-mail: jchico22@gmail.com

Contenido / Contents

	Pág.
EDITORIAL	5
IN MEMORIAN	7
Dr. Abundio Sagástegui Alva	
ARTICULOS ORIGINALES	
EFFECTO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE SEMILLAS DE <i>Ricinus communis</i> L. SOBRE ADULTOS DE <i>Bemisia tabaci</i> GENN., EN CONDICIONES DE LABORATORIO	11
EFFECT OF ETHANOLIC EXTRACT OF SEED OF <i>RICINUS COMMUNIS</i> L. ON ADULTS OF <i>BEMISIA TABACI</i> GENN. IN LABORATORY CONDITIONS	
Katherine I. Crisanto-Pescorán, Gaspar E. Ayquipa-Aycho	
ACCIÓN ANTAGÓNICA IN VITRO DE <i>Clonostachys rosea</i> F. SOBRE EL CRECIMIENTO DE <i>Botrytis cinerea</i> Pers. Y <i>Fusarium oxysporum</i> F. PROCEDENTE DE <i>Asparagus officinalis</i> L.	19
ANTAGONISTIC ACTION IN VITRO <i>Clonostachys rosea</i> F. ON THE GROWTH OF <i>Botrytis cinerea</i> Pers. AND <i>Fusarium oxysporum</i> F. FROM <i>Asparagus officinalis</i> L.	
Milagros Vásquez-Sangay	
DETERMINACION DEL INDICE MITÓTICO DE MERISTEMOS RADICULARES DE <i>Allium cepa</i> EXPUESTAS AL EXTRACTO ETANÓLICO DE HOJAS DE <i>Erythroxylum coca</i> "coca" A DIFERENTES CONCENTRACIONES Y TIEMPOS	29
MITOTIC INDEX DETERMINATION OF <i>Allium cepa</i> ROOT MERISTEMS EXPOSED TO THE ETHANOLIC EXTRACT OF <i>Erythroxylum coca</i> "coca" LEAVES AT DIFFERENT CONCENTRATIONS AND EXPOSURE TIME	
Carmen Cumpa-Yuption, Fátima Zavala-de la Cruz	
EFFECTO PROTECTOR DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE <i>Rhizophora mangle</i> SOBRE LA LIPOPEROXIDACIÓN HEPÁTICA EN <i>Rattus rattus</i> var. <i>albinus</i>.	39
PROTECTIVE EFFECT HYDROALCOHOLIC EXTRACT OF <i>Rhizophora mangle</i> LIPOPEROXIDATION ON THE LIVER IN <i>Rattus rattus</i> var. <i>albinus</i>.	
Joseph Campos-Ruiz, Orlando Pretel-Sevillano	
AISLAMIENTO DE ADN GENÓMICO A PARTIR DE PLUMAS DE <i>Columbina cruziana</i>	45
ISOLATION OF GENOMIC DNA FROM FEATHERS OF <i>Columbina cruziana</i>	
Víctor Sánchez-Cabrera, Luis Pollack-Velásquez, Carlos Quijano-Jara	
EFFECTO BIORREMIADOR DE <i>Argemone subfusiformis</i> EN SUELOS CONTAMINADOS CON COBRE EN CONDICIONES DE LABORATORIO	51
EFFECT OF <i>Argemone subfusiformis</i> BIORREMIADOR COPPER IN CONTAMINATED SOILS UNDER LABORATORY CONDITIONS	
Clark Rodríguez-Dávila, Santos Padilla-Sagástegui	
EFFECTO DEL DECÓCTO DE HOJAS DE <i>Rosmarinus officinalis</i> L. EN LOS INDICADORES HEMATOLÓGICOS DE <i>Rattus norvegicus</i> var. <i>albina</i> EN UN MODELO EXPERIMENTAL DE ANEMIA FERROPÉNICA	57

EFFECT OF THE DECOCTION OF LEAVES OF <i>Rosmarinus officinalis</i> L. HEMATOLOGICAL INDICATORS IN <i>Rattus norvegicus</i> var. <i>albina</i> IN AN EXPERIMENTAL MODEL OF IRON DEFICIENCY ANEMIA	
Erik Ortiz-Alva, Margarita Román-Vargas	
EFEECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE CLORPIRIFOS SOBRE LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE <i>Metarhizium anisopliae</i> EN CONDICIONES DE LABORATORIO	67
EFFECT ON CONCENTRATIONS CHLORPYRIFOS GERMINATION AND GROWTH OF <i>Metarhizium anisopliae</i> UNDER LABORATORY CONDITIONS	
Dolibeth Montilla-García	
AVIFAUNA DE LOS JARDINES DEL MUSEO NACIONAL DE ARQUEOLOGÍA, ANTROPOLOGÍA E HISTORIA DEL PERÚ – MNAAHP (LIMA - PERU)	75
BIRDS OF THE GARDENS OF THE NATIONAL MUSEUM OF ARCHAEOLOGY, ANTHROPOLOGY AND HISTORY OF PERU - MNAAHP (LIMA - PERU)	
José Gutiérrez-Ramos	
DIVERSIDAD DE BROMELIACEAE Y ORCHIDACEAE EPÍFITAS DEL BOSQUE CACHIL, LA LIBERTAD 2009	81
DIVERSITY OF EPIPHYTIC BROMELIACEAE AND ORCHIDACEAE CACHIL FOREST, LA LIBERTAD 2009	
Vilma Liliana Calla-Quevedo	
ESTADO ACTUAL DE LOS ESTUDIOS DE LA FLORA EN LA CORDILLERA DEL CÓNDOR Y ÁREAS ADYACENTES EN EL PERÚ, 2006	101
CURRENT STATUS OF THE FLORA STUDIES IN THE CORDILLERA DEL CONDOR AND ADJACENT AREAS IN PERU, 2006	
Eric F. Rodríguez-Rodríguez, David, Neill, Elmer Alvítez-Izquierdo, Sandra J. Arroyo-Alfaro, Jano A. Núñez-Zapata	
ESTUDIO ETNOMICOLÓGICO DE LA MICROBIOTA COMESTIBLE EN DOS COMUNIDADES NATIVAS DE LA CUENCA ALTO MADRE DE DIOS, RESERVA BIOSFERA DEL MANÚ	121
ETNOMICOLÓGICO STUDY OF EDIBLE MYCOBIOTA TWO NATIVE COMMUNITIES OF THE ALTO MADRE DE DIOS BASIN, MANU BIOSPHERE RESERVE	
Catherine Dávila-Arenas, Liduvina Sulca-Quispe, Magdalena Pavlich-Herrera	
CRÓNICAS	131
Historia de la Facultad CC.BB.	
INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES	132

EDITORIAL

LAS REVISTAS CIENTÍFICAS

El conocimiento científico es uno de los activos más valiosos con los que cuenta un país. Su generación, difusión y apropiación son vitales para motorizar el progreso económico y social y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Dada su naturaleza intangible, es imposible mensurarlo y evaluarlo de manera directa, por tanto se recurre a aproximaciones indirectas. Una de ellas consiste en el análisis de los productos derivados de la actividad investigadora. Y sin duda, la publicación científica, entendida como conocimiento codificado en escritos científicos, es uno de los productos más representativos de esa actividad.

Las revistas científicas juegan un papel esencial tanto en la difusión del nuevo conocimiento generado en la investigación como en el incremento del acervo común de la ciencia. Si bien el volumen productivo de literatura científica es un indicador parcial de la producción de conocimiento, su tamaño nos brinda algunos indicios sobre la capacidad generadora existente. Esta comunicación se puede realizar en eventos públicos como congresos o reuniones de trabajo más restringidas, que permiten hacer llegar las ideas rápidamente a diferentes grupos de investigación, y permiten la discusión y mejora de las ideas. Esta opción tiene un alcance limitado, por lo que la vía más habitual y sólida para someter dichas ideas al análisis, la crítica y eventual ratificación de toda la comunidad científica es la publicación de los resultados en libros, revistas especializadas y, en forma creciente, blogs. La ética científica exige que los trabajos publicados contengan información detallada y objetiva sobre los motivos de la investigación, los métodos utilizados, sus resultados, y la interpretación que los autores hacen de ellos, incluyendo sus implicaciones, y mencione claramente cualquier evidencia contradictoria que haya sido publicada previamente.

Publicar significa ser una ventana abierta al mundo de los científicos. Esta ventana quiere mostrar cómo interaccionamos con la sociedad o los gobiernos, y también cómo hacemos ciencia, como deberíamos hacerla y qué cosas podríamos mejorar. Es decir, en qué consiste nuestra profesión. Algo que quizá no sea plenamente comprendido por la sociedad es que **la comunidad científica está inmersa en un proceso constante de intercambio de información y de crítica** al propio trabajo y al de otros. Dicha crítica es la base de nuestro trabajo y resulta constructiva la mayor parte de las veces.

Como todas las jerarquías de prestigio, la de las revistas científicas depende en buena parte de modas, del tamaño relativo que tenga cada área de investigación y de la propia gestión de las revistas (que adecuan su actuación y sus criterios editoriales al objetivo de maximizar sus indicadores de impacto). Como el fin último de la ciencia es dar una contrapartida a los recursos que la sociedad invierte en ella, la aparición de modas no tiene por qué ser perniciosa y puede promover la investigación en temas de particular relevancia, como ocurre con las causas y efectos del cambio global o el uso terapéutico de células madre.

Con estos antecedentes presentamos **Sagasteguiana** en homenaje a nuestro mejor investigador del milenio, don **Abundio Sagástegui**. Esta publicación tiene por objetivo dar a conocer los trabajos de investigación de profesionales biólogos, y relacionados, en especial de los estudiantes de Ciencias Biológicas. Cumplimos así con uno de los estándares que nos permita acreditarnos, tener una publicación donde los alumnos den a conocer sus experiencias. Seguimos comprometidos con la mejora continua de la revista y esperamos seguir contando con la confianza de nuestros lectores y autores, para hacer visibles sus trabajos y poder así seguir creciendo con ellos.

Julio Chico Ruiz
Director

**DR. ABUNDIO SAGÁSTEGUI ALVA
(1932 – 2012)**



Fotografía Superior: Dr. Abundio Sagástegui Alva durante una de sus premiaciones realizada por la Fac. de CC.BB. en el paraninfo de la Universidad Nacional de Trujillo, noviembre 2000. *Fotografía Inferior:* Dr. Abundio Sagástegui Alva (centro) flanqueado de der. a izq. por los botánicos (+) Víctor Medina Ibañez (HUT), Eric F. Rodríguez Rodríguez (HUT) y Mario Zapata Cruz (HAO), acompañados del chofer, durante una de sus últimas expediciones en junio del 2003 a la zona andina de Pataz, La Libertad (Laguna Huascacocha, cerca a Buldibuyo). Fotos: ©Eric F. Rodríguez R.

El Prof. Dr. Abundio Sagástegui Alva nació en Guzmango (provincia Contumazá, departamento Cajamarca) en un hogar humilde y con precariedad económica, un 23 de octubre de 1932. Cursó exitosamente sus estudios primarios en el C.E. N° 108 de su tierra natal, obteniendo una beca por el primer puesto en su promoción; hecho que sirvió para realizar sus estudios secundarios en el Colegio Nacional San Ramón de Cajamarca obteniendo el premio de excelencia, para luego continuar su formación

académica en la Universidad Nacional de Trujillo (UNT), en donde se graduó como Profesor de Educación Secundaria (1953), Bachiller en Ciencias Biológicas (1958), título de Biólogo (1969) y Doctor en Ciencias Biológicas en 1976. En 1954 inicia su carrera docente en el Centro Escolar de Varones N° 251 de Otuzco, La Libertad. Su carrera administrativa, docente y de investigación en la Universidad Nacional de Trujillo, la inicia en la Facultad de Ciencias Biológicas como Organizador del Herbario de la UNT (1956-1964), Jefe de Practicas en los Cursos de Fitogeografía General y del Perú y de Ecología Vegetal (1957-1962), Jefe del Museo de Botánica (1960-1988), Profesor Auxiliar T.C. (1963-1969), Profesor Asociado (1969-1974) y Profesor Principal D.E. (1974-1988) en los cursos de Botánica Fanerogámica y Fitogeografía. Terminada su labor docente en la UNT pasa a formar parte de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO) donde llegó a ser vicepresidente Académico de la Comisión Organizadora de dicha Universidad (1988-1995), docente principal D.E. (1991-2005), fundador y director tanto del Museo de Historia Natural, herbario HAO como de la revista *Arnaldoa* (1995-2005). En el año 2006 retorna a su alma mater de la UNT, donde es nombrado Profesor Emérito Vitalicio ese mismo año y Profesor Investigador ad Honorem de la Facultad de Ciencias Biológicas el 2008; ejerciendo su investigación científica en el Herbarium Truxillense (HUT), hasta los últimos días de su vida.

El doctor Sagástegui en sus inicios recibió orientación, guía e influencia de los doctores Nicolás Angulo Espino (1888-1969) y Arnaldo López Miranda (1922-2010) de la UNT y del doctor Ángel Lulio Cabrera del herbario de La Plata (Argentina), a quienes tuvo gratitud eterna, pues siempre los mencionaba en el quehacer diario y en sus intervenciones orales y conferencias magistrales. Conjuntamente con Nicolás Angulo Espino, fundador del Herbarium Truxillense (HUT) en 1941, y Arnaldo López Miranda fueron los pioneros de la ciencia botánica en el norte del Perú y formadores de innumerables botánicos.

Con su lema “debemos trabajar técnica y científicamente”, elaboró y publicó sus libros textos: *Fitogeografía General y del Perú* (1969-1986, seis ediciones), *Manual de malezas de la costa nor-peruana*, *Plantas invasoras de los cultivos de arroz* y *Flora invasora de los cultivos del Perú*; todos basados estrictamente en sus investigaciones y experiencias de campo de nuestra flora. Otro lema “las plantas son los seres que determinan la vida en el mundo”. Estos esfuerzos quedan demostrados en su legado de especies nuevas y en el estudio de floras y flóculas especialmente andinas. Las fuentes de financiamiento para sus investigaciones eran de su propio peculio, de las instituciones donde laboraba o de becas de investigación del extranjero a las cuales postuló.

Con el *Estudio Ecológico de la Flora de los Alrededores de Trujillo* (1957) inicia su importante producción científica; la cual supera las cien publicaciones. En 1964, con Arnaldo López Miranda (HUT) propusieron *Arnaldoa peruviana* López & Sagást. como una especie nueva para el norte del Perú, y que sería el inicio de su fructífera labor en taxonomía y como un augurio a su contribución al conocimiento de las Asteraceae. Tras su perfeccionamiento en el Museo de La Plata (Argentina) bajo el asesoramiento de Ángel Lulio Cabrera en 1968, continuó sus estudios reconociendo nuevas entidades en los géneros *Coreopsis* y *Verbena*. Tras su consolidación como sinenterólogo, reconoce cuatro géneros nuevos para la ciencia (*Caxamarca*, *Jalcochila*, *Parachionolaena* y *Pseudoligandra*) y 97 especies nuevas para la ciencia. La trayectoria científica de Abundio Sagástegui está perennizada en 32 taxones (31 especies y una variedad) dedicadas en su honor por botánicos nacionales y extranjeros.

En su largo trajinar por diversos ambientes desde lomas costeras, bosques a jalcas logró recolectar alrededor de 18000 números botánicos depositados principalmente en los herbarios: HAO+, HUT, F, LP, MO, NY, US, USM (acrónimos).

Era un convencido que cuando se tenía resultados importantes y nuevos conocimientos había que darlos a conocer inmediatamente. Seguro de contar con medios para tal divulgación creó y dirigió dos importantes revistas el *Boletín de la Sociedad Botánica de La Libertad* en la UNT (1969) y *Arnaldoa* en la UPAO (1991); esta última, una revista indexada y nombrada en honor a su maestro Arnaldo López Miranda (HUT).

Por su impecable trayectoria científica, actividad intelectual y labor realizada en educación recibió numerosos premios, distinciones honoríficas e incorporaciones a prestigiosas instituciones académicas y botánicas [e.g.: En el siglo pasado: Diploma y medalla de oro en reconocimiento a la permanente labor de investigación del Concejo Provincial de Trujillo (1984); Palmas Magisteriales en el Grado de Maestro por parte del Ministerio de Educación (1985); Investigador Asociado al Field Museum, Chicago, EE.UU. (desde 1983); Investigador Asociado de Ohio State University, Columbus, EE.UU.; Profesor Emérito de la UNT (1995); Decano del Colegio de Biólogos del Perú (1983-1984 y 1997-1999); considerado el Científico del Milenio (2000). En el presente siglo: Distinción de Primer Grado del Libertador “Simón Bolívar” otorgada por la UNT (2004); Diploma y Medalla de Honor en el Grado de Oficial, otorgada por el Congreso Nacional de la República (2005); Premio Nacional de CONCYTEC 2005 (2006); nombramiento de Profesor Emérito Vitalicio por la UNT (2006); Incorporación como Académico de Número a la Academia Nacional de Ciencias

In Memoriam: Dr. Abundio Sagástegui Alva (1932-2012)

del Perú (2007); Premiación por el Ministerio del Ambiente por contribuir al conocimiento de la Biodiversidad de Perú (2008)]; Doctor Honoris Causa y como Catedrático Honorario de numerosas universidades peruanas, entre otros. Perteneció a la Sociedad Botánica de La Libertad (Fundador), Sociedad Peruana de Botánica (SPB), Sociedad Argentina de Botánica, Asociación Latinoamericana de Botánica (ALB), American Society of Plant Taxonomic (ASPT), Botanical Society of America (BSA), Comisión Directiva Organización Flora Neotrópica (OFN).

El 26 de mayo del 2012 tras un nefasto accidente automovilístico, falleció en la ciudad de Trujillo, provincia Trujillo, departamento La Libertad, Perú, este connotado científico peruano. Esta inesperada desaparición cundió hondo en la comunidad científica nacional e internacional, pues nos había dejado un verdadero maestro, científico, investigador botánico, baluarte de la Scientia Amabilis en el Perú, líder y un paradigma familiar. Como aceptar que aquel hombre de porte elegante, mirada tranquila, hablar pausado y sincero se había marchado.

El legado del Noble Maestro como investigador en la Scientia Amabilis, sus magníficas enseñanzas de docente universitario, su gran capacidad de trabajo y hombre de bien con la práctica de la humildad, trascenderán y perdurarán por siempre. Sobre todo, para las nuevas generaciones de botánicos será la luz que guiará su camino y satisfecerá su inquietud científica. El Dr. Abundio Sagástegui Alva fue y seguirá siendo un icono de la Botánica Peruana.

Extracto de artículo publicado en Rev. peru. biol. 19(2):127-134 (Agosto, 2012) cuyos autores son Eric Rodríguez Rodríguez y Blanca León.

EFFECTO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE SEMILLAS DE *Ricinus communis* L. SOBRE ADULTOS DE *Bemisia tabaci* GENN., EN CONDICIONES DE LABORATORIO

EFFECT OF ETHANOLIC EXTRACT OF SEED OF *Ricinus communis* L. ON ADULTS OF *Bemisia tabaci* GENN., IN LABORATORY CONDITIONS

Katherine I. Crisanto-Pescorán*, **Gaspar E. Ayquipa Aycho****

Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo. Perú.

kate_lib20@hotmail.com*; gaspar_ayquipa@hotmail.com**

RESUMEN

La utilización de plaguicidas lejos de resolver el problema de las plagas, ha provocado disturbios biológicos y ecológicos, lo que ha obligado a la búsqueda de alternativas. Esta problemática ha impulsado el uso de plantas insecticidas, dentro de éstas tenemos a la higuera *R. communis* L., una euforbiácea que se usó en el pasado en África, en la India y en Latinoamérica para el control de plagas. Este proyecto se hizo con el objetivo de evaluar el efecto del extracto etanólico de semillas de *R. communis* con dosis de 1, 5, 10, 50 y 100 mg/l sobre adultos *B. tabaci*, las cuales fueron criadas en una jaula entomológica teniendo como sustrato plántulas de *Phaseolus vulgaris* var. Canario. Para la preparación del extracto se secó semillas de *R. communis* por 15 días, se pulverizó y maceró en alcohol por 7 días, luego se filtró y se dejó secar hasta la obtención de extracto seco. Para la evaluación se colocó en una placa Petri cerrada una hoja asperjada con una dosis del extracto y una población de 20 moscas, por tratamiento y repetición, la evaluación de mortalidad se realizó a las 24 horas de aplicación. Se utilizó un diseño completamente al azar con 5 tratamientos, 3 repeticiones y un control. Se registraron valores de mortalidad baja en las concentraciones de 1 mg/l, 5mg/l, 10mg/l con un porcentaje de mortalidad de 5; 13,3; 21,6 respectivamente. Los mayores efectos tóxicos corresponden a las concentraciones de 50 y 100 mg/l con un porcentaje de mortalidad de 45 y 78.3 % respectivamente. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre tratamientos. Para evaluar la eficacia del extracto vegetal se consideró la DL 50 y la DL 90 teniendo como resultado 56.5 y 130.46 mg/l respectivamente. Se concluye que el extracto de higuera tiene propiedad insecticida convirtiéndose en una alternativa ecológica y económica para agricultores.

Palabras clave: Plagas, euforbiácea, insecticida.

ABSTRACT

The use of pesticides far from resolving the problem of the pests, has sparked riots biological and ecological, which has obliged the search of alternatives. This problematic has prompted the use of insecticidal plants within them we have to higuera *R. communis* L., Euphorbiaceae one that was used in the past in Africa, India and Latin America for pest control. This project was done with the objective of evaluating the effect of ethanolic extract of seeds of *R. communis* at doses of 1, 5, 10, 50 and 100 mg / l on adult *B. tabaci*, which were reared in a cage entomologic having as substrate seedlings of *Phaseolus vulgaris* var, Canario. For the preparation of was dried seed extract *R. communis* for 15 days, pulverized and macerated in alcohol for 7 days, then filtered and allowed to dry until the obtaining of dry extract. For evaluation is placed in a closed Petri plate a leaf sprayed with on extract dose and a population of 20 flies, for each treatment, the mortality evaluation of was made after 24 hours of application. We used a completely randomized design with 5 treatments, 3 replicates and a control. The mortality values were low in the concentrations of 1 mg / l, 5 mg / L, and 10mg / l with a mortality rate of 5, 13.3, and 21.6, respectively. The greater toxics effects correspond at the concentrations of 50 and 100 mg / l with a mortality rate of 45 and 78.3% respectively. Analysis of variance showed no significant difference between treatments. To evaluate the efficacy of the vegetable extract was considered the LD 50 and LD 90 resulting 56.5 and 130.46 mg / l respectively. It is concluded that the extract of higuera has insecticidal property becoming an ecological and economic alternative for farmers.

Keywords: plagues, Euphorbiaceae, insecticide.

Recibido: 9 Diciembre de 2012

Aceptado: 15 de Enero de 2013

INTRODUCCIÓN

La utilización de plaguicidas en los últimos 60 años lejos de resolver el problema de plagas, ha provocado diversos disturbios biológicos y ecológicos, lo que ha obligado a la búsqueda de alternativas (Rodríguez, 2000). La investigación relativa a métodos alternativos de control de insectos se ha incrementado sustancialmente en los últimos años, debido a los continuos problemas asociados con el uso de insecticidas convencionales, tales como el desarrollo de resistencia en los insectos, presencia de plagas secundarias, resurgencia de plagas, eliminación de fauna benéfica y contaminación, entre otros (Camarillo, 2009).

Esta situación ha impulsado el uso de plantas insecticidas, que permiten manejar las plagas, proteger el cultivo y por ende mayor rendimiento y calidad en la producción sin poner en riesgo la salud del hombre y su entorno. (Rodríguez, 2000). Se han realizado numerosos estudios sobre la búsqueda y evaluación de diferentes especies de plantas para utilizarlas como insecticidas botánicos, para el control de plagas y enfermedades (López & Estrada, 2005).

Se han encontrado varias plantas insecticidas, entre éstas a la higuera *Ricinus communis* (anteriormente conocida como *Ricinus vulgaris* Mill. o *Ricinus medicus* Forsk); una euforbiácea que se usó en el pasado en África, en la India y en Latinoamérica para el control de plagas (Rodríguez, 2000).

En la higuera se han identificado distintas moléculas con actividad insecticida y/o insectistática (Upasani *et al.*, 2003) las cuales se han extraído y evaluado como extracto o de forma aislada para el control de insectos plaga de importancia económica. La higuera contiene compuestos químicos como ricina, ricinina, lipasa, ricinoleína, proteínas, estearina, palmitina, ácido ricinoleico, ácido isorricinoleico, ácido toxiesteárico, quimasas (Chiej, 1990).

Las partes de la higuera más utilizadas para la elaboración de extractos aplicados al control de plagas han sido las semillas y las hojas, aunque en algunas ocasiones se utilizan raíces, bagazo y frutos (Aragón y col., 1995). La toxicidad de los extractos a partir de distintas partes de la higuera, ha sido comprobada en diferentes especies de insectos plaga pertenecientes a los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera y Lepidoptera (Rodríguez, 2004).

Pacheco (1999), menciona que las euforbiáceas presentan una alternativa muy viable para el control de numerosos insectos plaga de importancia económica donde *Ricinus communis* L. controló áfidos y mosca blanca.

La mosca blanca se ha constituido en una plaga de importancia primaria en los últimos años. Esta situación ha estimulado la búsqueda de alternativas, que además de manejar las poblaciones de mosca blanca sean económicas y ecológicas; esto para disminuir costos de producción y para que el productor coloque en el mercado productos a buen precio, y sin químicos para el consumidor (Maldonado, 2002). Una de estas posibilidades es el empleo de extractos vegetales en el control de esta plaga. Se conocen especies vegetales con características insecticidas, las cuales han sido probadas con resultados positivos (Maldonado, 2002).

En investigaciones realizadas se reveló que el aceite de higuera al 2 y 5% , reduce en 56 y 95% la población de ninfas de mosca blanca de primer instar a los seis días después de la aplicación, respectivamente (Rodríguez, 1998).

Ramos (1995) probó diferentes dosis de Viomar (biopreparado orgánico con propiedades insecticidas y repelente de presentación líquida y su elaboración consiste en el empleo de higuera) con otros tratamientos contra *Bemisia tabaci* Genn, en los estadíos de pseudopupa y adultos en un cultivo de *Cucurbita pepo* "calabaza", en invernadero. Los tratamientos fueron Viomar en diferentes dosis baja, media, alta, testigo absoluto sin aplicar y testigo relativo Bifentrina. Obteniéndose en la evaluación, que la aplicación con cualquier concentración de extracto acuoso de semilla de higuera o de los tratamientos de Viomar (dosis media y alta) actúan de la misma manera que el insecticida químico Bifentrina en el control de poblaciones de pseudopupas y adultos de mosca blanca.

En una serie de ensayos de laboratorio, se estudió los efectos del aceite esencial de inflorescencias de *Chrysanthemum coronarium* utilizando a *Bemisia tabaci* y plagas de almacén *Tribolium castaneum*, *Acanthoscelides obtectus* y *Ephestia kuehniella*. Aunque los efectos en mosca blanca no fueron claros, sugieren repelencia y toxicidad volátil al acondicionar previamente el material vegetal con aceite esencial (Pérez, 1999).

Sanjuán (2005), evaluó el efecto de extractos vegetales sobre el control de la mosca blanca en tomate *Solanum lycopersicum* M., bajo condiciones de campo encontró que los rendimientos más altos los obtuvo con el extracto de *Taraxacum officinale* al 20% con un rendimiento de 41.876 ton/ha.

Vásquez (2005), evaluó el efecto insecticida de los extractos de *Datura candida* “floripondio”, *Ricinus communis* “higuerilla”, *Satureja laevigata* “poleo”, *Romarinus officinalis* “romero” y *Ruta graveolens* “ruda”, en el control de insectos plaga a nivel de huerto familiar. En sus resultados de acuerdo a la aplicación de los extractos vegetales y su efecto con relación a las plagas en la primera aplicación se encontró que ningún extracto provocó repelencia ni mortalidad con dosis del 1 %, en tanto que para la segunda aplicación con dosis del 5 % se observó que los extractos de floripondio y poleo. Los tratamientos mostraron efecto repelente contra mosca blanca y en general contra los insectos chupadores, sobresaliendo los tratamientos con extractos a base floripondio. Asimismo, Hernández (2005), evaluó extractos vegetales con propiedades insecticidas para el control de mosca blanca *Bemisia tabaci* Genn., en calabaza, reportó que las concentraciones de 10, 20 y 30%, mostraron efecto del 60% de mortalidad en *Bemisia tabaco*.

Echevarría (2007), utilizó tres especies *Chenopodium album* “epazote”, *Ocimum basilicum* “albahaca”, *Taraxacum officinale* “diente de león”, para el control de *Bemisia tabaci* “mosca blanca”, en el cultivo de frijol. El extracto vegetal que dio mejor resultado fue el tratamiento de epazote a concentración del 20 % con un 69.2% de mortalidad de moscas blancas de individuos en estadios adultos.

El objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto insecticida del extracto etanólico de semillas de *Ricinus communis* sobre la mosca blanca y determinar la DL 50 y la DL 90 en condiciones de laboratorio.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Lugar de ejecución

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo.

2. Crianza de *Bemisia tabaci*

Para la crianza de *Bemisia tabaci* Genn., se siguió la técnica descrita por Santiago y col. (2009).

2.1. Siembra de frijol

Las semillas de frijol *Phaseolus vulgaris* var., canario se sembraron en envases plásticos de 500 ml de capacidad con suelo preparado. A las cuatro semanas, cuando las plántulas desarrollaron las hojas verdaderas se introdujeron en una jaula entomológica de madera (80x80x80cm.) cubierta por tela organza; éstas plántulas sirvieron de sustrato alimento para *Bemisia tabaci*.

2.2. Captura de adultos

Para iniciar la crianza, se colectaron los adultos de *Bemisia tabaci* encontrados en el cultivo de zapallo, en el área experimental de la Cátedra de Entomología Aplicada, situada en ex-CEPCAM, de la Universidad Nacional de Trujillo. Posteriormente, las moscas se acondicionaron en placas de Petri, y fueron llevadas al Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Biológicas.

Las moscas se introdujeron en la jaula entomológica ya descrita anteriormente en cuyo interior se colocaron las plantas de frijol *Phaseolus vulgaris* L., de cuatro semanas de edad.

3. Preparación del extracto

3.1. Obtención del material vegetal

El criterio de la toma de muestras, se consideró la metodología propuesta por Hoss (1992). Las semillas de *Ricinus communis* se colectaron del Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo. Luego de la recolección se procedió a lavar y a secar bajo sombra durante 15 días, pasado ese tiempo se llevó a pulverizar en un molino mecánico.

3.2. Extracción y preparación de concentraciones

Se siguió el protocolo según Lock (1994) con algunas variaciones. La preparación del extracto vegetal consistió colocar en una botella de vidrio 500 g del material pulverizado en 1l de alcohol, el cual se dejó reposar por el lapso de 7 días.

A los 7 días para obtener una mejor extracción se realizó el reflujo, por 2 horas. Luego se filtró en papel Whatman N° 1 y se dejó secar en una placa de Petri de 30 cm. Una vez obtenido el extracto seco, se procedió a realizar las respectivas concentraciones de 1, 5, 10, 50 y 100 mg/l.

4. Aplicación del extracto

En una hoja cotiledonal, con la lámina de frijol completamente extendida de 15- 20 días de edad, se asperjó el extracto hasta el punto de escurrimiento y se dejó secar a temperatura ambiente (Camarillo, 1999).

Posteriormente, la hoja impregnada con el extracto se sujetó en una punta de pipeta de plástico a través de una placa de Petri de plástico perforada y herméticamente cerrada, en cuyo interior se colocó una población de 20 moscas blancas, los mismos que fueron capturados en la jaula entomológica succionando con pipetas de 5ml. Para evitar el marchitamiento de la hoja se colocó la placa de Petri sobre un vaso de plástico con agua (Pérez, 1999). El diseño fue completamente al azar, se trabajó con 5 tratamientos y 3 repeticiones, se incluyó 1 testigo, al que sólo se le aplicó agua destilada.

5. Evaluación de mortalidad de adultos

La mortalidad en adultos, se evaluó con el método propuesto por Ortega y col.. (1998). A las 24 horas de aplicación, se determinó el porcentaje de mortalidad cuantificando el número de insectos muertos considerando 20 adultos como 100% en cada repetición.

6. Análisis estadístico

Se utilizó el programa Statgraphic para hallar las diferencias entre tratamientos, mediante el análisis de varianza y la prueba de Tukey, y el programa Biostat 2009 para la DL 50 y 90.

RESULTADOS

Las cinco concentraciones empleadas en la evaluación abarcaron una mínima de 1 mg/l a una máxima de 100 mg/l. Se registraron valores de mortalidad bajos en las concentraciones de 1 mg/l, 5mg/l, 10mg/l con porcentaje de una mortalidad de 5; 13,3; 21,6% respectivamente. Los porcentajes de mortalidad relativamente altos se registraron en las concentraciones de 50 mg/l y 100 mg/l con el 45 y 78,3 % respectivamente. La mortalidad en el grupo testigo fue de 0 %; todos estos resultados se muestran en la Fig. 1.

Con los resultados obtenidos se realizaron los análisis estadísticos, según el análisis de varianza (Tabla 1) existe diferencia significativa entre tratamientos ($p>0.1$); para comparar entre que tratamientos existen diferencias se realizó la prueba de Tukey (Tabla 2), obteniéndose diferencias altamente significativas entre los tratamientos 4 y 5; y en cambio no se presentó efecto significativo entre los tratamiento 1, 2, 3. Los rangos de valores de las dosis letales al 50% y 90% con sus límites y confiabilidad al 95%, se muestran en la Tabla 3. La figura 2 denota la proporción de mortalidad en unidades probit por el logaritmo de sus respectivas concentraciones, desarrollados hasta las 24 horas. De acuerdo al gráfico, se muestra un patrón homogéneo de las concentraciones.

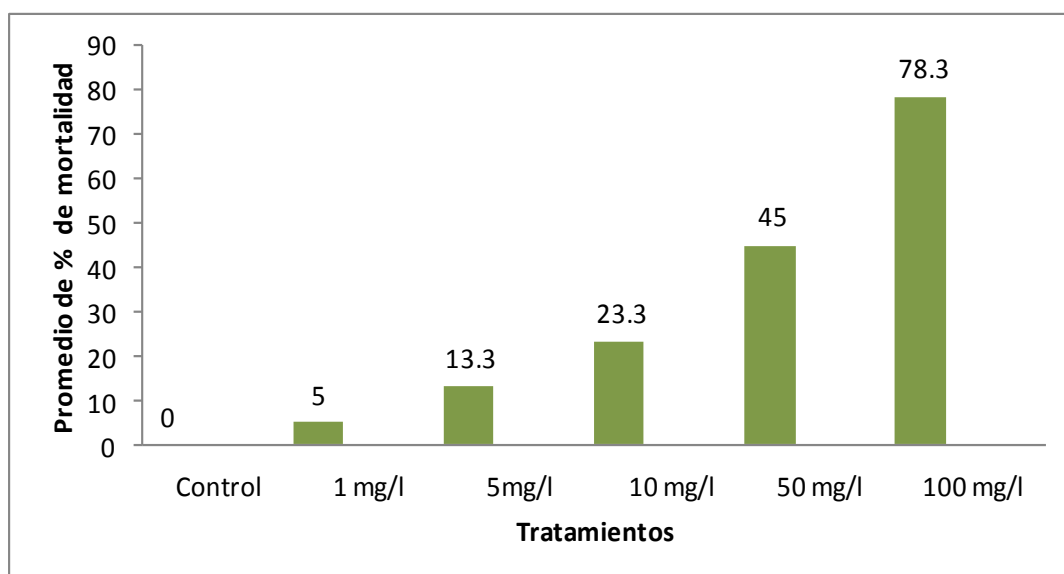


Fig. 1. Porcentaje de mortalidad de *Bemisia tabaci* Genn expuestas a diferentes concentraciones de extracto etanólico de semillas de *Ricinus communis* L.

Tabla 1. Análisis de varianza de la mortalidad de *Bemisia tabaco* Genn.

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Fcal	Ftab
Tratamientos	5	13112.5	14.56	3.1*
Error experimental	12	900		
Total	17	14012.5		

(*) Significancia

Tabla 2. Comparación de medias (95 % Tukey) de los cinco tratamientos utilizados.

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
CONTROL	3	0	X
Tto1	3	5	X
Tto2	3	13.3333	X
Tto3	3	23.3333	XX
Tto4	3	45	X
Tto5	3	78.3333	X

*Tratamientos que comparten X en una misma columna son iguales

Tabla 3. Dosis letal al 50% (DL₅₀) y 90% (DL₉₀) del extracto etanólico de *Ricinus communis* L. sobre adultos de *Bemisia tabaci* Genn., a las 24 horas.

Dosis letal	Valor (mg/l)
DL 50	56.51
DL 90	130.46

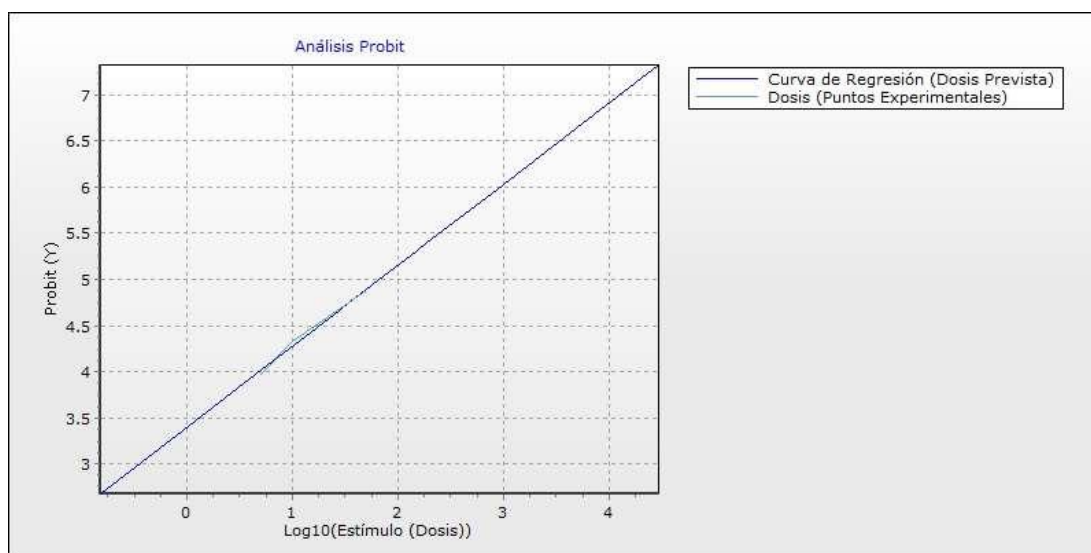


Fig. 2. Mortalidad probit por el logaritmo de las concentraciones a las 24 horas empleando extracto etanólico de semillas *Ricinus communis* L.

DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos (Fig. 1), se confirma las propiedades insecticidas de las semillas de *Ricinus communis*, especie en la que se han identificado moléculas con actividad insecticida (Upsanani, 2003), las cuales se han extraído, y evaluado como extracto para el control de plagas. La mortalidad de la mosca blanca podría deberse principalmente a una molécula de ricina con actividad sobre insectos presentes en la semilla de higuera (Chiej, 1990).

Los resultados de este trabajo coinciden con Ramos (1995) que comparó distintas dosis de Viomar sobre adultos y pseudopupas de mosca blanca, el cual es un bioplaguicida compuesto por higuera, y concluyo que dosis medias (10 %), y dosis altas (15%) controlan adultos y pseudopupas de mosca blanca.

Sin embargo, no coinciden con los resultados obtenidos por Rodríguez (1998), quien sostiene que el extracto de higuera sólo afecta a ninfas y pupas más no afecta a adultos de mosca blanca; esto puede deberse a una relación directa sobre el origen del material o la variedad utilizada, así como las condiciones climáticas y edáficas bajo las cuales se desarrollaron las plantas. En relación con lo anteriormente señalado, el efecto de los insecticidas vegetales es dependiente de algunos factores extrínsecos, tales como la especie y variedad de la planta, época de recolección, parte cosechada y forma de preparación, extracción y aplicación (Rodríguez, 1996). En este caso, el material biológico empleado fueron las semillas, reconocidas por utilizarse con mayor frecuencia en razón de su mayor toxicidad y por almacenar mayor cantidad de

principios activos en relación con las otras partes del vegetal (Rodríguez, 2000). Ahora, entre los factores inherentes al organismo de prueba, es de destacar la variación de la susceptibilidad de acuerdo a la edad, estado de desarrollo, reorganización anatómica y a las variaciones propias de la muda; existe además, una tasa metabólica muy baja en individuos cercanos a la pupación (Lagunes y Villanueva, 1994).

Asimismo, la sensibilidad de los individuos, que están relacionadas con sus variaciones genético- fisiológicas, dependerá de las diferencias de absorción, metabolismo y excreción de las sustancias o sus metabolitos, así como como la especie o partes del vegetal, preparación, extracción y aplicación de la sustancia insecticida (Lagunas y Vásquez, 1994) que anticiparían la variación de la mortalidad.

Según el análisis de varianza (Tabla 1), se establecieron diferencias altamente significativas entre los grupos experimentales (tratamientos), y éstos se comportan de manera diferente, debido al incremento de la toxicidad de cada concentración.

La línea de regresión dosis- respuesta (Fig. 2), muestran la relación existente entre la concentración (en logaritmo) y la proporción de individuos que responde (en unidades probit). Cada individuo de la población tiene determinada tolerancia, que requiere una cierta concentración antes de responder a un efecto. En principio, existe una concentración baja frente a la cual nadie responde, y una concentración alta frente a la cual todos lo hacen. La tendencia de la recta probit- logarítmica nos indica dicho patrón, lo que confirma una buena susceptibilidad de las concentraciones sobre los adultos de *Bemisia tabaci*.

De la misma manera los valores de la DL 50 y DL 90 (Tabla 3), mostrarían tendencia positiva de mayor concentración para producir mayor efecto toxico, según Vásquez (2005) en la aplicación que realizó con dosis del 5 y 10 % se observó que el extracto de poleo causó efecto repelente contra la mosca blanca; pero, a una dosis de 20 % encontró un 82 % de mortalidad, esto indica que a mayor concentración que se obtiene del extracto mayor es la efectividad en el control del insecto plaga.

CONCLUSIONES

El extracto etanólico de semillas de higuierilla en las concentraciones de 1, 5, 10, 50 y 100 mg/l, ejercieron un efecto insecticida sobre *Bemisia tabaci* Genn., en condiciones de laboratorio, después de 24 horas de aplicación, siendo el mayor efecto en la concentración de 100 mg/l.

Al aumentar la concentración de 1 a 100 mg/l en los extractos etanólicos de semilla de higuierilla, se evidencia un incremento en el efecto insecticida de los extractos sobre *Bemisia tabaci* Genn.

Los extractos de higuierilla tienen propiedades insecticidas convirtiéndose en una alternativa promisoría que debe ser validada en condiciones de campo dentro de un manejo integrado de *Bemisia tabaci*, posibilitándole a los agricultores una forma económica y viable, aprovechando sus recursos y al mismo tiempo generando una agricultura respetuosa con el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aragón, G.; Y. Yépez; C. Rorres & F. López.** 1995. Combate de *Sitotroga cerealella* Oliver y *Sitophilus zeamais* Motschulky mediante espolvoreo con *Argemone mexicana* y *Ricinus communis*. Memoria de las V Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Entomología Aplicada. Junta de Andalucía. Sevilla, España.
- Camarrillo, G.** 2009. Actividad biológica de extractos de *Tagetes filifolia* Lag., en la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* West. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Campus Montecillo, Texcoco, México.

- Chiej, R.** 1990. Guía de plantas medicinales. Ediciones Grijalbo. Toledo, España 262p.
- Echevarría, P. & J. Carrillo.** 2007. Extractos vegetales para el control de *Bemisia tabaci* “mosca blanca”, en cultivos en franjas (maíz- frijol). Memoria del IX Simposio Internacional y IV Congreso Nacional de Agricultura sostenible. Veracruz, México.
- González, A.; E. del Pozo; B. Galván; A. González & J. González.** 2006. Extractos vegetales y aceites minerales como alternativa de control de “mosca blanca” *Bemisia spp.*, en berenjena *Solanum melongena* L. en valle de Culiacán. Revista UDO Agrícola 6(1): 84-91.
- Hernández, G.** 2005. Extractos vegetales para el control de la “mosca blanca” *Bemisia tabaci* Genn. en calabaza *Cucurbita pepo*. Memoria de residencia. ITAO. N°23 Oaxaca. México. 53p.
- Hoss, R.** 1992. Cuaderno de trabajo 1. Guía metodológica: uso de extractos vegetales en la regulación de plagas. Red de acción de alternativas al uso de Agroquímicos. Lima. Perú.
- Lagunas, A. & M. Vásquez.** 1994. El bioensayo en el manejo de insecticidas y acaricidas. Colegio de Post graduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo. México.
- Lagunes, T. & J. Villanueva.** 1994. Toxicología y Manejo de Insecticidas. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Lock, O.** 1994. Investigación fitoquímica. Métodos en el estudio de productos naturales 2.ed. fondo editorial de la pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- López, M. & J. Estrada.** 2005. Los bioinsecticidas de nim en el control de plagas de insectos en cultivos económicos. Rev. FCA, UNCuyo; 37(2): 41-49. La Habana Cuba.
- Maldonado, A. & L. Ortiz.** 2002. Evaluación de extractos vegetales contra la “mosca blanca algodonosa” *Aleurothrixus floccosus* Maskell de los cítricos en pica. Tesis para optar al título de ingeniero de ejecución agrícola. Iquique- Chile.
- Nava, U; M. Avilés & Agustín.** 2003. Muestreo y umbrales de acción de plagas en hortalizas. In: manejo de plagas en los cultivos de tomate, chile y pepino. Memoria. Fundación produce Sinaloa.24p
- Ortega, A.; A. Lagunes A.; C. Rodríguez; R. Alatorre & N. Barcenás.** 1998. Susceptibilidad a insecticidas en adultos de “mosca blanca” *Trialeurodes vaporariorum* West. De Tepoztlan, Morelos. Rev. Agrociencia 32 (3): 249-254.
- Pacheco, A.** 1999. Plantas con propiedades insecticidas de la familia Apocináceas y Euforbiáceas en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Tesis de licenciatura. ITAO. N°23 Oaxaca. México. 24p.
- Pérez, M. & M. Pascual.** 1999 Efectos del aceite esencial de inflorescencias de *Chrysanthemum coronarium* L. en mosca blanca y plagas de almacén. Revista de Investigación Agrícola: Protección Vegetal. 14:1-2
- Rodríguez, C.** 1990. Plantas insecticidas. XXV Congreso Nacional de Entomología Morelos. México. 13-14p.
- Rodríguez, C.** 1996. Extensión y capacitación en el uso de plaguicidas botánicos. En Memorias del I Taller Latinoamericano sobre Bioplaguicidas. El Zamorano. Honduras.1-6p.
- Rodríguez, C.** 1998, Recetas de plantas contra mosca blanca. In Rodríguez, H.C. (ed.) Memorias de: Simposio Internacional y IV Nacional sobre sustancias vegetales y minerales en el combate de plagas. Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Acapulco. México.49-62p.
- Rodríguez, C.** 2000. Plantas Contra Plagas: Potencial práctico de ajo, anona, nim, chile y tabaci. Edit. RAPAM. México. D. F.
- Rodríguez C.** 2000, La higuera: opción contra las plantas. Edit. RAPAM. Instituto de fitosanidad Montecillo – Mexico.1p.
- Rodríguez, C.** 2005. Plantas contra plagas 2; epazote, hierba de la cucaracha, paraíso, higuera y sabadilla. RAP-AL, RACAM, SOMAS, CP Eita Tlaxcala. Primera edición. Texcoco. Estado de México. 290p.
- Sanjuán, J.** 2005. Evaluación de extractos vegetales para el control de mosca blanca *Bemisia tabaci* en “calabaza” *Cucurbita pepo*, “frijol” *Phaseolus sp.* y “tomate” *Lycopersicon esculentum*. Tesis de maestría en ciencias en productividad de agroecosistema. ITAO. N°23 Nazareno, Oaxaca. México. 70p.
- Upanani, S.; M. Kotkar; P. Mendki & L. Maheshwari.** 2003. Caracterización parcial y propiedades insecticidas de *Ricinus communis*. Ciencia de gestión de plagas. 59: 1349-1354.
- Santiago, V.; C. Rodríguez; L. Ortega & D. Ochoa.** 2009, Repelencia de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* con aceites esenciales. Revista Fitosanidad 13(1): 2-3.Ciudad de la Habana ene-mar.
- Vásquez, R.** 2005. Evaluación de extractos vegetales en el control de insectos plaga a nivel de huerto familiar. Memoria de residencia. ITAO. N°23. Oaxaca. México. 35p.

ACCIÓN ANTAGÓNICA IN VITRO DE *Clonostachys rosea* F. SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Botrytis cinerea* PERS. Y *Fusarium oxysporum* F PROCEDENTE DE *Asparagus officinalis* L.

ANTAGONISTIC ACTION IN VITRO *Clonostachys rosea* F. ON THE GROWTH OF *Botrytis cinerea* Pers. AND *Fusarium oxysporum* F. FROM *Asparagus officinalis* L.

Milagros Vásquez-Sangay

RESUMEN

El espárrago es uno de los productos de mayor exportación en el Perú y están sujetas a estándares de calidad que supone la ausencia de plagas y enfermedades. En este trabajo se plantea evaluar la acción antagonista in vitro de *Clonostachys rosea* F. sobre el crecimiento de *Botrytis cinerea* Pers. y *Fusarium oxysporum* F procedente de cultivos *Asparagus officinalis* L. en la Empresa Agroindustrial Barraza. Los hongos: *B. cinerea* Pers., (Fam: Moniliaceae) y *F. oxysporum* F. son capaces de infectar a través de las raíces o las hojas destruyendo los haces vasculares lo que conlleva a la muerte de la planta. Una posible alternativa para el control de esta enfermedad es *C. rosea*, un hongo de acción antagonista contra una amplia variedad de hongos fitopatógenos, las cuales actúan degradando hifas. En el marco de esta investigación se realizó el presente trabajo con cinco tratamientos y tres repeticiones (T1: *C. rosea*, T2: *F. oxysporum*, T3: *B. cinerea*, T4: *F. oxysporum* Vs *C. rosea*, T5: *B. cinerea* Vs *C. rosea*). Sembrándose los hongos en placas Petri con agar Sabouraud al 4% y se evaluó a los 3, 7, 10, 13 y 15 días de incubación. Los datos fueron evaluados mediante la escala de Bell et al (1892) y la Fórmula de Ezziyani. El porcentaje de inhibición que se obtuvo para *F. oxysporum* fue de 81,38% y para fue de *B. cinerea* 61,93%. El grado de antagonismo obtenidos para los hongos fitopatógenos fueron de Clase 1 y Clase 2 para *F. oxysporum* y *B. cinerea*, respectivamente; se concluye que *C. rosea* efectúa acción antagonista in vitro sobre *F. oxysporum* y *B. cinerea*.

Palabras clave: Inhibición, antagonismo, pobredumbre gris, fusariosis del espárrago.

ABSTRACT

Asparagus is one of the major export products in Peru and are subject to quality standards that assumes the absence of pests and diseases. This paper proposes to evaluate the in vitro antagonistic action of *Clonostachys rosea* on the growth of *Botrytis cinerea* and *Fusarium oxysporum* Pers F from cultures *Asparagus officinalis* L. in the Agroindustrial Barraza. Fungi: *B. cinerea* Pers, (Fam: Moniliaceae) and *F. oxysporum* are able to infect the roots through or destroy the vascular sheets which leads to the death of the plant. One possible alternative for the control of this disease is *C. rosea*, a fungus antagonistic action against a broad range of phytopathogenic fungi, which act to degrade hyphae. As part of this research is conducted in this paper with five treatments and three replicates (T1: *C. rosea*, T2: *F. oxysporum*, T3: *B. cinerea*, T4: *F. oxysporum* vs *C. rosea*, T5: *B. C. rosea* Vs *B. cinerea*). Fungi being sown in Petri dishes with agar Sabouraud 4% and was evaluated at 3, 7, 10, 13 and 15 days of incubation. Data were evaluated using the scale of Bell et al (1892) and the formula Ezziyani. Percent inhibition was obtained for *F. oxysporum* was 81.38% and was *B. cinerea* 61.93%. The degree of antagonism obtained for the fungal pathogens were class 1 and class 2 for *F. oxysporum* and *B. cinerea*, respectively, it is concluded that *C. rosea* performed in vitro antagonistic action on *F. oxysporum* and *B. cinerea*

Key words: inhibition, antagonism, pobredumbre gray, fusariosis of asparagus.

Recibido: 9 Diciembre de 2012

Aceptado: 29 de Enero de 2013

INTRODUCCIÓN

El "espárrago" (*Asparagus officinalis*) pertenece a la familia Asparagaceae. Es una planta herbácea perenne cuyo cultivo dura bastante tiempo en el suelo, del orden de 8 a 10 años, desde el punto de vista de vida económica rentable. La planta de espárrago está formada por tallos aéreos ramificados y una parte subterránea constituida por raíces y yemas, que es lo que se

denomina comúnmente “garra”. De los brotes jóvenes se obtienen las verduras conocidas como “espárragos” (Stevens, 2008).

La producción de espárragos a nivel mundial se ha constituido durante los últimos años en una actividad con un creciente auge especialmente en las exportaciones, por ser un producto con un nivel preferencial en el mercado internacional que le permite obtener elevados beneficios (Agreda & Granda, 1999).

En la actualidad el Perú es el primer país exportador de espárragos del mundo, habiendo logrado desplazar a importantes países productores como China y Estados Unidos, debido a que las condiciones climáticas le permiten producir durante todo el año (CPE, 2000).

Las exigencias de calidad que impone el mercado externo están referidas a frutos de apariencia llamativa por su color y tamaño, ausencia de plagas y enfermedades y por supuesto, buen sabor. En términos fitosanitarios los problemas más serios que enfrentan los productores son las enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus y nematodos, las cuales inciden no sólo sobre la calidad sino también en la cantidad de la producción (Zapata y col., 2002).

Dentro de los principales problemas que afectan el cultivo de espárrago son las plagas y enfermedades que limitan su producción generando gastos por el uso de plaguicidas (González, 2005).

Las plagas más comunes que afectan al cultivo del espárrago son: *Prodiplosis longifila*, *Heliiothis virescens*, *Copitarsia decolora*, *Spodoptera eridania*, *Elasmopalpus lignosellus*, etc. Dentro de las enfermedades tenemos a *Puccinia asparagi*, *Stemphillium vesicarium*, *Fusarium oxysporum* y *Botrytis cinérea* (Cisneros, 1995).

Una de las principales enfermedades es el moho gris causado por *Botrytis cinerea* Pers, perteneciente a la Familia Moniliaceae cuya fase infectante son los conidiosporas las cuales atacan especialmente al turión, dando lugar a una podredumbre blanda que posteriormente se cubrirá con un micelio grisáceo que posteriormente se tornará blanco. Esta es una enfermedad favorecida por la mala ventilación y el exceso de humedad ambiental. Los daños se reducen a la pérdida de turiones y a la disminución de la capacidad fotosintética (Guédez y col., 2009).

El hongo sobrevive al invierno en la corteza y yemas del espárrago; y en el suelo en restos en descomposición de órganos infectados. También forma estructuras de resistencia llamadas esclerocios, incrustadas en los sarmientos como pequeñas piedrecitas negras. La penetración es facilitada por daño de oídio y heridas causadas por insectos y pájaros. Los veranos secos reducen significativamente el riesgo de *Botrytis*, y las aplicaciones de rutina. Las plantas ubicadas en lomajes con exposición norte, tienen pocas posibilidades de desarrollar la enfermedad. Sin embargo, con la tendencia a cosechar tardíamente, en búsqueda de madurez, aumentan los riesgos de lluvias y pérdidas por este hongo (Rivera, 2007).

Otra enfermedad muy común es el hongo *Fusarium oxysporum* F., Tuberculariaceae, cuya fase infectante son clamidosporas las cuales se introducen en la planta a través de las heridas, cuyo origen puede ser desde el laboreo del suelo, tratamientos mecanizados, causados por accidentes naturales, ataques de plagas, etc. Generalmente ingresa por las raíces destruyendo los haces vasculares lo que conlleva a la muerte de la planta (Butin & Peredo, 1986). Los síntomas suelen manifestarse en verano, con la aparición de plumeros cloróticos, a continuación toman una apariencia plateada, pero sin sufrir caída de cladodios; si seccionamos transversalmente se observa la presencia de oxidaciones en los haces vasculares, además de necrosis en la zona cortical. A nivel del sistema radicular, las raíces principales muestran un vaciado total de las sustancias de reserva, dejando la epidermis hueca.

Durante la recolección puede tener lugar el decaimiento y marchitamiento rápido del turión, que se ve invadido superficialmente por una capa micelar blanca o rosada (Ellis, 1971). La temperatura

óptima para la infección (20-30 °C) es muy similar a la óptima para el crecimiento de las especies de “fusarium” patógenas de espárrago, siendo más favorecido por temperaturas más altas *F. solani* que *F. oxysporum* y *F. proliferatum*. El efecto de la temperatura en los síntomas aéreos se modifica en función de la humedad relativa, siendo aquellos más graves cuando esta supera el 90% (Corpas y col., 2006). Como métodos de control para estas enfermedades tenemos el control mecánico y cultural como prevención además del control biológico y químico que es muy utilizado. Control Biológico es la represión de las plagas mediante sus *enemigos naturales*; es decir, mediante la acción de predadores, parásitos y patógenos. Los *patógenos* son microorganismos: virus, rickettsias, bacterias, protozoarios, hongos y nemátodos, que causan enfermedades o epizootias entre las plagas (Cisneros, 1995).

Como una posible alternativa para el control biológico de esta enfermedad se han descrito el uso de diversos hongos antagonistas, tales como: *Trichoderma sp.*, *Ulocladium oudemansii*, *Mucor sp.*, *Penicillium sp.*; nemátodos y bacterias (Ellis, 1971). Estos agentes de control no se aplican de forma comercial o intensiva en este cultivo, sin embargo cabe resaltar los estudios realizados en *Clonostachys rosea* un hongo Hyphomycete ampliamente distribuido que a menudo actúa como un parásito de otros hongos del suelo y el cual también ha sido reportado como un parásito potencial contra nemátodos e insectos (Sutton, 1994).

C. rosea es un saprófito común en todo el mundo, con efectos destructivos en diversos hongos fitopatógenos, es decir, presenta acción antagónica contra una amplia variedad de agentes fúngicos, dicha actividad está relacionada con la secreción de celulasas, β -1,3-glucanasas, proteasas e incluidas las quitinasas, las cuales actúan degradando las hifas de otros hongos (Papavizas, 1985). Otro aspecto importante de mencionar es que *C. rosea* no crece a la temperatura del cuerpo humano y sus efectos toxicológicos (dermales, oculares) mediante pruebas de alimentación en conejos y ratas han sido nulos, es decir es un producto inocuo para los seres humanos (Sutton y col., 1993).

En Costa Rica *C. rosea* también ha reportado como un importante micoparásito contra *B. cinerea* en “fresa” la cual es una importante enfermedad en este cultivo, logrando reducir pérdidas de la fruta cuando se utiliza como biocontrolador (Chaves & Wang, 2004). En Chile, un estudio realizado en el uso de diversos biocontroladores contra *B. cinerea* en viveros forestales en plantas de *Eucalyptus* y *Pinus*, determinó que la aplicación de cepas de *C. rosea* tiene un efecto positivo en el control de *B. cinerea* (Molina y col., 2006).

Aquino y Martínez (2007) obtuvieron 45 aislamientos de *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* y 45 de hongos antagonistas (T01- T45): *Trichoderma* spp. (35) y *Gliocladium* spp. (10), de plantaciones comerciales de clavel. Las cepas nativas son una alternativa para controlar la “dormilona” del clavel por *F. oxysporum* f. sp. *dianthi*, fomentar el biocontrol de patógenos, además Suárez Meza (2008), realizó un estudio de *Trichoderma harzianum* sobre *Fusarium solani* en cultivos de maracuyá obteniendo valores de antagonismo de 70,56, 68,52 y 65,32% respectivamente.

Tradicionalmente el principal método de control de *B. cinerea* y *F. oxysporum* ha sido mediante el uso de fungicidas. Aunque estos continúan siendo el soporte del manejo de estas enfermedades, recientes estudios han constatado una menor efectividad en las aplicaciones, producto del abrupto aumento de los niveles de resistencia del patógeno a fungicidas benzimidazoles, como también un desarrollo paulatino de resistencia a dicarboximidias, por el uso repetitivo de estos grupos de fungicidas (Ferreira y col., 1989).

El público evidencia un descontento con residuos de fungicidas en el follaje y frutos; asimismo, se percibe una animadversión de la población contra la aplicación de productos químicos que dañan al hombre y al ambiente.

En este contexto, aparece como una alternativa viable la aplicación de un método biológico, especialmente diseñado como una estrategia dentro del concepto de manejo integrado de enfermedades.

A pesar que *C. rosea* es considerado un parásito antifúngico específico para *F. oxysporum* y más aun para *B.cinerea*, se tiene muy poca información como biocontrolador en cultivos de espárrago tanto a nivel experimental como comercial.

Por lo tanto, considerando la importancia biológica y agroecológica de presentar una alternativa diferente al uso del control químico para estos hongos patógenos, se ha creído conveniente realizar el presente trabajo para determinar el efecto antagónico in vitro de *Clonostachys rosea* F sobre *Botrytis cinerea* Pers y *Fusarium oxysporum* F. de cultivos de *Asparragus officinalis* L “espárrago” procedentes de la Empresa Agroindustrial Barraza, utilizando la escala de Bell, 1982 y el porcentaje de inhibición de crecimiento radial (PICR), empleando la fórmula de Ezziyyani, 2004.

MATERIAL Y MÉTODOS

OBTENCIÓN DE LAS CEPAS:

Se recolectaron muestras de turiones y hojas infestadas de la Empresa Agroindustrial Barraza, distrito Moche, Provincia de Trujillo y fueron trasladados en hojas de papel a los laboratorios de Fitopatología de la UNT.

Luego de ser ubicados en el microscopio compuesto se procedió a colocarlos en cámaras húmedas con el fin de acelerar el crecimiento de los hongos.

La cepa del biocontrolador *C. rosea* fue obtenido de la subdirección del Servicio Nacional de sanidad Agraria (SCB_SENESA), consistente en papeles con las esporas del hongo.

Las cepas aisladas fueron replicadas en frascos de penicilina con agar Sabouraud para su enfrentamiento posterior.

PREPARACIÓN DEL MATERIAL DE VIDRIO:

El material a utilizar como: placas petri, frascos de penicilina, y vasos de precipitación fueron esterilizados en estufa ubicada en los laboratorios de Microbiología y Parasitología por 1 hora a una temperatura de 180 °C.

PREPARACIÓN DEL MEDIO DE CULTIVO:

Se pesaron 10 gr de agar deshidratado Sabouraud- Dextrosa 4% en 250 ml de H₂O d. y fue esterilizado en autoclave en los Laboratorios de Microbiología y Parasitología por 15 min a una presión de 15 lb.

SIEMBRA DEL MATERIAL FÚNGICO:

En cada placa Petri esterilizada fue depositado aprox. 15 ml de agar Sabouraud, se esperó 10 minutos para la solidificación del agar, luego se procedió a sembrar el inóculo del hongo en cada placa Petri. En los tres primeros tratamientos se depositó una punteadura miceliar de cada hongo en el centro de la placa y en los dos restantes se depositó la punteadura miceliar de los hongos en cada extremo de la placa.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Monocultivos	<i>C. rosea</i> (testigo)	T₁
	<i>F. oxysporum</i> (testigo)	T ₂
	<i>B. cinerea</i> (testigo)	T ₃
Cultivos duales	<i>C. rosea vs F.oxysporum</i>	T ₁ X T ₂
	<i>C. rosea vs B. cinerea</i>	T ₁ XT ₃

El diseño experimental consistió en cinco tratamientos y las tres repeticiones y resume en la siguiente tabla: El crecimiento de los hongos se realizó a temperatura ambiente de 19-23°C y las mediciones se realizaron a los 3, 7, 10, 13 y 15 días de sembrado.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Se realizó el cálculo de los promedios obtenidos con respecto al crecimiento micelial por cada tratamiento y para observar si existe diferencia significativa en dicho crecimiento a nivel de los tratamientos se realizó un Análisis de Varianza y para la comparación de medias la prueba de Tukey.

El grado de antagonismo del biocontrolador se evaluó mediante la escala de Bell y para evaluar el porcentaje de inhibición de crecimiento radial (PICR), se empleó la fórmula de Ezziyani:

$$PICR = \frac{(R_1 - R_2)}{R_1} \times 100$$

RESULTADOS

Tabla 1. Diferencias en el crecimiento de las colonias (monocultivos y duales), de *C. rosea* F., *B. cinerea* Pers. y *F. oxysporum* F. a los 15 días de sembrado.

		CRECIMIENTO	COLOR	CONSISTENCIA
Mono cultivos	<i>C. rosea</i> (testigo)	Radial	Blanca	Pulverulenta
	<i>F. oxysporum</i> (testigo)	Radial	INICIAL: crema FINAL: melón	Pulverulenta
	<i>B. cinerea</i> (testigo)	Radial	INICIAL: blanca FINAL: Grisácea	Pulverulenta
Cultivos duales	<i>C. rosea</i> vs <i>*F.oxysporum</i>	Radial-difusa Pálido con regiones	A medida que avanza pierde la intensidad siendo un color rosado claro.	Suelta y licuefacta
	<i>C. rosea</i> vs <i>*B. cinerea</i>	Radial-difusa	A medida que avanza pierde la intensidad siendo un color ceniciento.	Suelta y licuefacta

Se observa que el crecimiento de los monocultivos es radial, sin embargo cuando están enfrentados los hongos presentan deformaciones a lo largo de su superficie. *C. rosea* presenta un color blanco, mientras que *F. oxysporum* presenta un color crema que luego se va tornando melón y *B. cinerea* presenta un color blanca, después del cual se torna en un color grisáceo. En los cultivos duales el color de los hongos patógenos va perdiendo su intensidad de manera que se vuelven pálidos. Los monocultivos presentan una consistencia pulverulenta, mientras que los hongos enfrentados presentan una consistencia suelta y licuefacta junto con el medio de cultivo.

Tabla 2. Evaluación del grado de antagonismo de *B. cinerea* Pers. Y *F. oxysporum* F. a los 15 días de incubación a temperatura ambiente.

HONGOS PATÓGENOS	GRADO DE ANTAGONISMO
<i>Fusarium oxysporum</i>	Clase 1
<i>Botrytis cinerea</i>	Clase 2

Se muestra el grado de antagonismo de *F. oxysporum* en donde se observa que el antagonista invadió mas de las ¾ partes del patógeno por lo cual el grado de antagonismo se considera de

clase 1; otro lado se observa a *B.cinerea*, en donde el antagonista invade solo el ½ parte del patógeno, esto corresponde a la clase 2 de la escala de Bell.

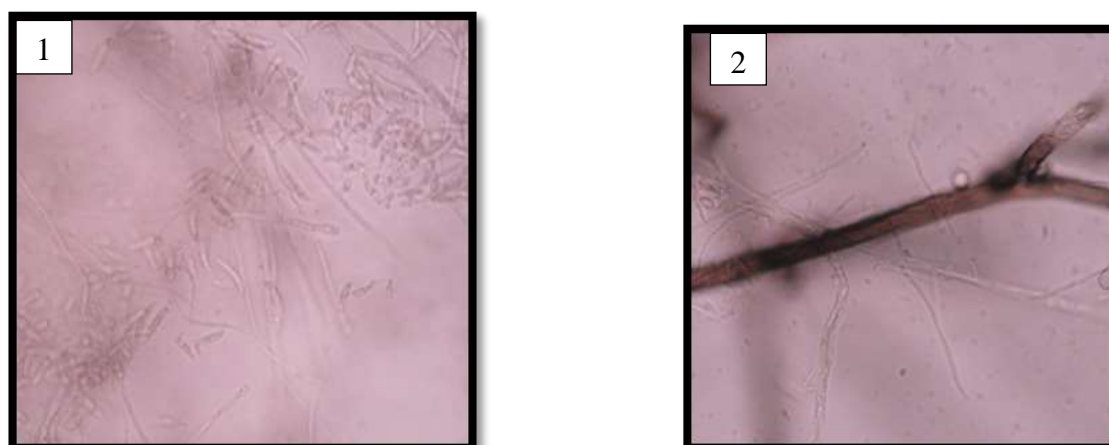


Fig. 1 y 2. Observación microscópica de la inhibición de *C. rosea* sobre *F. oxysporum* y *B. cinerea* a los 15 días de sembrado.

El método de antagonismo de *C.rosea* se realiza por competencia de nutrientes donde se observa la licuefacción de las esporas del hongo patógeno (Fig 1) y por micoparasitismo donde la hifa de *C. rosea* envuelve la hifa de *B.cinerea* (Fig 2).

Tabla 3. Mediciones promedio del diámetro de los monocultivos y cultivos duales de *C. rosea* F., *B. cinerea* Pers. y *F. oxysporum* F. a los 3, 7, 10, 13 y 15 días de sembrado.

TRATAMIENTOS DÍAS	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
	<i>C. rosea</i>	<i>F.oxysporum</i>	<i>B. cinerea</i>	* <i>F.oxysporum</i>	* <i>B. cinerea</i>
3	1,97±0,51	3,77±0,25	3,97±0,05	3,73±0,12	3,4±0,40
7	3,33±0,21	8,00±0,20	8,40±0,17	3,33±0,50	3,8±0,86
10	4,33±0,15	8,40±0,10	8,50±0,10	2,17±0,31	4,83±0,76
13	5,70±0,30	8,43±0,06	8,50±0,00	2,00±0,50	3,50±0,50
15	6,37±0,32	8,97±0,06	8,93±0,21	1,67±0,29	3,40±0,10

**F.oxysporum*: enfrentado con el controlador, **B.cinerea*: enfrentado con el controlador

Se observa el crecimiento creciente de los hongos, los tratamientos T4 y T5 representa el crecimiento de los hongos patógenos enfrentados al controlador *C.rosea*. Para los monocultivos se observa que el crecimiento a los 15 días es tres veces mayor que en el 1 día. Sin embargo para *F.oxysporum* el crecimiento decrece dos veces y para *B. cinerea* el crecimiento asciende y desciende hasta llegar al valor original a los 3 días.

Tabla 4. Análisis de varianza (ANOVA) de las mediciones promedio de los halos de inhibición de *C. rosea F* sobre *F. oxysporum F* y *B. cinerea Pers.* a los 15 días de sembrado.

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F_{cal}	VALOR F_{tab}
ENTRE TRATAMIENTO	4	128,45	32,11	16,98	3,48
DENTRO DE TRATAMIENTO	10	18,91	1,89		
TOTAL	14	147,36			

Para las mediciones a los 15 días de sembrado de *C. rosea F* sobre *F. oxysporum F* y *B. cinerea Pers.* se determinó que hay diferencia significativa por lo cual las medias entre tratamientos son diferentes.

Tabla 5. Comparación de las mediciones promedio de los halos de inhibición de *C. rosea F* sobre *F. oxysporum F* y *B. cinerea Pers.* mediante TUKEY a los 15 días de incubación.

TRATAMIENTOS	VALOR TABULADO	VALOR CALCULADO	DISCUSION
T ₁ vs T ₂	0,39	2,60	Rechaza H ₀
T ₁ vs T ₃	0,39	2,56	Rechaza H ₀
T ₂ vs T ₃	0,39	0,04	Acepta H ₀
T ₄ vs T ₅	0,39	1,64	Rechaza H ₀
T ₁ vs T ₄	0,39	4,61	Rechaza H ₀
T ₁ vs T ₅	0,39	2,97	Rechaza H ₀

Según los datos obtenidos, se demuestra que al comparar el crecimiento de *C. rosea* y *F. oxysporum Pers.*(T₁ y T₂), se presenta una diferencia significativa, lo mismo ocurre cuando se comparan a *C. rosea* y *B. cinerea* (T₁ y T₃). Sin embargo al comparar los el crecimiento de *F. oxysporum* y *B. cinerea* (T₂ y T₃) presenta un crecimiento similar. Al comparar los tratamientos *C. rosea F* sobre *F. oxysporum F* y *B. cinerea* enfrentado (T₁ y T₄), se observa la diferencia significativa en su crecimiento lo mismo que ocurre en los tratamientos *C. rosea* y *B. cinerea* enfrentado; esto, nos deja en claro la inhibición de los hongos fitopatógenos.

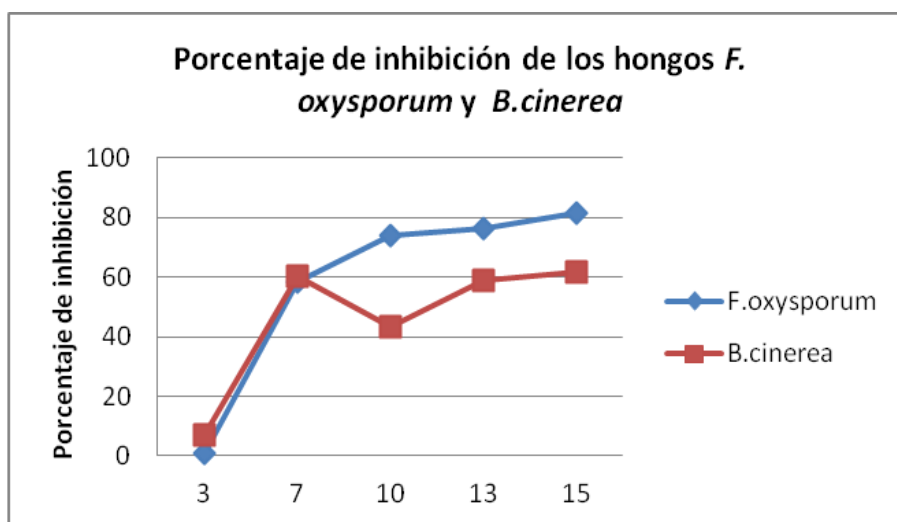


Fig 3. Evaluación del porcentaje de inhibición del crecimiento radial de *C. rosea F* sobre *F. oxysporum F* y *B. cinerea Pers.* a los 3, 7, 10, 13 y 15 días de sembrado.

El porcentaje de inhibición de *F. oxysporum* llega a un valor máximo de 80%, mientras que *B. cinerea* alcanza un valor de 60%.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación detallan que *C. rosea* inhibe el crecimiento micelial de los hongos fitopatógenos *Fusarium oxysporum* y *Botrytis cinerea*. Esto confirma lo encontrado por otros autores en sus investigaciones, quienes determinaron que la invasión de *B. cinerea* con *G. roseum* en fresa (tanto en hojas como en frutos) siempre fue igual o superior al logrado con fungicidas según Sutton y col., (1993).

En la Tabla 1, se observa que el crecimiento de los monocultivos es radial, sin embargo cuando están enfrentados los hongos presentan deformaciones a lo largo de su superficie, asimismo los monocultivos presentan una consistencia pulverulenta, mientras que los hongos enfrentados presentan una consistencia suelta y licuefacta junto con el medio de cultivo de acuerdo con lo que afirma Bruce y col., (1995).

C. rosea presenta un color blanco, mientras que *F. oxysporum* presenta un color crema que luego se va tornando melón y *B. cinerea* presenta un color blanca, después del cual se torna en un color grisáceo. En los cultivos duales el color de los hongos patógenos van perdiendo su intensidad de manera que se vuelven pálidos coincidiendo con Stefanova y col. (1999); quien afirma que las enzimas líticas causan a nivel celular: vacuolización, granulación, coagulación, desintegración y lisis, siendo estas las causantes de la palidez en las colonias de hongos. Asimismo en la Tabla 2 se observa que el antagonista invadió más de las $\frac{3}{4}$ partes de *F. oxysporum* por lo cual el grado de antagonismo se considera de clase 1; otro lado se observa que en *B. cinerea*, el antagonista invade solo el $\frac{1}{2}$ parte del patógeno, esto corresponde a la clase 2 de la escala de Bell. y col. (1982). Estos resultados demuestran que *B. cinerea* presenta una mayor resistencia al control de *C. rosea* mientras que *F. oxysporum* es más proclive a ser controlado, esto es contrastado según Bell y col. (1982) quien obtuvo resultados similares con más del 65% de diferentes aislados *C. rosea* ubicados en el grado 1 frente a *R. solani* AG-2 y más del 85% para *R. solani* AG-3. Los mecanismos de inhibición de *C. rosea* comprenden los fenómenos de antibiosis y micoparasitismo con las cuales degradan la pared celular y micoparasitan al hospedero.

En la Fig. 2 y 3 se observa el método de antagonismo de *C. rosea* se realiza por competencia de nutrientes donde se observa la licuefacción de las esporas del hongo patógeno y por micoparasitismo donde la hifa de *C. rosea* envuelve la hifa de *B. cinerea*, estos cambios morfológicos en las estructuras de los hongos patógenos causados por la acción del antagonista han sido observados en otros estudios que han considerado diferentes especies de hongos tanto antagonistas como patógenos. Por ejemplo, Benhamou y col. (1997) reportaron algunos eventos del micoparasitismo entre *Phythium oligandrum* y varios oomycetos fitopatógenos (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora megasperma*, *Pythium ultimum*). Los daños ocasionados en las diferentes estructuras fúngicas de los patógenos se relacionaron con la presencia de enrollamientos de hifas, aumento de tamaño de las células producto de la desorganización del citoplasma, retracción y ruptura de la membrana plasmática, alteración y distorsión de la pared celular en los sitios de penetración de hifas del antagonista, desencadenando con todo ello, la colonización masiva en el hospedante y su posterior lisis celular.

En la Tabla 3, se observa el crecimiento creciente de los hongos, los tratamientos T4 y T5 representa el crecimiento de los hongos patógenos enfrentados al controlador *C. rosea*. Para los monocultivos se observa que el crecimiento a los 15 días es tres veces mayor que en el 1 día. Sin embargo para *F. oxysporum* el crecimiento decrece dos veces y para *B. cinerea* el crecimiento asciende y desciende hasta llegar al valor original a los 3 días. Se puede observar además que el crecimiento de *B. cinerea* no es uniforme ya que en los primeros días no presentaba ningún tipo de inhibición puesto que la colonia continuaba creciendo, estos datos pueden ser contrastados con la Fig 3, se puede observar que el mayor porcentaje de inhibición corresponde al hongo *F.*

oxysporum; mientras, que *B. cinerea* es más resistente por lo cual el grado de antagonismo para *Fusarium oxysporum* es de clase 1 mientras que *B. cinerea* es de grado 2; esto coincide con Rivera (2007), el cual afirma que *B. cinerea* presenta enzimas antioxidantes (CAT y SOD), además de producir cutinasa y poligalacturonasa que le hace ser más resistente al ataque a *C. rosea*, es por ello, que se observó en el día 10 que la colonia de *B. cinerea* se resiste y trata de desplazar a *C. rosea*; en este momento se da un incremento en la incidencia de la enfermedad y hace que se note más el efecto del biocontrolador en el combate de la misma. Según (Schickler y Chet, 1997).

Según Hannusch y Boland (1996), Peng & Sutton (1993), las condiciones que pueden afectar el desempeño de *G. roseum* como biocontrolador están: la concentración del inóculo del antagonista y del patógeno; y las condiciones ambientales mencionan que *C. rosea* incrementa su actividad supresiva según se incrementa la temperatura de 10 a 25 o C y que a partir de los 15 o C la germinación de los conidios del biocontrolador es mayor al 80%, incrementándose también con el aumento de temperatura. Debido a ello, la cepa de *C. rosea* creció menos que las cepas de los hongos patógenos, pero esto no influyó en la inhibición debido a que *C. rosea* sólo actúa efectivamente cuando es aplicado al mismo tiempo o antes de que ocurra la infección por parte de *B. cinerea* (Yu & Sutton, 1997) o cualquier otro patógeno.

El estudio del controlador *C. rosea* es muy limitado y poco conocido sobre todo en el Perú. Hasta el momento los resultados indican la capacidad inhibitoria de *C. rosea* sobre *F. oxysporum* y *B. cinerea* por lo cual este trabajo es un modelo a seguir para seguir investigando en busca de un biocontroladores para muchos y diferentes hongos que causan daño económico en cultivos de espárrago en el Perú.

CONCLUSIONES

- ❖ Según análisis estadístico de Anova se determinó que existe efecto antagónico de *C. rosea* sobre *F. oxysporum* y *B. cinerea*,
- ❖ El grado de antagonismo para *Fusarium oxysporum* corresponde la clase 1 mientras que para *Botrytis cinerea* corresponde la clase 2.
- ❖ El porcentaje de inhibición para *Fusarium oxysporum* fue más eficiente que *B. cinerea*, a los 15 días de sembrado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agreda, V. & A. Granda.** 1999. Análisis social de los potenciales usuarios del INCAGRO en el Valle de Chincha. Proyecto INCAGRO. Lima (Perú).
- Aquino, J.; L. Vásquez & G. Reyes.** 2007. Biocontrol in vitro e in vivo de *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. dianthi (Prill. y Delacr.) Snyder y Hans. con Hongos Antagonistas Nativos de la Zona Florícola de Villa Guerrero, Estado de México. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX), Laboratorio de Fitopatología, Conjunto Sedagro s/n, Metepec, Edo. México CP 52140. Rev. mex. fitopatol vol.26 no.2.
- Bell, D. K.; H. D. Wells & C. R. Markham.** 1982. In Vitro Antagonism of Trichoderma Species Against Six Fungal Plant Pathogens, Phytopathology 72: 379-382.
- Benhamou, N. & I. Chet.** 1997. Cellular and molecular mechanisms involved in the interaction between *Trichoderma harzianum* and *Pythium ultimum*. App. Environ. Microbiol. 63: 2095- 2099.
- Bruce, A.; U. Srinivasan; H.J. Staines & T.L. Highley.** 1995. Chitinase and laminarinase production in liquid culture by *Trichoderma* spp. and their role in biocontrol of wood decay fungi. Intern. Biodet. & Biodeg. 23: 337-353.
- Butin, H. & H. Peredo.** 1986. Hongos parásitos en coníferas de América del Sur con especial referencia a Chile. Biblioteca Mycológica. Berlin- Stuttgart, Alemania. 100 pp.
- Chaves, N. & A. Wang.** 2004. Combate del moho gris (*Botrytis cinerea*) de la fresa mediante *Gliocladium roseum*. Agronomía Costarricense. Julio-Diciembre. Vol 28, N°002. Universidad de Costa Rica. San José Costa Rica pp 73-85.
- Cisneros, F.** 1995. Principios de Control de Plagas Agrícolas. 2da. ed. Edit. Gráfica Pacific Press S.A. Lima, Perú.
- Comisión para la Promoción de Exportaciones (CPE).** 2000. Perfil del Espárrago Peruano para el Mercado Alemán, Lima PROMPEX. Perú.pp. 53.

- Corpas, C.; M.E. Rubio; A.M. Prados-Ligero; J.M. Melero-Vara & M.J. Basallote-Ureba.** 2006. Influencia de las condiciones ambientales sobre *Fusarium* spp. y la podredumbre de rizomas y raíces de espárrago. Resúmenes del XIII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología, p. 37, Murcia.
- Ellis, M.B.** 1971. Dematiaceous hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey. Inglaterra. 167 pp.
- Ezziyyani, M.; S.C. Perez; M.E. Requena; L. Rubio & M.E. Candela.** 2004. Biocontrol por *Streptomyces rochei* –Ziyani–, de la podredumbre del pimiento (*Capsicum annuum* L.) causada por *Phytophthora capsici*. Anales de Biología 26: 69-78.
- Ferreira, F.** 1989. Patología Florestal. Principias Doenças Florestais no Brasil. Viçosa, Brasil. Sociedade de Investigações Florestais. 570 p.
- González, C.; M. Maruri & A. González.** 2005. Evaluación de las concentraciones de *Trichoderma* spp contra *Fusarium oxysporum*, agente causal de la pudrición de las plántulas en papaya. Rev. UDO Agrícola. 5(1): 45-47
- Guédez, C.; L. Cañizalez; C. Castillo & R. Olivar.** 2009. Efecto antagónico de *Trichoderma harzianum* sobre algunos hongos patógenos postcosecha de la fresa (*Fragaria* spp). Rev RSVM 29:34-38.
- Hannusch, D. & G. Boland.** 1996. Influence of air temperature and relative humidity on biological control of white mold of bean (*Sclerotinia sclerotiorum*). Phytopathology 86:156-162.
- Molina-Mercader, G.; S. Zaldúa-Flores & G. Gonzalez-Vargas.** 2006. Selección de hongos antagonistas para el control biológico de *Botrytis cinerea* en viveros forestales en Chile. *Bosque (Valdivia)* 27(2): 126-134.
- Papavizas, G.** 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium*: biology, ecology, and potential for biocontrol. Annual Review of Phytopathology 23:23-54.
- Peng, G.; J. Sutton J. & P. Kevan.** 1993. Effectiveness of honey bees for applying the biocontrol agent *Gliocladium roseum* to strawberry flowers to suppress *Botrytis cinerea*. Canadian Journal of Plant Pathology 14(2):117-129.
- Rivera, E.** 2007. Evaluación y caracterización de la actividad antifúngica de la especie *Quillaja Saponaria* Mol. cultivada *in vitro* En *Botrytis Cinerea* Pers. Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración. Temuco, Chile.
- Stevens, R.** 2008. «You should know, you're a medic: Why does urine smell odd after eating asparagus?». Consultado el 1 de setiembre de 2008.
- Schickler, H. & I. Chet.** 1997. Heterologous chitinase gene expression to improve plant defense against phytopathogenic fungi. Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology 19: 196-201.
- Stefanova, M.; A. Leiva; L. Larriganaga & M.F. Coronado.** 1999. Actividad metabólica de cepas de *Trichoderma* spp. para el control de hongos fitopatógenos del suelo. Revista Facultad de Agronomía 16: 509-516.
- Sutton, J.** 1994. Biological control of strawberry diseases Advances in Strawberry Research 13: 1-12.
- Suarez, C.** 2008. Antagonismo *in vitro* de *Trichoderma harzianum* Rifai sobre *Fusarium solani* (Mart) asociado a la marchitez en la maracuya. Revista Colombiana de Biotecnología. Vol X, Num. pp 35-43. Universidad Nacional de Colombia. Bogota, Colombia.
- Yu, H.** 1997. *Gliocladium roseum*: a cosmopolitan antagonist of *Botrytis cinerea* and other pathogens in crops. Pág. 22-24. In Congreso Annual APS, División Caribe. Noviembre 10-12, 1997. San José, Costa Rica. 40 p.
- Zapata, J.L.; A. Saldarriaga & A. Londoño.** 2002. Manejo del cultivo de uchuva en Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Regional 4, Centro de Investigación La Selva. Boletín Técnico. Rionegro, Antioquia. 42 p.

DETERMINACION DEL INDICE MITÓTICO DE MERISTEMOS RADICULARES DE *Allium cepa* EXPUESTAS AL EXTRACTO ETANÓLICO DE HOJAS DE *Erythroxylum coca* "coca" A DIFERENTES CONCENTRACIONES Y TIEMPOS DE EXPOSICIÓN

MITOTIC INDEX DETERMINATION OF *Allium cepa* ROOT MERISTEMS EXPOSED TO THE ETHANOLIC EXTRACT OF *Erythroxylum coca* "coca" LEAVES AT DIFFERENT CONCENTRATIONS AND EXPOSURE TIME AND TIME EXPOSURE

Carmen Cumpa-Yupton*, **Fátima Zavala-de la Cruz****

Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo. Perú.

*carolina_leiva92@hotmail.com**, *fat_zdc@hotmail.com***

RESUMEN

La especie *Erythroxylum coca* "coca" es una planta nativa del Perú, cuyo uso en las regiones andinas datan desde la época prehispánica, se utilizaba como planta sagrada para rituales y fiestas, también la usaban como medicina tradicional antiinflamatorio de las vías respiratorias y para curar algunas heridas. En la actualidad se realizan investigaciones en lo que se ha encontrado que sus hojas contienen alcaloides como la cocaína, tropococaina, higrina, truxillinas, taninos, aceites esenciales, glucósidos, es así como se ha demostrado lo importante actividad microbiana y propiedades antivirales frente a algunos virus como por ejemplo el virus del herpes. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto citotóxico de diferentes concentraciones y tiempos de exposición al extracto etanólico de hojas de *E. coca* en el índice mitótico de meristemos radiculares de *Allium cepa*. Se establecieron 6 sistemas dos de control 0 ug/ml y cuatro del problema donde se agregaron extracto etanólico a 10 ug/ml, 100 ug/ml a 12 hrs y 24 hrs respectivamente. Luego se extrajeron las raíces para cortar los ápices y tñó con orceina más HCl 1N, fijarlas en lámina portaobjeto y observó el índice mitótico en las líneas celulares de *A. cepa*, los datos obtenidos fueron analizados con el método estadístico prueba de Tukey. A las concentraciones trabajadas no se encontró diferencias significativas. Esto permite concluir que el extracto etanólico de *E. coca* "coca" a las concentraciones de 10ug/ml, 100ug/ml a 12 hrs y 24hrs respectivamente no producen ningún efecto citotóxico en las líneas celulares de *A. cepa*

Palabras clave: *Erythroxylum*, higrina, truxillinas.

ABSTRACT

Erythroxylum coca "coca" is a native plant of Peru, whose use in the Andean regions date back to pre-Hispanic times; it was used as a sacred plant for rituals and festivals, and also as an anti-inflammatory for respiratory illness in traditional medicine as well as an antiseptic for wounds. Nowadays many investigations have been carried out about it and it has been found that the leaves contain alkaloids such as cocaine, tropococaine, higrine truxillines, tannins, essential oils and glycosides, and by this way its anti-microbial and anti-viral activity has been demonstrated against some viruses e.g. herpes virus. The present study aimed to evaluate the cytotoxic effect of different concentrations and exposure time of ethanolic extract of leaves of *E. coca* in the mitotic index of root meristems of *Allium cepa*. Six systems were established, where two blank controls 0 ug/ml and four treatments where ethanolic extract was added at a concentration of 10 ug/ml and 100 ug/ml at 12 hrs and 24 hrs respectively. The tip of the root were isolated and stained with orcein and HCl 1N, the mitotic index of the cell lines in *A. cepa* was afterwards observed directly with an optical microscope, the obtained data were analyzed using the statistical method of the Tukey test. The studied concentrations didn't show significant differences. It's concluded that the ethanolic extract of *E. coca* "coca" at a concentration of 10ug/ml and 100ug/ml at 12 hrs and 24 hrs of exposure respectively, produces no cytotoxic effect on *A. cepa* cell lines.

Key words: *Erythroxylum*, higrine, truxillines.

Recibido: 9 Diciembre de 2012

Aceptado: 4 de Febrero de 2013

INTRODUCCION

Los antiguos peruanos utilizaban plantas no solo como alimento, también las empleaban para curar males que los aquejaban. Existen informaciones bibliográficas en la que se da a conocer el empleo de las plantas para estos fines. Se sabe que las plantas medicinales fueron la base para diversos tratamientos y para muchos fármacos tienen su origen en plantas medicinales siendo la fuente de droga para la población mundial. La OMS estima que la mayoría de los habitantes del planeta recurren a remedios tradicionales. (Cabieses, 1980).

La coca es nativa del Perú y ha sido cultivada desde tiempos muy remotos por lo menos desde dos mil años a.c., los habitantes del área andina consumían hojas de coca en el Perú hace 4000 años. Los estudios realizados acerca de la hoja de coca lo relacionan generalmente a sus efectos aditivos dados por sus constituyentes alcaloides. Pero pocos son los estudios que se refieren a las propiedades benéficas que posee (Horna et al, 1980). Existen 250 especies conocidas de mayor presencia en el Perú como *Erythroxylum coca* Lam. var *coca* *Erythroxylum novogranatense* var. *truxillense*. Ambas tienen similar composición con diferente concentración contiene taninos vitaminas grasas salicatos en diferentes proporciones (Mostacero, 2009).

La "coca" tiene diversos usos ejemplo la fabricación de anestésicos o la utilización del extracto de sus hojas como parte de los saborizantes de una bebida gaseosa, en la población andina tradicional el uso más conocido que se le da a las hojas de coca es el chacqueo. Sin embargo también lo usan como medicina, instrumento para adivinar el futuro, diagnóstico de enfermedades y como asentativo de las comidas. (Domic y col., 1985).

Actualmente los estudios realizados sobre la hoja de coca se enfocan en estudiar sus propiedades nutricionales y medicinales. En el aspecto nutricional diversos estudios indican que la hoja de coca es una fuente rica en proteínas contiene hasta cinco veces el calcio de la leche ayuda a metabolizar las grasas y carbohidratos. Además tiene un alto contenido de Selenio, Zinc Magnesio y vitaminas además de cocaína y otros alcaloides tenemos a los taninos, silicatos y otras sustancias que le proporcionan su benéfica acción medicinal entre ellas propiedades anestésicas, analgésicos, antidiarreico, evita el soroche, regula la presión arterial, terapéuticas para la gastritis y úlceras evita la formación de caries dental ayuda en la coagulación entero otras. (Machado, 1968).

En un estudio del fraccionamiento químico de la hoja de *Erythroxylum coca* "coca" se obtuvo que con el uso de diversos métodos y solventes de extracción de ese producto se extraído, identificado y evaluado el contenido de proteínas y aminoácidos según los solventes y condiciones de extracción (agua fría agua BM 100°C NaHCO 0.1 Ph 8.5 y HC1 1N BM 100°C) Así se determinó que este producto es rico en proteínas sin estar exento totalmente de otros compuestos químicos puede ser fuente adecuada de proteínas para los estudios químicos y nutricionales respectivos. (Roger, 2005).

Desde el punto de vista biológico se han estudiado extractos de varias especies vegetales del género *Erythroxylum* para ello se han desarrollado ensayos para evaluar el efecto citotóxico, la actividad antibacteriana y la actividad antiviral entre otras (Payo et al., 2000). Las especies mayormente utilizadas son: *E. coca* var. *coca*, *E. coca* var. *ipadu.*, *E novogratense* var. *novogranatense* y *E. novogranatense* var. *truxillense*.

En el trabajo de investigación "Determinación de la Citotoxicidad de Extractos de *Erythroxylum confusum* mediante el método de la *Artemia salina*" (camarones de mar) se evaluó que de manera general las preparaciones obtenidas de la especie (10ug/ml, 100ug/ml y 1000 ug/ml) se consideran no tóxicas según el método de *Artemia salina*, lo que permitirá continuar la realización de experimentos biológicos para evaluar sus efectos farmacológicos

La mayoría de estos estudios han estado referidos a los flavonoides y alcaloides presentes en troncos y hojas de la *E. coca* en los datos recientes obtenidos en laboratorio demostraron que un extracto etanólico de *E. minutifolium* resultó citotóxico en células de *E. coli* a las concentraciones de 200ug/ml. (Leyva y col., 2007).

En investigaciones más recientes se utiliza a los animales para evaluar la citotoxicidad de los extractos de algunas especies de plantas un ejemplo es la "Evaluación de la Toxicidad de los Extractos Etanólicos de *Baccharis latifolia* y *Baccharis papulosa* en ratas albinas suizas" que resultó que los extractos a dosis de 3000 y 5000 mg/kg para el EE-Bp y 5000 mg/kg para el EE-B1 fueron administrados por canulación vía oral a los ratones y como resultado ambos extractos no manifiestan toxicidad aguda (mortalidad hasta 5000 mg/ kg) a dosis única.(Loza y col., 2011).

Por otro lado se sabe que para que exista crecimiento en cualquier tipo de tejido es necesario que las células atraviesen por una serie de eventos moleculares englobados en el Ciclo Celular. En este intervienen una serie de genes que regulan positivamente el ciclo, como los que codifican a las proteínas del sistema de ciclinas y Kinasas dependientes de Ciclinas (CDK) las cuales hacen posible la formación de complejos moleculares como el denominado MPF (factor promotor de la anafase) quien cumplirá un rol importante cuando las células pasen desde la metafase hacia la anafase, además de permitir que las células puedan salir de la mitosis e ingresar a un nuevo ciclo celular.(Aller y col., 1992).

No obstante el ciclo no termina en división celular ya que su regulación genética condiciona a cada una de las fases que lo conforman. Esto exige una transcripción y síntesis de proteínas específicas, las cuales determinan el inicio del ciclo celular, la replicación la finalización del periodo S el paso de G2 hacia la mitosis y el flujo de cada fase de esta última. De esta manera el ciclo puede ser afectado por sustancias antimitóticas citotóxicas y genotóxicas, tales como los compuestos fenólicos que alteren e incluso ocasionan daños a nivel cromosómico. (Karp y col., 2006).

Existen diversos bioensayos que ayudan a evaluar el riesgo toxicogénico de una sustancia o una mezcla de sustancias; Ejemplo de ellos, ejecutados en meristemos de liliáceas como los de *A. cepa* "cebolla" quien es frecuentemente utilizada para estudios de la dinámica celular puesto que su cultivo in vitro constituye un sistema ideal para estudiar los mecanismos regulatorios que puedan afectar el ciclo celular En 1938 el uso de la cebolla se introdujo como un sistema de prueba biológico para evaluar los efectos citogenéticos de la colchicina Desde entonces debido al rápido crecimiento de sus raíces y la inmediata respuesta de su material genético a la presencia de citotóxicos potenciales en líquidos prueba, como el extracto de coca. Es por ello que algunos agentes físicos y químicos que puedan causar daño a nivel del ciclo celular, podría llevar a pensar que dichos agentes tendrían el potencial de generar un efecto tóxico en los procesos de división celular de cualquier tipo de células eucariotas, debido a la cuasi universalidad del código genético. (Silva, 2003).

En el presente trabajo se determinó el efecto citotóxico de diferentes concentraciones y tiempos de exposición al extracto etanólico de hojas de *E. coca* "coca" en el índice mitótico de meristemos radiculares de *A. cepa*.

Así mismo se determinó el índice de fases de células meristemáticas de *A. cepa* expuestas al extracto etanólico de hojas de *E. coca*.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. MATERIAL BIOLÓGICO :

- Hojas de *E. coca* "coca".
- Bulbos de *A. cepa*

2. PROCEDIMIENTO:

2.1. Obtención de hojas *Erythroxylum coca* "coca"

Hojas de *E. coca* fueron obtenidas del mercado La Unión de procedencia del distrito de Sinsicap de la Provincia de Otuzco.

2.2. Procesamiento de las hojas de *Erythroxylum coca* "coca".

Las hojas fueron lavadas con agua potable luego secadas bajo sombra a temperatura ambiente sobre papeles sabanas que se cambiaban diariamente y esparcidas para evitar la humedad y la producción de hongos durante 15 días.

2.3. Preparación del extracto etanólico de hojas de *Erythroxylum coca* "coca"

Se colocaron 60gr. de hojas secas en frascos de vidrio de boca ancha que contengan 03 litros de etanol al 96% dejándolo macerar herméticamente durante 15 días a temperatura ambiente, después se procedió a retirar las hojas de los frascos de vidrio, para la filtración a temperatura ambiente se utilizó papel de filtro Whatman N° 1, luego se procederá a volatizar a temperatura ambiente con la ayuda de un ventilador; se evapora el solvente presente en el filtrado usando una estufa. Se obtendrá un extracto crudo, producto de la evaporación del solvente, este fue pesado en una balanza digital y será rediluido con agua destilada a temperatura ambiente a un volumen equivalente al peso del extracto crudo (gr/ml) con la finalidad de obtener una suspensión madre a partir de la cual se prepararan las suspensiones a las concentraciones indicadas.

2.4. Obtención de raicillas de *Allium cepa* var. Arequipeña.

Los bulbos de *Allium cepa* se limpiaran desproviniendo de catafilas y raicillas secas, luego se colocaran en vasos descartables de 300cc de capacidad, que contendrán aprox. 100ml de agua de caño esto permitirá que el líquido este en contacto con el disco germinativo para permitir la emisión de nuevas raicillas manteniéndose con aireación constante del ambiente.

La renovación del agua contenida en los vasos será diaria permaneciendo por un periodo de tres días en dichos. Habiendo las raíces crecido de 2-3 cm.

2.5. Exposición y obtención de raicillas de *Allium cepa* L. var. Arequipeña a tres concentraciones de extracto de hojas de *Erythroxylum coca* "coca".

Los bioensayos se llevaran a cabo siguiendo un diseño bifactorial 3x2 considerando el factor tiempo: 12, 24 horas y el factor concentración con tres niveles 0, 10ug/ml, 100ug/ml. Al finalizar el tiempo de exposición de cada tratamiento se realizaran cortes de las raicillas y colocar en carnoy. Para la presente investigación se realizaran tres repeticiones por cada tratamiento.

T1: [0 ug/ml] x 12h T2: [0 ug/ml] x 24h
T3: [10ug/ml] x 12h T4: [10ug/ml] x 24h
T5: [100ug/ml] x 12h T6: [100ug/ml] x 24h
*cada tratamiento tiene 3 repeticiones.

2.6. Aplicación de los tratamientos.

Se colocaron en los vasos descartables los bulbos de cebolla para su enraizamiento por tres días luego se colocaron las concentraciones indicadas 0, 10ug/ml, 100ug/ml .a las 12 horas se procedió a extraer 6 raicillas de cada concentración y las demás se expusieron hasta las 24 horas.

2.7 Toma de muestra y Coloración

Se corta el ápice de las raíces se las colorea con orceina y HCl 1N posterior se realiza la prueba de los tres humos se cubre con la luna de reloj se deja colorear por un tiempo aproximado de media hora luego se coloca en la lamina se cubre con la laminilla se realiza el SQUAST y se observa al microscopio.

La lectura de las láminas se realizó a aumentos de 10x y 40x encontrando un rango de 26 a 28 campos observando metafases, anafases, telofases interfase y profases.

2.8. Análisis estadístico:

Se realizara el análisis de varianza y la comparación de todos los tratamientos con la PRUEBA DE TUKEY.

RESULTADOS

Al determinar el índice mitótico y de fases del ciclo celular de *A. cepa* expuesta a diferentes concentraciones y tiempos de exposición al extracto etanólico de *E. coca* "coca" se obtuvieron los siguientes resultados.

En la Tabla 1 y Figura 1 se muestra los valores obtenidos de los promedios del Índice mitótico (IM) y de fases de los diferentes tratamientos. Observándose que el IM aumenta y que el valor del índice profasico aumenta; conforme se incrementa las concentraciones del químico, de acuerdo con los diferentes tiempos ensayados.

Las tablas 2, 3, 4,5 y 6 muestran los análisis de comparación múltiple de promedios de los índices mitóticos y de fases. Los cuales confirman la existencia de diferencias significativas entre los diferentes tratamientos ensayados para los índices mitóticos, de profase, de anafase. Sin embargo con respecto al índice Metafasico los tratamientos no presentan diferencias significativas así mismo el Índice Telofásico tampoco presenta diferencias significativas.

La Figura 1 muestra los gráficos de los promedios de los índices mitóticos y de fases de los diferentes tratamientos.

Las Figura 2 muestra las diferentes fases del ciclo celular en células meristematicas de ápices radiculares en *A. cepa*, expuestas al extracto etanólico a una concentración de 100ug/ml y tiempo de 12 horas.

Las Figura 3 muestra las diferentes fases del ciclo celular en células meristematicas de ápices radiculares en *A. cepa*, expuestas al extracto etanólico a una concentración de 100ug/ml y tiempo de 12 horas.

Tabla 1. Promedios de los índices mitótico y de fases (%±D.E.) en células meristematicas de *Allium cepa* "cebolla" expuestas a tratamientos de extracto etanólico de *Erythroxylum coca* "coca".

TRATAMIENTOS	INDICE MITOTICO X±D.E.	INDICES DE FASES			
		PROFASE X±D.E.	METAFASE X±D.E.	ANAFASE X±D.E.	TELOFASE X±D.E.
T1	14,4±0.854	87,34±0.984	4,65±0,3522	5,1±0,527	2,89±0,484
T2	14,82±0.211	88,41±1,534	4,86±0,763	3,46±0,920	3,26±1,184
T3	14,84±0.1277	88.31±1,425	4,90±0,811	3,51±0,991	3,26±1,102
T4	14.43±0.307	87,37±2,005	4,75±0,165	5,09±1,511	3,55±2,315
T5	15,96±0,474	83,07±1,713	5,09±0,329	7,66±1,573	4,16±0,413
T6	15,04±0.165	87,51±0.803	5,08±0,509	4,83±0,460	2,48±0,223

Tratamientos con *E. coca* (según concentraciones y tiempos de exposición)

T1: Control; [0ug/ml] de extracto etanólico , 12 horas.

T2:[10ug/ml] de extracto etanólico, 12 horas.

T3:[100ug/ml] de extracto etanólico, 12 horas.

T4:control; [0ug/ml] de extracto etanólico, 24 horas

T5:[10ug/ml] de extracto etanólico, 24 horas

T6: [100ug/ml] de extracto etanólico, 24 horas.

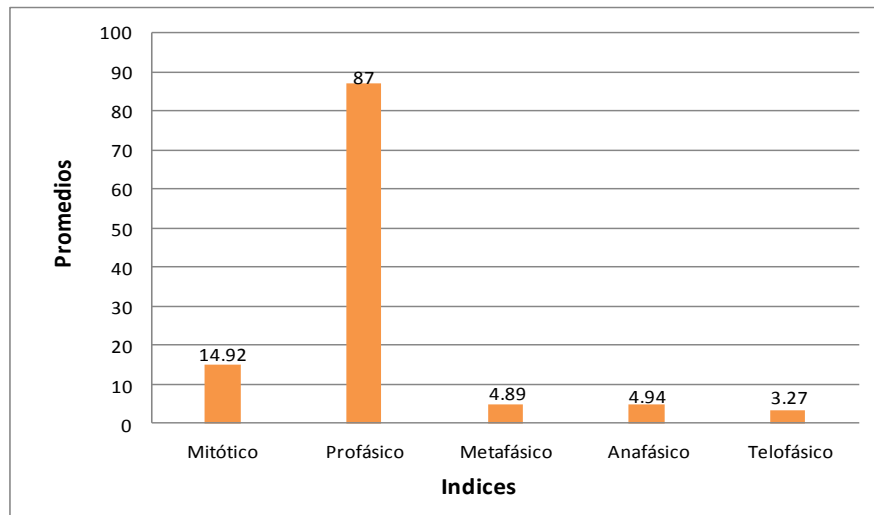


Fig. 1: Índice mitótico y de fases de células meristematicas de *Allium cepa* expuestas a tratamientos de *E. coca* "coca".

Tabla 2. Análisis estadístico de comparación múltiple de promedios mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$) de índices mitóticos en células meristematicas de *Allium cepa* "cebolla" expuestas a tratamientos de extracto etanólico de *Erythroxyllum coca* "coca".

Metodo 95.0 porcentaje HSD de Tukey			
Tratamientos	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
T1	3	14.4	X
T4	3	14.4267	X
T2	3	14.8233	XX
T3	3	14.84	XX
T6	3	15.0403	XX
T5	3	15.9567	X

Tabla 3. Análisis estadístico de comparación múltiple de promedios mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$) de índices Profasico en células meristematicas *Allium cepa* "cebolla" expuestas a tratamientos de extracto etanólico de *Erythroxyllum coca* "coca".

Método 95.0 porcentaje HSD de Tukey			
Tratamientos	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
T5	3	83.0667	X
T1	3	87.3367	X
T4	3	87.37	X
T6	3	87.5133	X
T3	3	88.3067	X
T2	3	88.41	X

Tabla 4. Análisis estadístico de comparación múltiple de promedios mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$) de índices metafásicos en células meristematicas *Allium cepa* "cebolla" expuestas a tratamientos de extracto etanólico de *Erythroxyllum coca* "coca".

Metodo 95.0 porcentaje HSD de Tukey			
Tratamientos	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
T1	3	4.64667	X
T4	3	4.75333	X
T2	3	4.85667	X
T3	3	4.90333	X
T6	3	5.081	X
T5	3	5.09	X

Tabla 5. Análisis estadístico de comparación múltiple de promedios mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$) de índices anafásicos en células meristemáticas *Allium cepa* "cebolla" expuestas a tratamientos de extracto etanólico de *Erythroxylum coca* "coca".

Método 95.0 porcentaje HSD de Tukey			
Tratamientos	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
T2	3	3.45667	X
T3	3	3.50667	X
T6	3	4.83333	XX
T4	3	5.091	XX
T1	3	5.1	XX
T5	3	7.66	X

Tabla 6. Análisis estadístico de comparación múltiple de promedios mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$) de índices telofásicos en células meristemáticas *Allium cepa* "cebolla" expuestas a tratamientos de extracto etanólico de *Erythroxylum coca* "coca".

Método 95.0 porcentaje HSD de Tukey			
Tratamientos	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
T6	3	2.48333	X
T1	3	2.89333	X
T3	3	3.25667	X
T2	3	3.25667	X
T4	3	3.54667	X
T5	3	4.16333	X

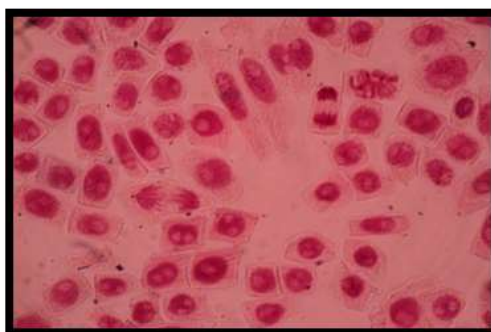


Fig. 2: Fases del ciclo celular interfase (I), profase (P), metafase (M), anafase (A), telofase (T) en células meristemáticas de ápices radiculares de *A cepa* expuestas a 100ug/ml de *Erythroxylum coca* 12 horas.

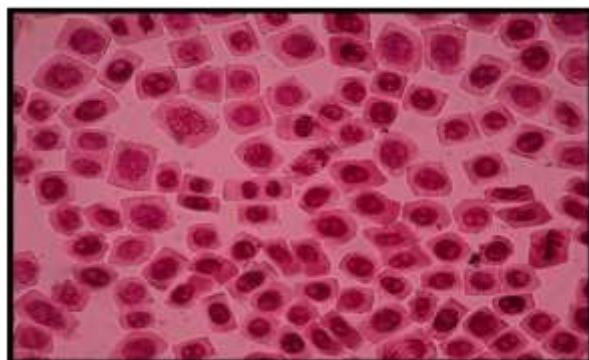


Fig. 3: Fases del ciclo celular interfase (I) profase (P) metafase (M) anafase (A) telofase (T) en células meristemáticas de ápices radiculares de *A cepa* expuestas a 100ug/ml de *Erythroxylum coca* 24 horas.

DISCUSION

Cuando un bulbo de cebolla se rehidrata se produce una estimulación en la división de las células, lo que produce la elongación en las raíces de las plantas. La población de células meristemáticas de cebolla se encuentran sujetas a un equilibrio dinámico estable, hallándose asincrónicamente distribuidas a través del ciclo. (Valladolid y col., 2000).

En las células meristemáticas presentes en los ápices radiculares de *A. cepa* L. "cebolla" constituyen un modelo ideal para el estudio de los fenómenos celulares debido a que se encuentran en constante equilibrio proliferativo; de esta manera es como el número de células que se encuentran en una fase determinada es también constante y proporcional a la duración de la misma pero cuando se lleva a cabo en presencia de sustancias antimitóticas, citotóxicas o genotóxicas, altera su normal desarrollo e incluso ocasionan daño a nivel cromosómico, ocasionando que la división celular de los meristemas radiculares pueda inhibirse, retardarse u ocasionar apoptosis. (Díaz y col., 2007).

En las fases que conforman el ciclo celular, es controlado por complejos ciclinas-quinasas dependientes de ciclinas (CDK); que implican una regularidad en el proceso de transcripción y síntesis de proteínas específicas que determinan el inicio del ciclo celular y el consecuente paso a G2, en la que ocurren eventos asociados a la condensación cromosómica, formación de fibras del uso, preparación para la desintegración de la envoltura nuclear como eventos previos al proceso de mitosis evento que asegura la repartición del material cromosómico en las células hijas, mediante el flujo a través de fases. (Talledo, 1995).

Al evaluar los Índices Mitóticos (IM) hallados en células meristemáticas de los tratamientos control que corresponde a 14,4% (T1: [0ug/ml] de extracto etanólico de *E. coca*, 12horas), 14,82% (T4: [0ug/ml] de extracto etanólico de *E. coca*, 24horas.) estos valores se aproximan a los reportados por Beltrán y Gonzales (1995), los cuales hallaron que el promedio de IM es 14,6% y la ligera variación de los valores obtenidos en este caso probablemente se debería a la influencia de factores ambientales. (Beltrán, 1995).

El aumento significativo de los índices mitóticos en 14,82 % (T2:[10ug/ml] de extracto etanólico de *E. coca*, 12horas), 14,84% (T3: [100ug/ml] de extracto etanólico de *E. coca*, 12horas.) y 15,96 % (T5:[10ug/ml] de extracto etanólico de *E. coca*, 24horas) Y 15,04% (T6: [100ug/ml] de extracto etanólico de *E. coca*, 24horas.) con respecto a los controles demostraría la acción citotóxica del extracto etanólico de *Erythroxylum coca* en el ciclo celular de *A. cepa* probablemente se debería a la presencia de ciertos compuestos en las hojas de coca como cocaína líreagica, cocaína dextrogira (iso cocaína), benzoilecgonina, cinameleoginina, cinamol cocaína, alfa y beta trujillina, higrina (alcaloide líquido), cuskigrina (alcaloide líquido), Trofacocaina y la Cocaina. (Cazaña, 2004).

El Índice Profásico muestra diferencias significativas mediante la formación de grupos homogéneos esto evidencia que los tratamientos del extracto etanólico a concentraciones de 10ug/ml, 100ug/ml a las 12 horas y 24 horas presentaría efecto significativo sobre esta fase del ciclo celular. Las diferencias significativas se da en los pares T1-T5, T2-T5, T3 -T5, T4-T5y T5- T6. La disminución del Índice profásico en 83,07% (T5:[10ug/ml] de extracto etanólico de *E. coca*, 24horas) con respecto a los controles indica que existe un buen porcentaje de citotoxicidad con respecto a los tratamientos control, el extracto etanólico inhibe el desarrollo celular. Cabe resaltar que varía mucho con los valores encontrados por Beltrán y Gonzales (1995) quienes reportan un valor de 44,6 %.

El incremento del IP en los tratamientos se debería probablemente a que dicha sustancia al inactivar la formación de los complejos CdK1-Ciclinas A y B; los cuales además de iniciar la condensación del material genético, activando a un grupo de proteínas conocidas como condensinas, encargadas del mantenimiento estructural de los cromosomas (SMC) y de inducir el ensamble del huso mitótico, asegurándose de que los cromosomas se unan a este. Traería como consecuencia que los procesos de condensación del material genético y de polimerización de

microtúbulos para la formación del huso se ven afectados; por lo que las células no transitarían normalmente desde profase a metafase. (Lodish y col., 2002 y Losada y col., 2001).

Los 6 grupos estadísticamente homogéneos para el Índice Metafísico no muestran diferencia significativa, no existe aumento ni disminución del índice de 4,64% (T1; [0ug/ml] de extracto etanólico de *E. coca*, 12horas.) hasta 5,09%(T5 [10ug/ml] de extracto etanólico de *E. coca*, 12horas) siendo estos valores cercanos a los del control.

Las diferencias significativas en el índice Anafásico entre los tratamientos, muestran que el valor aumenta desde 3,46% (T2: [10ug/ml] de extracto etanólico de *E. coca*, 12 horas.) hasta 7,66%(T5: [10ug/ml] de extracto etanólico de *E. coca*, 24 horas.) Acercándose estos valores a los del control lo cual se explica que el extracto etanólico permite el desarrollo de células en fase Anafásico mediante sus componentes, así permitiendo la formación del complejo promotor de la anafase y permitir la actividad catalítica de las cohesinas, generando así el desplazamiento de los cromosomas sobre los microtúbulos y como consecuencia permitiendo que las células transiten desde anafase a telofase. (Alberts, 2004; Murakami, 2000).

De los resultados obtenidos a partir de los diferentes tratamientos para el índice Telofásico se observan los grupos homogéneos estadísticamente diferentes. Los valores van aumentando de 2,89% (T2: [10ug/ml] de extracto etanólico de *E. coca*, 12horas) hasta 4,26% (T5:[10ug/ml] de extracto etanólico de *E. coca*, 24horas.) Este aumento se debe a que el extracto etanólico con sus componentes favorecen los procesos de segregación de cromátidas que ocurre en la telofase estaría aumentando en relación a la concentración y tiempo. (Hidalgo y col., 2000; Murrari, 1991).

CONCLUSIONES

El extracto etanólico de *E. coca* no tiene efecto citotóxico en el índice mitótico y de Fases en células meristemáticas de *A. cepa* en concentraciones 10ug/ml y 100ug/ml.

El extracto etanólico de *E. coca* no tiene efecto citotóxico en el índice mitótico y de Fases en células meristemáticas de *A. cepa* en concentraciones 10ug/ml y 100ug/ml y a los tiempos 12 y 24 horas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aller, A. & C. de la Torre. 1992. "The involvement of discrete genome regions in post-mitotic chromosome de condensation in GL Timing in *Allium cepa* L. meristemáticas cells." *Journal of cell science* 103: 1047-1051.
- Alberts, B; A. Jonson; J. Lewis; M. Raff; K. Roberts & P. Walter. 2004 *Biologic Molecular de la célula* 4ta Edición Ediciones Omega S.A.
- Almanza, G.; L. Salcedo; Y. Flores; O. Mamani; C. Curí; Z. Escobar; A. San Martin; E. Gonzales; E. Valenzuela; D. Salinas; E. Ocampo; R. Cabezas; M. Saavedra & G. Rodrigo. 2010. Development of phytopharmaceutical and cosmetic products from two Bolivian native plants. En: 4th TWOWS General Assembly: "Women Scientists in a Changing World" Beijing; TWAS Beijing Office, BIC, CAS; p.45.
- Beltran-Orbegoso, R. & I. F. Gonzales-Llontop. 1995 Inducción de puentes cromosómicos permanentes en meristemas de *Allium cepa*. *REBIOL* 15 (1y2): 9-17.
- Cabieses, F. 1980. Aspectos etnológicos de la coca y la cocaína" -Seminario Interamericano sobre Aspectos Médicos y Sociológicos de la Coca y la Cocaína Lima Editorial F. R. Jeri.
- Cazaña-Martínez, Y. 2004. Evaluación fitoquímica preliminar de tres especies cubanas de *Erythroxylum*. *Acta Farm. Bonaerense* 23 (2): 193 -7.
- Cordero, S. 2002 Evolución nutricional de la proteína de la hoja de coca. Trabajo de aptitud académica para optar el título profesional de químico Farmacéutico. UNMSM. Lima, Perú.
- De la Torre, C. & Q. García. 2005. Aceleración y frenado de proliferación celular" *Anal, Real Acad. NAC. Farm*, volumen 71: 535-569. disponible en <http://www.ranf.com/pdf/anales/2005/03/cap02.pdf>33.
- Domic, Z. 1985 Revisión crítica bibliográfica y consideraciones generales acerca del masticado de coca. *Cocaína 1985-Seminario Interamericano sobre Aspectos Médicos de la coca y la cocaína*. Lima: EDITORIAL F.R. Jeri.

- Falero, N. & J. Herrera.** 2006 Estudio de la hoja de *Erythroxylum coca* Lam. (Coca) en úlceras gástricas inducidas en ratas albinas (Trabajo de aptitud académica para optar el título profesional de Químico Farmacéutico). Lima: UNMSM.
- Festejo, G.** 1987. The Allium test as Standard in environmental Monitoring, Hereditas, 102: 99-102p
- Hidalgo, J. & J.F. Lopez Saez.** 2000. Effects of protein synthesis inhibition during plant mitosis; cell Res. 89; 336- 342p
- Horna R.** 1980 La producción de coca en el Perú. Cocaína. Seminario interamericano sobre aspectos médicos y sociológicos de la coca y la cocaína. Lima: editorial F.R. Jeri.
- Jiménez, N.; A. González; S. Prieto; J. Molina & A. Urquilla.** 2004. Evaluación fitoquímica de tres especies de *Erythroxylum*. Rev. Cubana PlantMed 9 (2): 1-8.
- Karp, G.** 2006 Biología Celular y Molecular, Conceptos y Experimentos. Cuarta Edición Impreso en México.
- Leyva, O.; A. Alonso; I. Rodeiro; A. Díaz; S. Scarro; A. Alvarez & J.A. González.** 2006. Evaluación genotóxica de un extracto etanólico de *E. minutifolium*. Tesis de Diploma. Fac. de Biología. Universidad de la Habana. pág.1-56.
- Levano, C. A.** 1988 Estudio fotoquímico de *Erythroxylum coca* " Hoja de Coca". Revista de Sanidad de las Fuerzas Policiales; 49 (2): 130-132.
- Lodish, H.; A. Berk; S. Lawrence; P. Matsudaira; D. Baltimore & J. Arnell.** 2002 "Biología Celular y Molecular"; Cuarta Edición Editorial Medica panamericana S.a. .
- Losada, A. & T. Hirano.** 2001. Shaping the metaphase chromosome: coordination of cohesion and condensation. Bioessays 23: 924-935.
- Machado, E.** 1968. El género *Erythroxylum* en el Perú. Lima.
- Martínez, Y. C.** 2004 Acta de recepción: "Evaluación fitoquímica preliminar de tres especies cubanas de *Erythroxylum*" Edit. Cinvestav pág. 193-197.
- Martínez, I.** 2006 Acta farmacéutica Bonaerense "Determinación de la citotoxicidad de extractos de *Erythroxylum confusum* Britt mediante el método de la Artemia salina Edit. ISSN pág. 429.
- Mitchison, T.J. & M.W. Kirshner.** 1999. Dynamic instability of microtubule growth. Nature. 312: 237-242.
- Monteagudo, B.** 2005. Actividad citotóxica y antiviral de fracciones de *Erythroxylum minutifolium*. XX Congreso Ítalo Latinoamericano Etnomedicina.
- Mostacero, J.** 2009 Fanerógamas del Perú 1era ed. Edit. Concytec pág. 397.
- Murrai, A. & M. Kirschner.** 1991 Control del ciclo Celular ; Investigación y Ciencia; N°176
- Murakami, H. & P. Nurse.** 2009. DNA replication and damage checkpoints and meiotic cell cycle controls in the fission and budding yeast. Biochen 349: 1-12.
- Osney, L.** 2003 Evaluación antigenotóxica del extracto etanólico de *Erythroxylum minutifolium* grises utilizando el ensayo SOS.Revista de investigación en línea. Edit. Sertox copyright pág. 36
- Payo, A.L.; S. Domínguez; O. Suae; B. Batista; M. Velez & H. T. Castro.** 2000. Tropane alkaloids from leaves and item bark of *Erythroxylum alaternifolium* and *Erythroxylum rotindifolium*. Phitochem 54(8) 927-932.
- Pierce, A. & L. Preston.** 2000. Radiation-related cáncer risk at low doses among atomic bomb survivors Radiat. Res 154: 178-186.
- Pelayo, H.R.; J. Pincherina; J. Jimenez-Abian; J.F. Clarke & D.J. De la Torre.** 2003 p-53 Independent Checkpoint Control in a plant cell model. Biol. Res 36: 381-388.
- Ramos, R.** 2005 Revisitasoc. Química Perú, 71 N° 1 "Fraccionamiento químico de la Hoja de coca y Obtencion de un producto rico en proteínas", pág. 3-11
- Silva, J.; B. EndTmann & J. Henriques.** 2003. Genética Toxicología. Primera ed. Editorial Alcana-Porto Alegre 422p.
- Srinivasan P. Nathan S. Suresh T,** 2001 Perumaisamy PL. " Antimicrobial activity of certain Indian medicinal plants used in folkloric medicine, Ethnopharmacol"; 74; 217-220.

EFFECTO PROTECTOR DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE *Rhizophora mangle* SOBRE LA LIPOPEROXIDACIÓN HEPÁTICA EN *Rattus rattus* var. *albinus*.

PROTECTIVE EFFECT HYDROALCOHOLIC EXTRACT OF *Rhizophora mangle* LIPOPEROXIDATION ON THE LIVER IN *Rattus rattus* var. *albinus*.

Joseph Campos-Ruiz*, Orlando Pretel-Sevillano**

Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo. Perú.
josecam_6@hotmail.com*, opretels@yahoo.com**

RESUMEN

Esta investigación se realizó con el propósito de evaluar la acción protectora del extracto hidroalcohólico de *Rhizophora mangle* "mangle" sobre la lipoperoxidación hepática en *Rattus rattus* var. *albinus*. Para la experiencia se consideraron dos controles o testigos; uno de ellos expuestos con tetracloruro de carbono y el otro con suero fisiológico, frente a dos tratamientos con cuatro repeticiones, a los cuales se les agregó el extracto hidroalcohólico de *R. mangle* en concentraciones de 200 y 400 mg/Kg de peso corporal durante tres días para determinar las concentraciones de malondialdehído (que es estequiometricamente igual a los radicales libres formados), mediante la técnica de las sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico. Se encontró que los grupos tratados con el extracto hidroalcohólico mostraron reducción en la formación de radicales libres, y nos lleva a concluir que dicho extracto ejerce efecto protector sobre la lipoperoxidación hepática en *Rattus rattus* var. *albinus*.

Palabras clave: Lipoperoxidación, radical libre, extracto hidroalcohólico.

ABSTRACT

This research was conducted in order to evaluate the protective action of the hydroalcoholic extract of *Rhizophora mangle* "mangle" on hepatic lipid peroxidation in *Rattus rattus* var. *albinus*. For two controls were considered experience or witnesses one exposed with carbon tetrachloride and the other with saline, compared to two treatments with four repetitions to which were added the hydroalcoholic extract of *R. mangle* at concentrations of 200 and 400 mg / kg body weight for three days to determine the concentrations of malondialdehyde (which is stoichiometrically equal to the free radicals formed), by the technique of the thiobarbituric acid reactive substances. It was found that the groups treated with hydroalcoholic extract showed reduced free radical formation, and leads us to conclude that the extract exerts protective effect on hepatic lipid peroxidation in *Rattus rattus* var. *albinus*.

Key words: Lipid peroxidation, free radical, hydroalcoholic extract.

Recibido: 9 Diciembre de 2012

Aceptado: 6 de Marzo de 2013

INTRODUCCION

La peroxidación lipídica se asocia con la etiología de diversos padecimientos como el engrosamiento y rigidez de los vasos sanguíneos (arteriosclerosis), que reduce el adecuado suministro de sangre a los tejidos e inflamación de las articulaciones (artritis reumatoidea), inflamación y exceso de mucosidad en los pulmones (enfisema pulmonar), cáncer, y daño al sistema inmune, pulmón, riñón e hígado (Vargas y col, 2007). Esta se origina cuando los radicales de oxígeno, en especial el radical hidroxilo, tienen mucha afinidad por los ácidos grasos poliinsaturados que forman parte de los fosfolípidos de la membrana celular. Durante esta unión el radical hidroxilo sustrae un hidrógeno del ácido graso para dar lugar a la formación de un nuevo radical orgánico (iniciación). Seguidamente este radical orgánico se une al lípido vecino y da lugar a un nuevo radical, y así sucesivamente se multiplica, para crear una verdadera reacción en cadena que daña de manera prácticamente irreversible la membrana celular (Piña-Garza; 1996).

Se ha identificado que el estrés oxidativo es responsable de la lipoperoxidación (Kalish y Luzio, 1996). El estrés oxidativo (EO) es el estado fisiopatológico que produce un desbalance entre los

sistemas oxidantes y los antioxidantes a favor de los primeros, por la producción excesiva de especies reactivas de oxígeno (ERO), el debilitamiento de los sistemas antioxidantes, o por ambos. Ello implica un aumento en la generación de especies oxidadas tóxicas que conllevan a un deterioro funcional y estructural de células y tejidos (Martínez y col., 2003), y están implicadas en la patología de numerosas enfermedades como el cáncer, enfermedades cardíacas, arterosclerosis, enfermedades cerebrales y envejecimiento (Kohen & Nуска, 2002).

Se ha estimado que aproximadamente 2 % del oxígeno consumido por un organismo normal va a la formación de especies reactivas del oxígeno (EROs), de las cuales varias son radicales libres (Chance y col., 1979). En cantidad, las principales especies reactivas del oxígeno que se generan durante la respiración celular son el anión superóxido ($O_2^{\cdot-}$) y el peróxido de hidrógeno (H_2O_2), el que a su vez da origen al radical hidroxilo (OH^{\cdot}). El anión superóxido y el radical hidroxilo son especies altamente reactivas pues poseen uno o más electrones desapareados, son capaces de provocar reacciones en cadena cuyo daño en las membranas celulares puede ser irreversible y llegar incluso hasta la muerte celular (Child y col., 1998).

Varios estudios han demostrado que las plantas producen potentes antioxidantes y representan una importante fuente de antioxidantes naturales; en nuestro país, el uso de plantas medicinales con atribuciones antioxidantes es muy difundido y por ello se están llevando a cabo diferentes estudios sobre su acción farmacológica. Como por ejemplo tenemos los estudios realizados con *Buddleia globosa*, *Piper angustifolium* "maticio" (Placencia, 2001), *Croton palanostigma* "sangre de grado" y *Aloe vera* "savila" (Arroyo, 1998).

Rhizophora mangle tiene varias propiedades para su uso en medicina tradicional. Se ha utilizado para el tratamiento de enfermedades de la garganta y en la tuberculosis pulmonar (Roig, 1988); así como contra la lepra, el asma, la úlcera péptica, los trastornos digestivos, las infecciones de la piel y las enfermedades venéreas (Rojas & Coto 1978). Además se reportó que tiene actividad anti fúngica (Cáceres y col., 1993). En las últimas décadas se demostraron varias actividades farmacológicas del extracto acuoso de la corteza de *R. mangle*; que incluyen, prevención de mastitis bovina (Armenteros, 1998); eficacia en la curación de las heridas (Bulnes y col., 2001); así como propiedades antimicrobianas (Melchor y col.; 2001); a su vez resulto exitoso en el tratamiento de las infecciones uterinas (Melchor y col., 2001) y las úlceras gastroduodenales (Sánchez y col., 2001), también se demostraron sus propiedades antiinflamatorias (Marrero y col., 2006).

Con extracto acuoso de la corteza de *R. mangle* L. (mangle rojo) se obtuvo polifenoles (54,78%), representados en su mayoría por taninos poliméricos (80 %) y taninos hidrolizables (20 %); en estos últimos se destaca la presencia de epicatequina, catequina, ácido clorogénico, ácido gálico y ácido elágico, además se encontraron galotaninos y elagitaninos. De las estructuras no tánicas, se refiere a la presencia de carbohidratos (17,5 %) libres y enlazados; ácidos grasos (4,0 %) de cadena larga, saturados e insaturados; fitoesteroles (0,0285 %) y aromas o aceites esenciales no volátiles (Sánchez y col., 1998).

Con lo expuesto, objetivo de este trabajo fue determinar el efecto protector del extracto hidrolacohólico de *R. mangle* sobre la lipoperoxidación hepática en ratas, *Rattus rattus* var. albinus y así poder aportar en el conocimiento de las propiedades antioxidantes de esta planta.

MATERIAL Y MÉTODOS

MATERIAL BIOLÓGICO:

Hojas y cortezas de *Rhizophora mangle* "mangle" fueron recolectadas de los manglares de Tumbes; departamento de Tumbes – Perú, entre mayo – junio 2012. La determinación de la especie se hizo en el Herbarium Truxillense (HUT).

Rattus rattus var. albinus, hembras, fueron adquiridos del bioterio de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Trujillo, teniendo en cuenta que tengan edad y peso similares.

OBTENCIÓN DE EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO:

Las hojas y cortezas de *R. mangle* "mangle" se sometieron a una limpieza manual para eliminar arena, epifitos y fauna acompañante; se lavó con abundante agua de grifo y luego con agua destilada. Se cortaron las cortezas y hojas en trozos pequeños y secados en estufa a 50°C, para evitar la desnaturalización de algunas biomoléculas termosensibles, luego fueron molidos y tamizados para obtener un polvo fino y luego se hizo una mezcla hidroalcohólica (70% etanol + 30% agua destilada) y se depositó en un frasco ámbar por 6 días con agitación diaria.

Después fue filtrado por 3 veces con papel de filtro Wathman No 1 con ayuda de una bomba de vacío, para eliminar todo residuo orgánico grosero. Este extracto fue sometido a separación de clorofilas con cloroformo en un embudo de separación (las clorofilas se eliminan). El producto líquido obtenido fue evaporado totalmente y el producto seco obtenido fue guardado en refrigeración hasta su uso en los animales con una dosificación establecida para cada uno.

DISEÑO EXPERIMENTAL:

Se hicieron tres repeticiones por cada grupo control, utilizándose al final 42 ratas. Se estableció un grupo control negativo, grupo control positivo, con tres ratas cada uno y dos grupos experimentales; con cuatro ratas cada uno.

Grupo control negativo (GCN): 3 ratas fueron tratadas diariamente con solución salina fisiológica en un volumen del 3 % de su peso corporal por 3 días, vía orogástrica.

Grupo control positivo (GCP): 3 ratas fueron tratadas diariamente con 1 ml de tetracloruro de carbono/ Kg de peso corporal por 3 días, vía orogástrica.

Grupo experimental:

Grupo experimental 1 (GE1): 4 ratas tratadas con 1 ml de tetracloruro de carbono/ Kg del peso corporal más 200 mg de extracto de "mangle" / Kg de peso corporal por 3 días, vía orogástrica.

Grupo experimental 2 (GE2): 4 ratas tratados con 1 ml de tetracloruro de carbono/ Kg del peso corporal más 400 mg de extracto de "mangle" / Kg de peso corporal por 3 días, vía orogástrica.

EVALUACION DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN HIGADO DE *R. rattus* var. *albinus*:

Obtención del homogenizado de hígado:

En el cuarto día del tratamiento, las ratas fueron anestesiadas y se les realizó una laparotomía a nivel de la línea alba abdominal, se extrajo el hígado, que fue perfundido con solución de Krebs helado y molido en un mortero de porcelana frío y un gramo de este fue homogenizado con 5 ml. de la misma solución en un homogenizador de Potter para los ensayos correspondientes.

MEDICION DE LA FORMACIÓN DE RADICALES LIBRES:

En el homogenizado hepático se midió el grado de lipoperoxidación mediante el método de las sustancias reactivas al ácido Thiobarbiturico (TBARS) en presencia y ausencia de Fe⁺³/Ascorbato (Rio, 2000).

En un tubo de ensayo, se agregó 1.7 mL de solución de Krebs, 0.1 mL del homogenizado del hígado, 0.1 mL de Fe³⁺ (0,0028g/l) y 0.2 mL de ácido ascórbico (0,007 g/L); luego se incubó a 37°C por 30 minutos. Posteriormente se realizó un desproteínizado con 1 mL de ácido tricloroacético, sometiéndose a ebullición en baño maría por 30 minutos para luego centrifugar a 3 500 rpm por 20 minutos. Se obtuvo el sobrenadante, al cual se le agregó 1 mL de ácido thiobarbiturico, y sometido a ebullición para que reaccione con el malondialdehído, dando una reacción de coloración rosada que se forma como producto de la lipoperoxidación, que equivale estequiometricamente igual a la cantidad de radicales libres, luego se centrifugó a 3500 rpm por 20 minutos; y el sobrenadante fue leído en el espectrofotómetro a 535 nm. Así los valores

obtenidos en absorbancia fueron expresados en concentraciones de malondialdehído ($\mu\text{g/g}$ de hígado) con ayuda de una curva de calibración obtenida previamente.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Los datos fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANOVA); además se utilizaron intervalos confidenciales simultáneos para efectos de tratamientos.

RESULTADOS

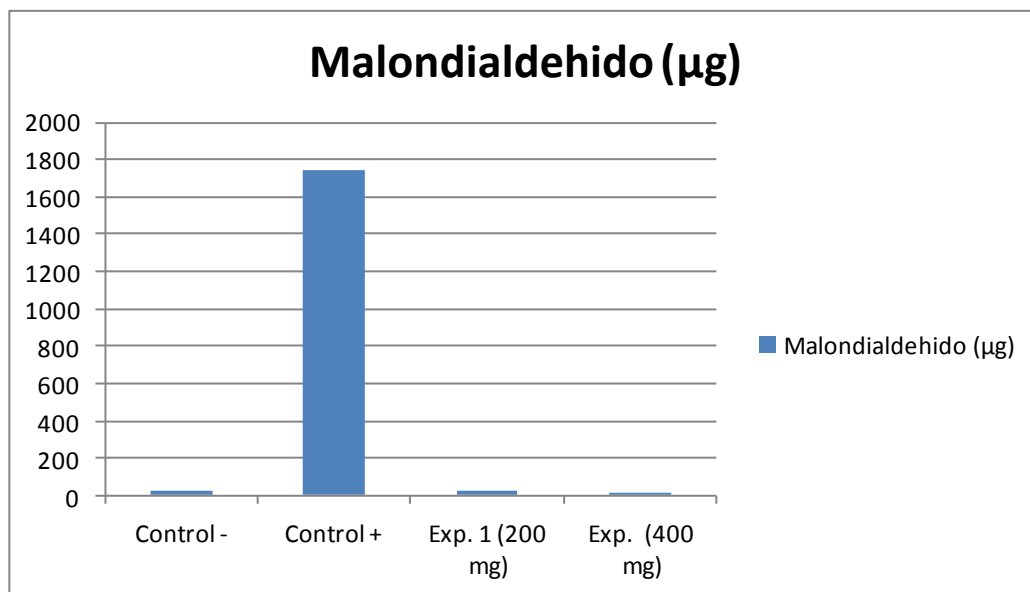


Fig. 1: Concentración de radicales libres en hígado de *R. rattus* var. albinus obtenidos en los 4 grupos. El grupo control negativo tratados con solución salina fisiológica estéril en un volumen del 3% del peso corporal, el grupo control positivo tratados con 1 ml de tetracloruro de carbono/ Kg de peso corporal; y un grupo experimental conformado por dos sub grupos, grupo experimental 1 tratados con 1 ml de tetracloruro de carbono/ Kg del peso corporal más 200 mg de extracto de "mangle" / Kg de peso corporal y grupo experimental 2 tratados con 1 ml de tetracloruro de carbono/ Kg del peso corporal más 400 mg de extracto de "mangle" / Kg de peso corporal.

Tabla 1. Resultados de ANOVA para malondialdehído según tratamientos utilizados en base al extracto de *R. mangle*

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	6.47811E6	3	2.15937E6	5.62	0.0161
Intra grupos	3.84223E6	10	384223.0		
Total (Corr.)	1.03203E7	13			

El F-ratio, que en este caso es igual a 5.62009, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0.05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las Malondialdehído medias de un nivel de Tratamientos a otro para un nivel de confianza del 95.0%.

DISCUSIÓN

Varios estudios han demostrado que las plantas producen potentes antioxidantes y representan una importante fuente de antioxidantes naturales.

De los resultados, el gran incremento de radicales libres del grupo tratado con tetracloruro de carbono (CCl_4) hubo un gran incremento en las concentraciones de radicales libres, posiblemente se deba a que el tetracloruro de carbono por ser tóxico origina una gran formación de radicales

libres, esto comparado con los grupo control y experimental (GE1 y GE2) que muestran una disminución de radicales libres, lo cual se corrobora que el extracto hidroalcohólico de *R. mangle* muestra propiedades antioxidantes dado por la presencia de compuestos polifenólicos, los cuales son los principales responsables del incremento de enzimas antioxidantes como la superóxido dismutasa (SOD) y la catalasa (CAT), así como la inhibición de la peroxidación lipídica (Shulka y col., 1999).

En este sentido existen reportes acerca de los efectos antioxidantes in vivo por extractos de plantas que contiene polifenoles o por compuestos polifenólicos puros. Así, un estudio revela que heridas cutáneas en ratas albinas tratadas por vía tópica con el extracto acuoso de hojas de la planta *Seabuckthorn* (*Hippophaea rhamnoides* L.) mostraron a los 7 días de tratamientos un incremento significativo en las actividades de las enzimas superóxido dismutasa, catalasa y glutatión peroxidasa, mientras las concentraciones de MDA estaban disminuidas; a su vez también encontraron que este extracto aumento significativamente el proceso de curación (Gupta y col.; 2005). En otro estudio se informa que el tratamiento tópico de un extracto de polifenoles del te verde en la piel de ratones expuestos a radiación ultravioleta resultó en una significativa aumento de las enzimas antioxidantes: glutatión peroxidasa y catalasa, e inhibió la peroxidación lipídica y la oxidación de proteínas (Vayalil y col.; 2006). Un estudio reportó que el extracto de semillas de la uva, en el que se destaca la presencia de compuestos polifenólicos como: catequina, epicatequina, trans-resveratrol y ácido gálico, disminuyo la actividad mutagénica de la bleomicina en la cepa TA102 de *Salmonella typhimurium* (Stagos y col.; 2006). Empleando esta misma cepa como modelo de estudio, otros investigadores demostraron que el mecanismo que explica la actividad antimutagénica de los polifenoles es su capacidad secuestradora de radicales libres (Edenharder y Grunhage, 2003).

CONCLUSIONES

El extracto hidroalcohólico de *R. mangle* mostró un efecto hepatoprotector sobre la lipoperoxidación en hígado de *Rattus rattus* tanto a las concentraciones de 200 como a la de 400 mg/Kg de peso corporal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armenteros, M.** 1998. Evaluación de un desinfectante mamario post-ordeño de origen natural [Tesis doctoral]. La Habana: Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, Universidad Agraria de La Habana.
- Arroyo, A.** 1998. Actividad antiulcerosa de *Piper angustifolium* "matico". Tesis para optar el grado de Doctor. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina. Lima, Perú.
- Bulnes, C.; O. Fernández; D. Navarro; E. Marrero; D. Rueda & O. Figueroa et al.** 2001. Healing effect of a red mangrove extract in open aseptic wounds in rat. *Rev Salud Anim.* 23(2):102-8.
- Cáceres, A.; B. López; X. Juárez; J. del Aguila & S. García.** 1993. Plants used in Guatemala for the treatment of dermatophytic infections 2: Evaluation of antifungal activity of seven American plants. *J Ethnopharmacol.* 40:207-13.
- Chance, B. H. Sies & A. Boveris.** 1979. Hydroperoxide metabolism in mammalian organism. *Physiol Rev.* 59:527-605.
- Child, R.; D. Wilkinson; J. Fallowfield & A. Donnelly.** 1998. Elevated serum antioxidant capacity and plasma malondialdehyde concentration in response to a simulated half-marathon run. *Med Sci Sport Exerc.* 30(11):1603-7.
- Edenharder, R. & D. Grunhage.** 2003. Free radical scavenging abilities of flavonoids as mechanism of protection against mutagenicity induced by tert-butyl hydroperoxide or cumene hydroperoxide in *Salmonella typhimurium* TA102. *Mutat Res.* 540(1):1-18.
- Gupta, A.; R. Kumar; K. Pal; P.K. Banerjee & R.C. Sawhney.** 2005. A Preclinical Study of the Effects of Seabuckthorn (*Hippophaea rhamnoides* L) Leaf Extract on Cutaneous Wound Healing in Albino Rats. *Lower Extremity Wounds.* 4(2):88-92.
- Kohen, R. & A. Nyska.** 2002. Oxidation of biological Systems: oxidative stress phenomena, antioxidants, redox reactions, and methods for their quantification. *Toxicologic pathology.* 30(6): 620-50.
- Martínez, S.G.; H.G. Delgado & G.G. Garredo.** 2003. Mitos y realidades de la terapia antioxidante. *Vimang* nuevo natural antioxidante. La Habana. Edición especial del centro de química farmacéutica;p.67

- Marrero, E.; J. Sánchez; E. de Armas; A. Escobar; G. Melchor; M.J. Abad et al.** 2006. COX-2 and sPLA2 inhibitory activity of aqueous extract polyphenols of *Rhizophora mangle* (red mangrove). *Fitoterapia*. 77:313-5.
- Melchor, G.; M. Armenteros; O. Fernández; E. Linares & I. Fragas.** 2001. Antibacterial activity of *Rhizophora mangle* bark. *Fitoterapia*. 72: 689-91.
- Piña-Garza, E.** 1996. Los radicales libres: beneficios y problemas. *Gac Med Mex*. 132:183-200.
- Placencia, M.** 2001. Evaluación dermatológica de la *Buddleia globosa* "matico" en el tratamiento de ulcera gástrica inducida en animales de experimentación. Tesis para optar el grado de Magister. Universidad Nacional mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Roig, J.T.** 1988. Plantas medicinales, aromáticas y venenosas de Cuba. 2da ed. La Habana Editorial Científico-Técnica. p. 606-7.
- Rojas, N. & O. Coto.** 1978. Propiedades antimicrobianas de extractos de *Rhizophora mangle* L. *Rev Cubana Med Tropical*. 30(3):181-7.
- Rio, V.** 2000. Efecto antioxidante de *Allium cepa* y *Allium sativum* en la peroxidación lipídica inducida con Fe⁺³ / Ascorbato en cerebro aislado de *Rattus rattus* var. *Albinus*. Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias mención Farmacología. Trujillo-Perú.
- Sánchez, L.M.; D. Rueda & B.C. Gómez.** 2001. Gastric antiulcer effect of *Rhizophora mangle* L. *J Ethnopharmacol*. 77:1-3.
- Shukla, A.; A.M. Rasik & B.N. Dhawan.** 1999. Asiaticoside induced elevation of antioxidant levels in healing wounds. *Phytother Res*. 13 (1): 50-4.
- Stagos, D; G. Kazantzoglou; D. Theofanidou; G. Kakalopoulou; P. Magiatis; S. Mitaku et al.** 2006. Activity of grape extracts from Greek varieties of *Vitis vinifera* against mutagenicity induced by bleomycin and hydrogen peroxide in *Salmonella typhimurium* strain TA102. *Mutat Res*. 609(2):165-75.
- Vayalil, P.K.; C.A. Elmets & S.K. Katiyar.** 2006. Treatment of green tea polyphenols in hydrophilic cream prevents UVB-Induced oxidation of lipids and proteins, depletion of antioxidant enzymes and phosphorylation of MAPK proteins in SHK-1 hairless mouse skin. *Carcinogenesis*. 24(5): 0927-36.
- Vargas, F.; C. Rivas; A. Nursamaa & Z. Soltan.** 2007. Reacciones de radicales libres con relevancia biológica en la teoría del envejecimiento. 3-15.

AISLAMIENTO DE ADN GENÓMICO A PARTIR DE PLUMAS DE *Columbina cruziana*

ISOLATION OF GENOMIC DNA FROM FEATHERS OF *Columbina cruziana*

Víctor Sánchez-Cabrera, Luis Pollack-Velásquez, Carlos Quijano-Jara
Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo. Perú.

RESUMEN

El primer paso en los análisis de ADN es su extracción y purificación a partir de muestras biológicas, una de ellas es la sangre, que es utilizada en la mayoría de los casos. La extracción de sangre en aves pequeñas es un procedimiento complejo, lo que no ocurre con la obtención de muestras a partir de las plumas, En el presente trabajo se pretende determinar la calidad y cantidad de ADN a partir de plumas de *Columbina cruziana* mediante la utilización del método de Fenol: cloroformo para extracción de ADN, con el fin de establecer bases para estudios posteriores de especiación taxonómica y evolutiva en especies de aves endémicas y en estado de amenaza. En tal sentido, se capturaron 8 ejemplares de *C. cruziana*; a cada uno se les retiró tres plumas del ala, luego se le aislaron los cálamos, los cuales fueron conservados y utilizados para la extracción del ADN. Se obtuvo concentraciones altas de ADN genómico (1756.115 µg/mL), las cuales se consideran de una calidad y cantidad suficientes.

Palabras clave: *Columbina cruziana*, ADN genómico, pluma

ABSTRACT

The first step in the analysis of DNA is its extraction and purification from biological samples, being the blood sample of preference type, the complexity of management of some small birds difficult extraction, which does not occur in feathers, determining the quality and quantity of DNA from feathers of *Columbina cruziana* using the method of phenol: chloroform for DNA extraction, in order to establish bases for further studies of taxonomic and evolutionary speciation in endemic bird species and threatened status. In this sense, captured 8 specimens of *C. cruziana*; retired each three feathers from the wing, then they were isolated the calamos, which were preserved and used for the extraction of DNA, obtaining high concentrations of genomic DNA of 1756.115 µg/mL, a quality and satisfactory amount to obtain DNA.

Key words: *Columbina cruziana*, genomic DNA, pen.

Recibido: 9 Diciembre de 2012

Aceptado: 27 Marzo de 2013

INTRODUCCIÓN

El Perú, después de Colombia ocupa el segundo lugar en diversidad de aves contando con más de 1800 especies (Pulido y col., 2007). Una de estas especies es *Columbina cruziana* Prévost, 1842, localmente conocida como "tortolita peruana", pertenece a la familia Columbidae y al orden Columbiformes. La podemos encontrar en varios países de América del Sur, destacando los andes de Ecuador, Perú y Chile, donde ocupa los hábitats abiertos de matorral seco, comunidades lomaes, monte ribereño, campos de cultivo e incluso parques y jardines con un rango de distribución es hasta los 2800 m.s.n.m. (Orr, 1978; Gonzales & Gonzales, 1998; Schulemberg, 2010).

La tortolita mide entre 16 y 18 cm de longitud, es de color gris y posee unas manchas negras en las alas, el pico es color naranja en la base y negro en la punta, su cola es gris y sus patas

rojas, presenta una barra castaña oscura en las plumas escapulares. Anda en grandes grupos donde se alimenta principalmente de semillas (Gonzales, 1998; Schulemberg y col., 2010).

En relación a su estado de conservación, es una especie que está categorizada como en preocupación menor y no se encuentra tipificada en ninguno de los apéndices de las CITES (Decreto Supremo AG-034, 2004).

En la actualidad, los estudios de poblaciones y el análisis genético, se ha convertido en una parte central de la biología de la conservación, ya que al detectar la declinación poblacional, aporta elementos para evitar la extinción de las especies. La importancia de la variación genética para la persistencia de las especies y la sustancial contribución de las técnicas genéticas a la práctica conservacionista demandan una mayor presencia tanto en sus aspectos normativos como de gestión (Lanteri y col., 2002).

El primer paso en el análisis de ADN, ARN y proteínas es su extracción y purificación a partir de las muestras biológicas. Existen varios protocolos y equipamientos comerciales. Las estrategias aplicadas dependen del material fuente. Por ejemplo, la extracción de ADN de sangre es relativamente fácil, en tanto que su extracción de alimentos procesados es más difícil. La extracción de ARN de tejido pancreático es difícil debido a su rápida degradación en dicho órgano. La pureza del ADN, ARN y proteínas es a menudo un factor clave que no se cuida lo suficiente en la obtención de resultados fiables (Godoy, 2009), es importante que las muestras para la extracción de ADN sean fáciles de obtener. Además el ADN obtenido debe ser de buena calidad y suficiente cantidad para garantizar los análisis posteriores (Bello, 2001).

El uso de técnicas no invasivas para muestras de material genético de poblaciones naturales ha aumentado considerablemente en la última década, el avance de los métodos moleculares facilita el uso de tejidos no invasivos. La mayoría de los estudios que emplean estas técnicas se han centrado en muestras de mamíferos tales como osos (Schwartz y col., 2006), lobos (Hausknecht y col., 2007), primates (Morín y col., 2001; McGrew y col., 2004), y los elefantes (Eggert, 2003), que a menudo son difíciles de capturar.

Aunque la sangre es el tipo de muestra de preferencia para la obtención de ADN, la complejidad de manejo de algunas especies pequeñas por el tamaño de los vasos sanguíneos dificulta mucho su extracción, cosa que no ocurre con las plumas, ya que éstas pueden incluso recogerse del suelo, sin molestia alguna para el animal ni peligro para el extractor, especialmente en época reproductiva, es por ello que se prefiere la elección de plumas que recién se están formando (Bello, 2001; Moreno y col., 2011).

Las plumas se constituyen el carácter distintivo de las aves, éstas son estructuras inertes formadas principalmente por queratina, uno de los materiales biológicos más duraderos y con gran resistencia a las bacterias, a las enzimas y al agua.

El plumaje sirve para señalar la calidad de un individuo, atraer posibles parejas, defender su territorio y esconderse de los predadores. Una pluma típica está formada por una estructura central en forma de mástil, llamada vexilo. La parte proximal se llama cálamo y la distal raquis (Senar, 2004).

Varios estudios han utilizado con éxito ADN obtenido a partir de plumas para identificar especies (Rudnick y col., 2007), determinar el sexo (Griffiths y Tiwari, 1995), evaluar la estructura genética de la población (Segelbacher y col., 2003), filogeografía (Bayard, 2008) y la filogenia interespecífica (Seki, 2006). Las plumas son potencialmente una buena fuente de ADN porque los ejes de plumas proporcionan un microambiente en el que las moléculas de ADN están protegidas de las condiciones de degradación (por ejemplo, la radiación solar, la hidrólisis, la congelación y descongelación repetidas, y microorganismos). Como las plumas crecen, se suministran con sangre que contenga glóbulos rojos nucleados, y aunque el suministro de sangre se detiene cuando se completa el crecimiento de las plumas, las células residuales permanecen dentro de los ejes de las plumas (Horvath y col., 2005).

Con esta investigación se pretende determinar la calidad y cantidad de ADN a partir de plumas de *Columbina cruziana* mediante la optimización de un método de extracción de ADN, con el fin de establecer bases para estudios posteriores de especiación taxonómica y evolutiva en especies de aves endémicas y en estado de amenaza.

MATERIAL Y METODOS

1. Obtención de plumas de *Columbina cruziana*

Se capturaron 8 especímenes de *Columbina cruziana* del Jardín Botánico de la Universidad Nacional de Trujillo, Perú, con la ayuda de dos redes de neblina de 3x9m, a las cuales se les extrajo plumas de la parte ventral y dorsal para luego almacenarlas en bolsas herméticas rotuladas, las cuales fueron conservadas a -20°C .

2. Extracción de ADN

Se cortó entre 0.5 a 1 cm en la zona apical de los calamos de las plumas, los cuales colocaron en tubos Eppendorf de 1.5ml que contenían 500µl de buffer lisis (50 mM Tris-HCl, pH 8, 20 mM de EDTA, dodecilsulfato de sodio (SDS) al 2%) y 5µl de proteinasa K, incubándose a 56°C durante 24 horas.

Los tubos se centrifugaron a 14000rpm por 10 min. El sobrenadante fue transferido, respectivamente, a un nuevo tubo Eppendorf 1.5ml al cual se le agregó 200µl de Fenol: cloroformo: alcohol isoamilico (25:24:1) (Bello, 2003).

Se centrifugó nuevamente a 14000rpm durante 10 min. El sobrenadante se transfirió a un nuevo tubo Eppendorf 1.5ml al cual se le agregó 50µl de NaCl 2M y 100µl de etanol. Se almacenó a -20°C durante 24 horas. Los tubos fueron centrifugados a 14000rpm nuevamente por 10 min. Al eliminar el sobrenadante se observó el sedimento o pellet. Posteriormente se seco a 45°C durante 15 min en una centrifuga de secado. Finalmente se le agregó etanol al 70% y se resuspendió en 100 µl de buffer TE.

3. Verificación y Cuantificación del ADN extraído

Se verificó la integridad de ADN mediante electroforesis horizontal utilizando gel agarosa al 2% a 80V por 30 minutos en buffer TAE 1X (40mM Tris, 20mM ácido acético y 1mM EDTA). El gel fue colocado en bromuro de etidio (0.5 µg/mL) durante 15 minutos, finalmente fue observado en el Fotodocumentador Chemidoc BIORAD.

Se cuantificó la concentración y calidad de ADN extraído a razón de Absorbancia haciendo uso de un Espectrofotómetro GENESYS 10 BIO de Thermo Fisher Scientific, con muestras diluidas al 2%.

RESULTADOS

En la Fig. 1 se observan las bandas resultantes del corrido electroforético de ADN del cálamo de plumas de *Columbina cruziana* determinando la integridad del ADN.

Asimismo, en el Tabla 1 se observan las concentraciones de cada muestra de donde se extrajo el ADN de *Columbina cruziana*.

Tabla 1. Concentración de ADN y Proteínas extraídas del cálamo de plumas de *Columbina cruziana* mediante el método Fenol: cloroformo en absorbancia 260nm y 280nm en cada muestra.

Muestra	Absorbancia (A_{λ})			Concentración $\mu\text{g/mL}$	
	260	280	260/280	ADN 260	Proteína 280
1	0.215	0.15	1.433	410.21	3618.23
2	0.246	0.134	1.8358	537.85	1242.55
3	0.29	0.206	1.4078	549.32	5243.16
4	0.22	0.175	1.2571	472.395	8070.885
5	-0.004	-0.011	0.3636	20.67	304.79
6	0.948	0.68	1.3941	1756.115	16832.245
7	0.124	0.68	0.8124	824.605	48350.885
8	0.196	0.147	1.3333	272.465	1641.295

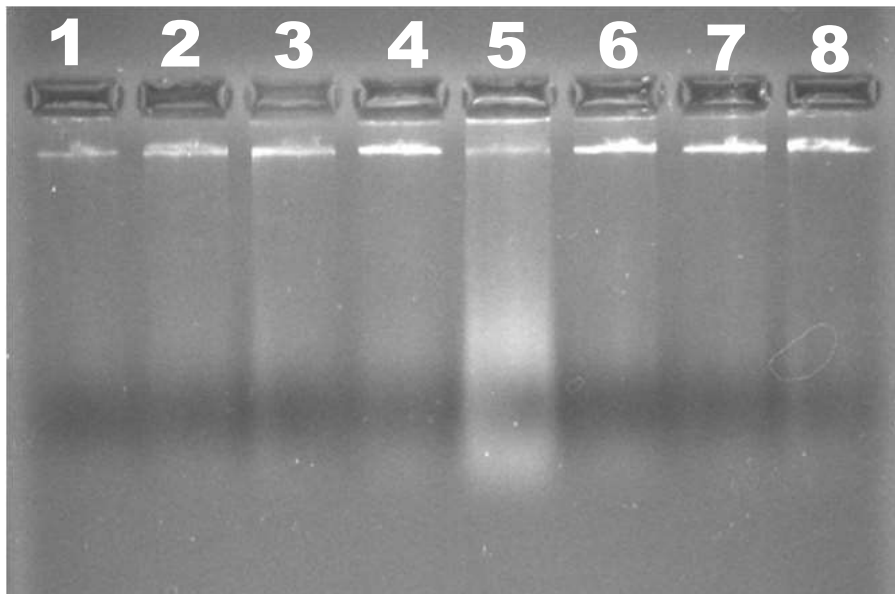


Fig. 1. Gel de agarosa con muestras de ADN extraído del cálamo de plumas de *Columbina cruziana* usando el método Fenol: Cloroformo; teñidas con bromuro de etidio y expuestas a luz UV.

DISCUSIÓN

La extracción de ADN es el primer paso para la aplicación de las muchas técnicas moleculares, aunque aparente ser sencillo, muchos fracasos experimentales se deben a problemas en esta etapa que provocan el insuficiente rendimiento, mala calidad de ADN, contaminantes en niveles inaceptables y degradaciones parciales, además una mala elección del método de extracción puede innecesariamente alargar un protocolo.

En esta investigación se optimizó un protocolo para conseguir ADN en suficiente cantidad y calidad, en relación con otras fuentes de tejido no invasivo, con la finalidad de sentar bases para la realización de diversos estudios a nivel molecular a partir de plumas.

Los resultados obtenidos presentan que en la muestra numero 5 obtuvo una concentración considerablemente baja de 20.67 $\mu\text{g/mL}$ a 260 \AA de ADN genómico, en comparación con la muestra 6, la cual tuvo una concentración de 1756.115 $\mu\text{g/mL}$ a 260 \AA considerada la más alta concentración, en el caso de la muestra 7 presenta una concentración de 824.605 $\mu\text{g/mL}$ a 260 \AA pero a la vez posee el más alto contenido de proteínas.

En diversas investigaciones donde se utilizaron plumas como fuente de ADN genómico, se obtuvo rendimientos significativamente altos en plumas de *Accipiter gentilis* de entre 152 µg/mL y 273 µg/mL (Bayar de Volo y col., 2005), también se usaron plumas frescas especialmente de tipo cobertoras en codornices (Rodríguez, 2006), pero en algunos casos se utilizaron como muestras las plumas de especies extintas (Robinson, 1999), aunque ambos trabajos demuestran la utilidad de su protocolo para obtener ADN para su amplificación por PCR de fragmentos relativamente pequeños, no hay datos sobre su uso en otro tipo de análisis.

Bello y Sánchez (2003), propuso un nuevo protocolo de extracción que permitía obtener ADN genómico en avestruces, su protocolo tiene la ventaja de poder visualizar fácilmente la calidad de la obtención de ADN en gel de agarosa, electroforesis y bromuro de etidio, porque el rendimiento de ADN es cantidad suficiente de tinción y el ADN permanece de doble cadena. Esta característica permite la comprobación de la cantidad y la integridad del ADN aislado, 2 parámetros que son esenciales para la optimización de éxito de protocolos PCR.

La presencia de Proteínas y ARN en las muestras de ADN puede tener un efecto inhibitorio sobre la amplificación por PCR. Este problema puede ser insidioso cuando se utiliza plumas grandes como fuente de ADN, pero la adición de ARNasa resulta ser de mucha utilidad, así como también el mayor tiempo de digestión que facilitó un mayor desglose de la queratina de la pluma, el aumento del tiempo en el congelador y la centrifugación ayuda a aumentar la precipitación de las moléculas de ADN.

Para degradar proteínas se realiza un tratamiento con proteasas, como la que se utilizó en este caso, proteinasa K, la cual es activa en presencia de agentes quelantes como el EDTA; por otro lado, un incremento de temperatura desde 37 a 50 - 65 °C aumenta su actividad, en condiciones en que las nucleasas pueden afectar la integridad del ADN son inactivas. De este modo, la proteinasa K degrada las nucleasas y demás proteínas, y permite la obtención de ADN genómico de alta concentración.

CONCLUSIONES

El uso de plumas como material biológico para obtener ADN, es una alternativa rápida y segura que permite obtener ADN de calidad y cantidad satisfactoria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bayard de Volo, S.; R. T. Reynolds; J. R. Topinka; B. May & M. F. Antolin.** 2005. Population genetics and genotyping for mark-recapture studies of Northern Goshawks (*Accipiter gentilis*) on the Kaibab Plateau, Arizona. *Journal of Raptor Research* 39:286–295.
- Bello, N.** 2001. Desarrollo de marcadores moleculares en el avestruz (*Struthio camelus*). Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Bello, N.; O. Francino & A. Sánchez.** 2003. Isolation of genomic DNA from feathers. *J Vet Diagn Invest*; 13:162–164.
- Decreto Supremo AG-034.** 2004. Categorización de especies amenazadas de fauna silvestre y prohibición de su caza, captura, tenencia, transporte o exportación con fines comerciales.
- Eggert, L. S.; J. A. Eggert & D. S. Woodruff.** 2003. Estimating population sizes for elusive animals: the forest elephants of Kakum National Park, Ghana. *Molecular Ecology* 12:1389–1402.
- Godoy, J. A.** 2009. La genética, los marcadores moleculares y la conservación de especies. *Ecosistemas* 18 (1): 23-33
- González, O.; L. Pautrat & J. Gonzalez.** 1998. Las aves más comunes de Lima y sus alrededores. Santillana. 1era edición. Pág 90.
- Griffiths, R. & B. Tiwari.** 1995. Sex of the last wild Spix's Macaw. *Nature* 375:454.
- Hausknecht, R.; R. Gula; B. Pirga & R. Kuehn.** 2007. Urine—a source for noninvasive genetic monitoring in wildlife. *Molecular Ecology Notes* 7:208–212.
- Horvath, M. B.; B. Martínez-Cruz; J. J. Negro; L. Kalmar & J. A. Godoy.** 2005. An overlooked DNA source for noninvasive genetic analysis in birds. *Journal of Avian Biology* 36:84–88.

- Lanteri, A.; M. Liacono & C. Margaría.** 2002. Aportes de la Biología Molecular a la Conservación de los Insectos. Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática. 02: 207-220
- McGrew, W. C.; A. L. Ensminger; L. F. Marchant; J. D. Pruett & L. Vigilant.** 2004. Genotyping aids field study of unhabituated wild chimpanzees. *American Journal of Primatology* 63:87–93.
- Moreno D, Heneao B, López A, Castaño A.** 2011. Determinación del sexo en aves de la familia Furnariidae a través de técnicas moleculares. *Boletín científico de Museo de Historia Natural*. 15 (2): 130 – 138.
- Morin, P. A.; K. E. Chambers; C. Boesch & L. Vigilant.** 2001. Quantitative polymerase chain reaction analysis of DNA from noninvasive samples for accurate microsatellite genotyping of wild chimpanzees (*Pan troglodytes verus*). *Molecular Ecology* 10:1835–1844.
- Orr, R.** 1978. Biología de los vertebrados. Edición Interamericana.
- Pulido, V.; L. Salinas & C. Arana.** 2007. Aves del desierto de Ica. Primera edición. Editorial Agrokasa. Pag. 8.
- Rudnick, J. A.; T. E. Katzner; E. A. Bragin & J. A. DeWoody.** 2007. Species identification of birds through genetic analysis of naturally shed feathers. *Molecular Ecology Resources* 7:757–762.
- Segelbacher, G.; J. Högglund & I. Storch.** 2003. From connectivity to isolation: genetic consequences of population fragmentation in Capercaillie across Europe. *Molecular Ecology* 12:1773–1780.
- Senar, J. C.** 2004. Mucho más que plumas. Monografía de Museo de Ciencias Naturales. Instituto de Cultura de Barcelona.
- Seki, S.-I.** 2006. Application of molted feathers as noninvasive samples to studies on the genetic structure of pigeons (Aves: Columbidae). *Journal of Forest Research* 11:125–129.
- Schulemberg, T.; D. Stots; D. Lane; J. O'Neill & T. Parker.** 2010. Aves de Perú. 1era edición, USA: Serie Biodiversidad Corbidi.
- Schwartz, M. K.; S. A. Cushman; K. S. McKelvey; J. Hayden & C. Engkjer.** 2006. Detecting genotyping errors and describing American black bear movement in northern Idaho. *Ursus* 17:138–148.

EFFECTO BIORREMIADOR DE *Argemone subfusiformis* EN SUELOS CONTAMINADOS CON COBRE EN CONDICIONES DE LABORATORIO

EFFECT OF *Argemone subfusiformis* BIORREMIADOR COPPER IN CONTAMINATED SOILS UNDER LABORATORY CONDITIONS

Clark, Rodríguez-Dávila*, Santos, Padilla-Sagastegui**

Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo. Perú.

Clarkrodriguez_5@hotmail.com*, padsag@yahoo.com**

RESUMEN

La extracción minera en el Perú se viene realizando desde el año 1600, provocando disturbios al medioambiente y generando suelos con limitaciones físicas, químicas y biológicas para el establecimiento de vegetación y riesgos a la salud, por la presencia de diversos metales pesados vertidos en diversos tipos de suelo; por lo expuesto se propuso evaluar el efecto biorremediador de *Argemone subfusiformis* en suelos contaminados con cobre en condiciones de laboratorio. Se utilizó el diseño de estímulo creciente, determinando diferencias significativas entre tratamientos y factores experimentales, lo que nos permite concluir que la concentración de cobre encontrado en *A. subfusiformis* varía a medida que la concentración del cobre aumenta por tratamiento; y que la especie puede utilizarse como biorremediador de suelos contaminados.

Palabras claves: Biorremediación, cobre, *Argemone subfusiformis*.

ABSTRACT

The mining in Peru has been held since 1600, causing disturbances to the environment and generating soils with physical, chemical and biological for the establishment of vegetation and health risks due to the presence of various heavy metals dumped in various types land, for the foregoing was to evaluate the effect of *Argemone* bioremediator *subfusiformis* in copper-contaminated soils under laboratory conditions. We used increasing stimulus design, determining significant differences between treatments and experimental factors, allowing us to conclude that the copper concentration found in *A. subfusiformis* varies as the copper concentration increases by treatment, and the species may be used as bioremediator of contaminated soils.

Key words: Bioremediation, copper, *Argemone subfusiformis*.

Recibido: 9 Diciembre de 2012

Aceptado: 1 de Abril de 2013

INTRODUCCIÓN

La minería en su conjunto ha producido a través del tiempo contaminantes gaseosos, líquidos y sólidos, que de una forma u otra se han depositado en el suelo, como partículas sedimentadas o traídas por las aguas de lluvia, por el vertido directo de los productos líquidos de la actividad minera y metalúrgica, o por la infiltración de productos de lixiviación del entorno minero, o por la disposición de elementos mineros sobre el suelo (Gonzales & Argumedo, 2009).

Perú ha sido siempre uno de los principales productores de minerales; entre los que destaca el cobre, molibdeno, plata y oro, entre otros, constituyendo una actividad de gran importancia económica; sin embargo, la minería siempre ha estado asociada a la problemática ambiental, por la descarga de metales pesados que causan daño a los ecosistemas acuáticos y terrestres, debido a la intensidad con que se viene realizando a través del tiempo en los ecosistemas naturales y agroecosistemas aledaños a los sitios específicos de producción y procesamiento industrial con una magnitud considerablemente alta; donde los metales pesados forman sustancias tóxicas para los seres vivos, provocando la pérdida de diversidad biológica, las

condiciones ecológicas y funcionalidad de las especies nativas de las zonas, generando reducción de la sostenibilidad del ecosistema, posibilitando la entrada de organismos y sustancias extrañas, como los metales pesados a la cadena trófica, promoviendo fenómenos de biomagnificación, con consecuencias directas para la salud humana (Bernal y col., 2007).

La contaminación por metales pesados de la biosfera aumentó considerablemente desde 1900 y planteó problemas de salud ambiental y humana en todo el mundo, que por su condición asimiladora, la mayoría de ellos no pueden ser eliminados del medioambiente mediante la transformación química o biológica (Sugey y col., 2005); sin embargo existen una serie de alternativas adecuadas para la remediación de vastas zonas afectadas por la actividad minera, las cuales han sido objeto de pocos estudios, entre las que destacan alternativas viables, como la utilización de procesos de asimilación con vegetales; los cuales están basadas en el uso de plantas metalófitas endémicas, que dan respuesta de resistencia a las condiciones adversas, entre las que destacan *Baccharis linearis*, *Polypogon viridis*, *Argemone subfusiformis*, *Plantago lanceolata*; así como las de uso agrícola *Lupinus albus*, *L. angustifolius*, *Helianthus annuus* entre otras (Gonzales & Argumedo, 2009).

Todas las plantas poseen un potencial para absorber una amplia variedad de metales del suelo pero la mayor parte de las plantas tienden solamente a absorber los que son esenciales para su supervivencia y desarrollo. Existe una notable excepción de esta regla de un pequeño grupo de plantas que pueden tolerar, absorber y translocar altos niveles de ciertos metales, estas plantas reciben el nombre de hiperacumuladoras (Chen y col., 2001).

La fitorremediación está definida como el conjunto de técnicas que hace uso de especies vegetales para remover o dejar en formas inocuas contaminantes; por lo que se expresan en técnicas eficaces, como la fitoextracción que hace uso de especies “hiperacumuladoras”, capaces de acumular grandes cantidades de metales pesados en su biomasa aérea a través de sus raíces junto con los nutrientes del suelo. Por otro lado, la fitoestabilización, hace uso de especies excluyentes; es decir que impiden el paso de contaminantes a su biomasa aérea, acumulándolos en sus raíces, ya sea absorbidos en sus tejidos o adheridos a su superficie, como es el caso de *Argemone subfusiformis*, que es una especie perenne, cuyos estudios permitió comprobar que el contaminante se mantiene continuamente estabilizado (Baker & Brooks, 1989); dando lugar a plantear como hipótesis que el principal requisito para que una planta sea útil para alguna técnica de fitorremediación es su condición de tolerante a altas concentraciones de metales (uno o varios al mismo tiempo), como es el caso de las metalofitas que suelen encontrarse en sitios metalíferos, y debido a causas naturales (cercañas de pórfidos) o por causas antrópicas (suelos afectados por fundiciones o depósitos de desechos mineros), han sufrido un proceso de adaptación forzada y selección de especies, que ha dado como resultado, que se tornen a una condición de resistentes y se mantengan en el lugar de expectativa para la investigación (Bratteler, 2006).

En este sentido, la principal motivación detrás del desarrollo de las tecnologías fitorremediadoras, es el potencial para la remediación de bajo costo, que se resume en cuatro tecnologías diferentes a base de especies vegetales, y cada uno que tiene un mecanismo diferente de acción orientada a la remediación de suelos contaminados con metales pesados y otros sedimentos derivados por el agua, donde se incluyen: rizofiltración, que implica el uso de plantas para limpiar diversos ambientes acuáticos; fitoestabilización, para estabilizar el suelo en lugar de limpiar el área contaminada; fitovolatilización, para extraer ciertos metales del suelo, y luego ponerlos en libertad en la atmósfera por volatilización, y fitoextracción, donde las plantas absorben los metales del suelo y trasladar a los brotes aprovechables donde se acumulan (Gonzales & Argumedo, 2009).

El cobre (Cu) es un microelemento esencial para el desarrollo vegetal al actuar como cofactor de muchas enzimas como la Cu/ZnSOD, Citocromo c oxidasa, amino oxidasa, lacasa, plastocianina y polifenol oxidasa, participando también en el transporte de electrones, la respiración mitocondrial, en respuestas a estrés oxidativo, el metabolismo de la pared celular, señalamiento transcripcional, fosforilación oxidativa y la movilización de hierro. Sin embargo, el

Cu en altas concentraciones puede interferir en numerosos procesos fisiológicos, afectando al crecimiento y desarrollo de la planta e incluso llevándola a la muerte (Vera, 2006).

Algunas especies vegetales que habitan suelos con alto contenido de cobre, ya sea producto de intervención humana o por fenómenos naturales, poseen la capacidad de tolerar el metal, o sea de sobrevivir y reproducirse bajo tales condiciones ambientales.

Dada las referencias se planteó analizar el efecto biorremediador de *Argemone subfusiformis* en suelos contaminados con cobre en condiciones de laboratorio.

MATERIAL Y METODOS

1. Material biológico:

Se utilizaron semillas de *A. subfusiformis* colectadas del campo experimental de ecología de la Universidad Nacional de Trujillo. El sustrato estuvo conformado por arena fina, limpiada por sucesivas lavadas (05) con agua destilada y repartidos en vasos descartables.

2. Tratamiento y manejo de las unidades experimentales:

Se utilizaron 15 vasos descartables, con 100g de sustrato cada uno. En cada recipiente se sembraron cinco semillas las cuales fueron humedecidas con agua de grifo cada dos días. Se diseñaron cinco tratamientos con tres repeticiones. Todo el sistema se adecuó en un ambiente iluminado con fluorescentes de luz blanca (40 watt).

A los 20 días y con longitud aproximada de ocho centímetros se observaron las raíces desarrolladas, se asumió que tenían la capacidad de absorber el cobre, entonces se procedió a iniciar la experiencia con 0 mgL⁻¹ (T1), 5 mgL⁻¹ (T2), 10 mgL⁻¹ (T3), 15 mgL⁻¹ (T4) y 20 mgL⁻¹ (T5) de cobre en solución y con riegos por cinco días más, tiempo a partir del cual se procedió a tomar las muestras para cuantificar la cantidad de cobre absorbido por *A. subfusiformis*.

3. Determinación de la concentración de cobre absorbido por *A. subfusiformis*

A los 25 días se procedió a retirar la planta del sustrato, separando raíz, hoja y suelo de cada tratamiento. Previa identificación de las muestras vegetales, se llevaron a la estufa por dos días y a la temperatura de 80° C. Las muestras de suelo fueron disueltas en 200 ml de agua destilada para su posterior análisis. Se determinó la presencia de cobre por el método de la espectrofotometría de absorción atómica con el analizador bioquímico emperor 168.

4. Análisis de datos:

Los datos obtenidos fueron organizados en tablas y figuras para el posterior análisis estadístico con modelo del análisis de varianza, utilizando el programa Statgraphics, cuya representación, se explica:

$$Y_{ijk} = \mu + A_{ijk} + B_{ijk} + C_{ijk} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk}: variación experimental en las concentraciones, el tiempo y la interacción entre las concentraciones y el tiempo.

μ: promedio poblacional

A_{ijk}: tratamientos, variando de 1 a 5

B_{ijk}: factores experimentales, variando de 1 a 3

C_{ijk}: repeticiones, variando de 1 a 3

E_{ijk}: error experimental

RESULTADOS

En la Tabla 1 se observan los valores promedios de concentración de cobre en cinco tratamientos y tres repeticiones. En los órganos vegetales y muestra de suelo la concentración de cobre va aumentando según aumente la concentración del tratamiento. Entre órganos vegetales las raíces acumulan más cobre.

En la Tabla 2, se muestra análisis de varianza de las concentraciones de cobre encontradas en hoja, raíz y suelo; encontrándose que existe diferencia significativa entre tratamientos y factores experimentales, confirmando que la concentración de cobre absorbido por *A. subfusiformis* varía a medida que aumenta su concentración por tratamiento aplicado.

En la Tabla 3 y Fig. 1, se muestra la comparación de grupos a través de sus promedios; para la cual, siguiendo la metodología de la Mínima Diferencia Significativa Honesta, con la probabilidad de error tipo P_{Ei} y 95% de confiabilidad, encontramos que todos los promedios son diferentes entre tratamientos y factores experimentales; es decir, que cada concentración del elemento químico, causa un efecto independiente, al ser absorbido de manera heterogénea, según su concentración e influye causando efecto en las partes de la planta y en el suelo.

Tabla 1. Concentración de cobre (mg/L) obtenidos en hoja, raíz y suelo, cultivado de *A. subfusiformis* en condición de laboratorio. Los datos son promedios de tres repeticiones.

Organo vegetal/suelo	T1		T2		T3		T4		T5	
	0 %*	mg/L	5 mg/L	%	10 mg/L	%	20 mg/L	%	30 mg/L	%
HOJA	0		0.083		0.008		1.6	0.16	1.533	
RAIZ	0.153	1.903	0.1903							
SUELO	0		0.21		0.021		2.1	0.21	3.083	
	0.308	4.000	0.4000							
	0		1.75				1.973		4.08	
	5.77									

*porcentaje sobre una base del peso seco.

Tabla 2. Analisis de varianza para las concentraciones de cobre encontradas en hojas y raíz de *Argemone subfusiformis*. También se analiza la muestra de suelo.

Fv	SC	GL	CM	FC	Ft
entre tratamientos	90,47	4	22,62	17,00	2,13*
entre factores experimentales	19,44	2	9,72	7,31	2,92
entre repeticiones	0,07	2	0,04	0,03	2,92
Error	47,79	36	1,33		
Total	157,77	44			

Leyenda: Fv = Factores de variación ; SC = Suma de cuadrados ; GL = Grado de libertad ; CM = Cuadrado medio ; FC = F calculado ; Ft = F tabulado ; * Significancia

Tabla 3. Prueba de significación de Mínima Diferencia Significativa Honesta $D=0,34$ con 95% de confiabilidad.

	promedio	Significancia
Tratamientos	T1(0mg)	0
	T2(5mg)	0.68
	T3(10mg)	1.89
	T4(20mg)	2.9
	T5(30mg)	3.89
Factores experimentales	hoja	1.024
	raíz	1.878
	suelo	2.715

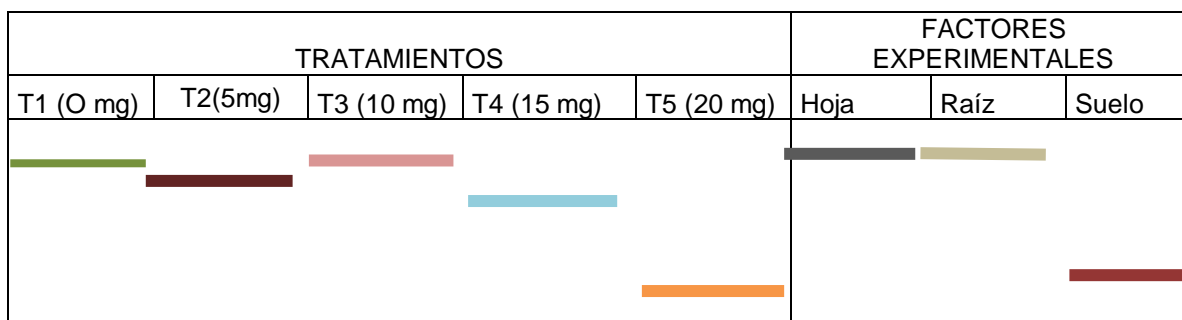


Fig. 1. Prueba de la mínima diferencia significativa honesta (Tukey) de las concentraciones de cobre encontrados en hojas, raíz y suelo de la especie *A. subfusiformis*.

DISCUSIÓN

Una definición propone que si una planta contiene más de 0.1% de Ni, Co, Cu, Cr y Pb o 1% del Zn en sus hojas sobre una base del peso seco, ésta puede ser llamada una “hiperacumuladora”, independientemente de la concentración del metal en el suelo (Robinson y col., 2003), para nuestros resultados, tabla 1, la raíz acumula más del 0.1% de cobre por lo cual podemos considerarla como hiperacumuladora.

El cobre es un metal que, al ser esencial para la plantas puede ser absorbido y acumulado en tejidos vegetales por sobre los niveles descritos como normales, proceso asociado a tolerancia metálica. Para que puede desarrollar esta capacidad *A. subfusiformis* la acumulación del metal, se debe a una alta compartimentación celular y mecanismos de detoxificación de especies reactivas de oxígeno que se formarían producto de niveles intracelulares aumentados de cobre.

Uno de los parámetros fisiológicos que se relacionan con la tolerancia metálica es el crecimiento radicular, que presenta inhibiciones drásticas en presencia de metales como cobre en solución. (Vera, 2006)

CONCLUSIONES

1. La concentración de cobre en *A. subfusiformis* varía a medida que el cobre aumenta la concentración por tratamiento.
2. La especie puede utilizarse como biorremediador de suelos contaminados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baker, A. & R. Brooks.** 1989. Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements: A review of their distribution, ecology and phytochemistry. *Biorecovery*,; capítulo 1: 81-108
- Bernal, M.; R. Clemente & S. Vazquez.** 2007. Aplicación de la fitorremediación a los suelos contaminados por metales pesados en Aznalcóllar; *Ecosistemas*; Asociación Española de Ecología Terrestre; Alicante, España, vol. 16, núm. 2, pp. 1-14.
- Bratteler, M.** 2006.; Genetic architecture of traits associated with serpentine adaptation of *Silene vulgaris*. *Journal of Evolutionary Biology*; capítulo 19: 1149-1156.
- Chen, B.; P. Christie & L. Li.** 2001. A Modified Glass Bead Compartment Cultivation System for Studies on Nutrient and Trace Metal Uptake by Arbuscular Mycorrhiza. *Chemosphere* 42, 185-192.
- Gonzales, M. & D. Argumedo.** 2009. Tolerancia y solubilización de cobre por rizobacterias aisladas de sitios contaminados con elementos potencialmente tóxicos tierra latinoamericana; volumen 27, núm. 1, pp. 17-25 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México.
- Robinson, B. H.; E. Lombi; F.J. Zhao & S.P. McGrath.** 2003. Uptake and Distribution of Nickel and other Metals in the Hyperaccumulator *Berkheya Coddii*. *New Phytologist* 158, 279–285.

- Sugey, L.; E. Margarita & J. Laura.** 2005. Mecanismos de fitorremediación de suelos contaminados con moléculas orgánicas xenobióticas; *Revista interamericana de Contaminación Ambiental*, vol. 21, pp. 91-100.
- Vera, J. G.** 2006. Estudio del efecto de cobre sobre poblaciones tolerantes y no tolerantes al metal de la especie *Mimulus luteus* var. *variegatus*.". Tesis para obtener licenciado en Bioquímica. Universidad de Santiago de Chile. Chile.

EFECTO DEL DECÓCTO DE HOJAS DE *Rosmarinus officinalis* L. EN LOS NIVELES HEMATOLÓGICOS DE *Rattus novergicus* var. *albina* UN MODELO EXPERIMENTAL DE ANEMIA FERROPÉNICA

EFFECT OF THE DECOCTION OF LEAVES OF *Rosmarinus officinalis* L. HAEMATOLOGICAL LEVELS IN *Rattus novergicus* var. *albina* EXPERIMENTAL MODEL OF IRON DEFICIENCY ANEMIA

Erik Ortiz-Alva*, Margarita Román-Vargas**

Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo. Perú.

erik_cancer_2006@hotmail.com*; margaritanromanvargas@hotmail.com**

RESUMEN

Rosmarinus officinalis, "romero" es una planta que presenta una amplia gama de propiedades medicinales, es una excelente fuente de antioxidantes y minerales como el hierro. Las hojas son usadas por los pueblos para el tratamiento de diferentes enfermedades, entre ellas la anemia ferropénica; por lo que el presente proyecto tiene como objetivo determinar el efecto del decócto de hojas en un modelo experimental de anemia ferropénica en *Rattus novergicus*, inducido por sucesivas extracciones de sangre y administración de una dieta carente de hierro durante 15 días hasta lograr concentraciones de hemoglobina en sangre menores de 9 g/dL. Se conformaron 5 grupos experimentales y se mantuvo la misma dieta: Un grupo control, un grupo A sin suplementar, un Grupo B: suplementado con 2 mg de Fe más 10 mg de Vitamina C/kg de peso corporal y los grupos C y D: suplementado con 1000 mg/ kg y 2000 mg/kg de *R. officinalis* respectivamente durante otros 15 días. Al finalizar las dosificaciones se determinaron las concentraciones de hierro, hemoglobina y hematocrito en sangre con el método colorimétrico Ferrozine, cianometalhemoglobina y microhematocrito respectivamente. Se determinó que las concentraciones medias de hemoglobina y de hierro sérico al cabo de los 15 días de tratamiento fueron significativamente diferentes en los 5 grupos experimentales, con resultados mayores en el grupo suplementado con hierro y *Rosmarinus officinalis* L. El porcentaje de hematocrito no mostró diferencia significativa entre tratamiento. El decócto de hojas de *Rosmarinus officinalis* mostro tener un efecto antianémico a una concentración de 2000 mg/kg y esto corrobora su uso popular y tradicional por las comunidades, al mejorar la utilización del hierro y la producción de hemoglobina

Palabras clave: *Rosmarinus officinalis*, anemia ferropénica, hierro.

ABSTRACT

Rosmarinus officinalis, "rosemary" is a plant that has a wide range of medicinal properties, is an excellent source of antioxidants and minerals such as iron. The leaves are used by the people for the treatment of various diseases, including iron deficiency anemia; so this project is to determine the effect of the decoction of leaves in an experimental model of iron deficiency anemia in *Rattus novergicus*, induced by successive blood draws and administration of an iron-deficient diet for 15 days until blood hemoglobin concentrations below 9 g / dL. 5 experimental groups were formed and maintained the same diet: a control group, a group A unsupplemented, Group B: supplemented with 2 mg Fe plus 10 mg of vitamin C / kg body weight and groups C and D: supplemented with 1000 mg / kg and 2000 mg / kg of *R. officinalis* respectively for another 15 days. At the end of the dosages were determined concentrations of iron, hemoglobin and hematocrit in blood Ferrozine the colorimetric method, and microhematocrit cianometalhemoglobina respectively. It was determined that the mean concentrations of hemoglobin and serum iron after 15 days of treatment were significantly different in the five experimental groups, with better results in the group supplemented with iron and *Rosmarinus officinalis* L. The percentage of hematocrit showed no significant difference between treatments. The decoction of leaves of *Rosmarinus officinalis* showed antianemic have an effect at a concentration of 2000 mg / kg and this corroborates folk use by communities, to improve the utilization of iron and hemoglobin production.

Key words: *Rosmarinus officinalis*, iron deficiency anemia, iron.

Recibido: 9 Diciembre de 2012

Aceptado: 15 de Abril de 2013

INTRODUCCION

A lo largo de los siglos muchas plantas han sido utilizadas por sus propiedades curativas, tradición transmitida por generaciones hasta la actualidad. Estos conocimientos heredados constituyen el fundamento de la fitoterapia actual y el punto de partida, de muchas investigaciones destinadas a otorgarle a esta práctica seguridad, efectividad y calidad. (Chamoleau, 1989)

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la deficiencia en hierro es el desorden nutricional más común en el mundo, afectando aproximadamente a 2 billones de personas. Alrededor de la mitad de estas personas desarrollan anemia, la forma más avanzada de la enfermedad, la cual tiene graves efectos negativos sobre la salud y que contribuye a aumentar el riesgo de muerte durante el embarazo, mortalidad infantil, retraso físico y desarrollo mental (OMS, 2001)

El tratamiento de elección de la anemia ferropénica se realiza con compuestos químicos como las sales de hierro, especialmente sulfato ferroso. Su efectividad para corregir la anemia y restablecer los depósitos de hierro no ha sido superada por otros compuestos, pero la intolerancia digestiva y los daños gastrointestinales que a veces provoca puede limitar su eficacia. (Guija *et al.* 2011; Troncoso y col., 2011)

A nivel mundial se han realizado investigaciones para el tratamiento de esta enfermedad. La Fitoterapia, para el tratamiento de la anemia por deficiencia de hierro, supone la utilización de una serie de plantas que tienen como función proporcionar más hierro o incentivar la producción o la absorción del mismo. En Japón se han reportado que los xilooligosacáridos extraídos del eucalipto podrían promover la recuperación de la anemia ferropénica al aumentar los niveles de hierro en sangre (Yukiko y col., 2011). En Ghana se realizaron trabajos con extracto etanólico de *Carissa edulis* con resultados favorables para mejorar las condiciones anémicas, sin aún haber probado sus efectos tóxicos. (Kofflour y col., 2012)

En Londres, se han realizados investigaciones con el extracto de hojas de *Telfairia occidentalis*, aumentando los indicadores hematológicos en ratones (Hamlin y Lotunde, 2011). Trabajos similares en ratas se han realizado con otras plantas como con *Urtica chamaedrydes*, *Coffea arabica*, *Cassia granidis*, *Caléndula officinalis*, *Phyllanthus sembllica*, *Spinaca oleracea L.*, *Ficus carica L.*, *Phoenix sylvestris L.*, *Boerhavia diffusa L.*, *Aegle marmelos L.*, *Vitis vinifera L.*, *Eugenia jambolana Lam.*, *Asparagus recemosus*, and *Carissa congesta*, dando resultados antianémicos (Capó y col., 2004; Erna y col., 2010; Lohar y col., 2009; Velasco y col., 2009)

La especie *R. officinalis* en la medicina tradicional, por ser ricos en principios activos presenta numerosas propiedades medicinales como: analgésica, antidiarreica, antirreumática, astringente, sudorífica, cicatrizante, tónica, estimulante, diurética, colagoga, estomacal, carminativo, digestivo, antiespasmódico, y hepatoprotectoras. (Chamoleau, 1989; Hoefler y col., 1987; Takaki y col., 2008; Tahraoui y col., 2007). El pueblo la considera como una panacea para curar todo clase de enfermedades, entre ellas la anemia por deficiencia de hierro (Chamoleau, 1989). Es de uso popular la infusión o decócto de las hojas de *R. officinalis L.* como antianémica, utilizando una cuchara sopera por vaso con agua, consumiéndose un par de tazas al día. (Chamoleau, 1989)

Se han realizado muy pocas investigaciones con *R. officinalis* para probar sus efectos antianémicos. Se ha reportado que *R. officinalis* aumenta el número de eritrocitos y hemoglobina previa radiación gamma 3 en ratones. (Sancheti y Goyal, 2007). Sin embargo un estudio aportó que la mezcla de té verde con extracto de *Rosmarinus officinalis* añadido a los alimentos reduce la absorción de hierro no hemo en sangre. (Samman y col., 2001)

La especie *R. officinalis*, "romero", es originaria del Sur Europa, Norte de África y Sudoeste de Asia luego fue introducida al Perú desarrollándose en laderas de arbustos ubicadas por sobre

los 2550 m.s.n.m. en los departamentos de La Libertad, Cajamarca, Lambayeque y Amazonas. (Mostacero, 2012)

Los estudios de caracterización química de las hojas demostraron la presencia de Terpenoides: carnosol o picrosalvina, ácido oleánico, ácido oleanólico, ácido acetiloleanólico, ácido ursólico y ácido acetilursólico, ácido carnosílico, rosmaridienol, 7-metoxirosmarol, α y β – amirenoma, etc. Flavonoides: apigenina, diosmetina, diosmina, hispidulina, luteolina, cirsimarina, nepriteina, sinensetina, cupafolina, ácidos fenólicos (cafeico, clorogénico, labiático, neoclorogénico y rosmarínico), colina taraxasterol, lupeol, campesterol, taninos, diterpenos (Cantrell y col., 2005)(carnosol, rosmanol, rosmadial). Ácidos triterpénicos (ácido ursólico) 2 a 4% alcoholes triterpénicos (alfa y beta-amirina, betulósido) (Mahmoud y col.,2005).También se detectaron minerales tales como: 1,11% de sodio, 1,06% de potasio, 0,63% de calcio, 0,23% de magnesio, 17 ppm de hierro, 10 ppm de cobre, 26 ppm de zinc y 15 ppm de manganeso, Aceite esencial, 1,2 a 2% (Ozcan & Chalchat, 2008)

Conociéndose que *R. officinalis* presenta un alto contenido de hierro en sus hojas se hace necesario la comprobación de los efectos antianémicos de esta planta propuestos por la medicina tradicional. La acción de *Rosmarinus officinalis* en los indicadores hematológicos no ha sido estudiado hasta el momento, de allí el interés de desarrollar la presente investigación, con la finalidad de obtener conocimiento sobre el efecto del *Rosmarinus officinalis* sobre los indicadores hematológicos para el tratamiento de la anemia ferropénica y de esta manera tener un tratamiento alternativo, eficiente y de bajo costo para combatir esta enfermedad.

Por lo tanto el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de las diferentes concentraciones del decócto de hojas de *R. officinalis* en los niveles hematológicos (hierro, hemoglobina y hematocrito) de *Rattus novergicus* var. Albina como un modelo experimental de anemia ferropénica

MATERIAL Y MÉTODOS

MATERIAL VEGETAL:

Las hojas de *R. officinalis* L. “romero”, se recolectaron en la Empresa Rosal. Avenida Carrozable. Carretera Huanchaco. Provincia de Trujillo, Departamento de la Libertad, a 1400 msnm y 22°C de temperatura promedio, la cual fue identificada en el Herbarium Truxillense (HUT), de la Universidad Nacional de Trujillo. Se utilizaron hojas jóvenes de la parte apical de la planta

ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN:

Se emplearon 25 ratas albinas machos de la especie *Rattus novergicus* de 3 meses de edad con un peso promedio de 250 gr, provenientes del Bioterio de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Trujillo, Perú, que recibieron una dieta balanceada especialmente para roedores y agua *ad Libitum*.

Los animales de experimentación fueron sometidos a un periodo de cuarentena de una semana para lograr su aclimatación a las condiciones experimentales (temperatura 20 °C), con una humedad relativa de 30-70% y ciclos de luz/oscuridad de 12/12h. Se alojaron en una caja T-4 con fondo de rejilla. La atención de los animales y el proceso experimental se llevó a cabo de acuerdo a la guía para el cuidado y uso de animales de laboratorio, publicado por el National Health Institute (NIH Publication N° 85-23, 1996), aprobados por la ONU y la UNESCO

DISEÑO EXPERIMENTAL:

Se utilizó el método de la depleción-repleción de la hemoglobina (Hb), como referencia el método oficial 974.31 de la AOAC (1998) para la biodisponibilidad del hierro.

PERIODO DE DEPLECIÓN:

Durante este periodo las 25 ratas fueron distribuidas en jaulas colectivas (5 animales/jaula), luego fueron sometidos a una dieta deficiente en hierro en un periodo de tiempo de 2 semanas y sucesivas extracciones de 2 ml de sangre de la cola 3 veces por semana, hasta provocar estados anémicos leves en los animales con contenido de hemoglobina en sangre menores de 9g/dL según WHO (1989), con el objetivo de disminuir las reservas corporales de hierro. Se preparó manualmente la dieta deficiente en hierro, compuesto con leche de vaca, pan blanco y agua desionizada, observándose adecuadas las condiciones higiénico-sanitarias.

Tabla 1. Valores de Fe en mg/100g de alimento ingerido en la dieta normal y deficiente en hierro administradas a las ratas

Dieta Normal	mg/100g de alimento ingerido	Dieta deficiente en hierro (DDH)	mg/100g de alimento ingerido
Maíz chancado	2.5	Leche de vaca	0.1
Purina	50-20	Pan de trigo	1.6
Agua potable	< 3 ppm	Agua destilada	--

La dieta deficiente en hierro fue administrada *ad libitum* (30 g/día), elaborada con 20 ml de leche de vaca obtenida del establo y 10 g de Pan para cada rata. El análisis teórico de la dieta tiene un contenido de hierro de 0.18mg/día. Antes y durante la administración de la dieta, los recipientes de porcelana utilizados como comederos y bebederos se enjuagaron tres veces con agua desionizada.

Observaciones clínicas: Para el diagnóstico de la enfermedad los animales fueron observados diariamente (dos veces al día), registrando la presencia de síntomas de la enfermedad como: palidez anormal o pérdida de color en la piel, irritabilidad, falta de energía o cansancio fácilmente (fatiga), aumento en el pulso (taquicardia). También se le realizó una medición de la hemoglobina al terminar el periodo de depleción (Tabla 2).

PERIODO DE REPLECIÓN

Una vez alcanzados los niveles de hemoglobina deseados para considerar a los animales anémicos leves, se dividieron en tratamientos según el peso corporal y concentración de hemoglobina similares. Los animales fueron alimentados con la misma dieta deficiente en hierro utilizada en el periodo de depleción.

Tratamientos: Se conformaron 5 grupos experimentales de 5 repeticiones: Un grupo control, un grupo A: con dieta deficiente en hierro, un Grupo B: dieta deficiente en Hierro con 2 mg de Fe/kg de p.c. y 10 mg de Vitamina C/kg de p.c. Los grupos C y D: dieta deficiente en hierro con 1000 mg/ kg y 2000 mg/kg de *R. officinalis* respectivamente. La fuente de hierro utilizada fue el sulfato ferroso heptahidratado. (Tabla 3).

Preparación del decócto: Las hojas de *Rosmarinus officinalis* fueron lavadas y desecadas a 36°C en una estufa del laboratorio de la facultad de Ingeniería química de la UNT; estas fueron pesadas y almacenadas en 10g/bolsa, luego fueron colocadas en 100 ml de agua a 60-70°C por 5 minutos, pasado este tiempo se enfrió por 20 minutos hasta que la temperatura del agua alcance la temperatura del ambiente, posteriormente se realizó un filtrado en gasa fraccionada GASTEL pasados 10 minutos.

Administración y dosificación: Todos las dosis fueron administrados por vía oral utilizando un sonda nasogástrica N° 6 marca Medex en el horario de 7 pm 8 pm, cada 24 horas durante los primeros 14 días de la dosificación y con 20 horas de ayuno.

Tabla 2. Datos de hematocrito, hemoglobina y hierro sérico tomados a los 14 días de administración del decócto de *R. officinalis*.

Tratamientos	Individuo	Hematocrito (Hto. %)	Hemoglobina (g/dL)	Hierro sérico (ug/dL)
Grupo control Dieta normal	1	48.56	14.82	346.23
	2	49.72	15.32	349.45
	3	51.37	15.18	351.78
	4	52.42	14.96	350.67
	5	50.12	14.92	349.53
Grupo A Dieta deficiente en hierro (DDH)	6	43.76	10.79	224.78
	7	†	†	†
	8	41.12	9.76	210.65
	9	42.95	10.04	206.45
	10	40.24	9.54	217.98
Grupo B DDH + FeSO ₄ ·7H ₂ O	11	48.37	13.82	265.78
	12	49.08	13.83	259.76
	13	47.35	13.92	262.89
	14	48.15	14.16	260.21
	15	46.85	13.01	257.78
Grupo C DDH + 1000mg/kg <i>R. officinalis</i>	16	44.19	12.41	243.12
	17	45.32	13.14	239.56
	18	†	†	†
	19	41.10	11.58	238.23
	20	42.62	11.91	240.77
Grupo D DDH + 2000mg/kg <i>R. officinalis</i>	21	†	†	†
	22	50.02	13.29	260.45
	23	48.23	12.86	264.34
	24	48.36	13.02	265.91
	25	49.44	13.23	257.54

† ratas muerta en el proceso experimental

Tabla 3. Número de tratamientos, repeticiones y dosis empleadas en un modelo experimental de anemia ferropénica

Grupos	Dosis : cantidad/p.c.	Repeticiones
A:Dieta normal	Maíz y purina	5
B: DDH	Leche de pan y vaca	5
C: DDH + Fe ⁺² ; Ácido ascórbico	2mg/kg ; 10 mg/kg	5
D: DDH + <i>R. officinalis</i>	1000 mg/kg	5
E: DDH + <i>R. officinalis</i>	2000 mg/kg	5

TOMA DE DATOS:

PESO:

A cada uno de los animales se le realizó el marcaje individual a las colas enumeradas del 1 al 28 y se midió el peso corporal al inicio y a los 7, 14, 21, 28 y 35 días del experimento utilizando para ello una balanza de triple brazo

SANGRE:

Extracción de Sangre:

Los animales se anestesiaron con pentobarbital sódico 1ml/kg de peso corporal, luego estos se colocaron en un restrainer (restricor de movimiento). Las muestras de sangre fueron obtenidas por un corte en la cola con navaja GILLETE, utilizando para ello guantes de látex RUBBERCARE, luego colocados en capilares heparinizados MARIENFELD 80 ui/ml con Heparina sódica 5.000 ui/ml Laboratorio BIOSANO-Chile.

Análisis Sanguíneo:

Las determinaciones hematológicas se realizaron inmediatamente después de la obtención de a muestra sanguínea para evitar cualquier tipo de alteración debida al paso del tiempo. En el caso de no ser analizada en 2-3 horas, la sangre se refrigeró a 4°C durante 24 horas. Las determinaciones se realizaron al final de cada periodo: depleción y repleción

Determinación de parámetros hematológicos

De cada animal se obtuvieron 0.3 ml de sangre en total, para la determinación de los parámetros de la serie roja: Hemoglobina, por el método de cianometalhemoglobina y el hematocrito por el método de microhematocrito²¹ y los parámetros bioquímicos.

Determinación de los Parámetros bioquímicos

La valoración de los parámetros bioquímicos se realizó sobre el plasma heparinizados de las muestras de sangre centrifugadas a 3500 x g durante 10 min.

Para la cuantificación del hierro sérico se utilizó una determinación colorimétrica con el método Ferrozina (kit de ensayo Valtek (DIFE-250, de bioensayo Systems, EE.UU.). El fundamento de este método consiste en liberar el hierro que se encuentra unido a la transferrina por la adición de clorhidrato de hidroxilamina que actúa como reductor Posteriormente el Fe (II) liberado forma con el Ferrozine un complejo color morado. La intensidad de la coloración es directamente proporcional a la concentración de hierro y se mide fotométricamente a una longitud de onda de 560 nm. La ecuación aplicada para la determinación del hierro sérico fue la siguiente:

$$\text{Ferremia } (\mu\text{g/dl}) = \frac{\text{A2 muestra} - \text{A1 muestra}}{\text{A2 standard} - \text{A1 standard}} \times 500$$

RESULTADOS

Los valores medios de hemoglobina al cabo de los 14 días de tratamiento fueron significativamente diferentes en los 5 grupos experimentales, con resultados mayores en el grupo suplementado con hierro y con la segunda dosis del decócto de *Rosmarinus officinalis*

La tabla 4 muestra la evolución de los resultados con respecto al peso corporal del animal. En los grupos experimentales se produjo un incremento significativo del peso corporal independientemente del protocolo experimental aplicado

Tabla 4. Evolución del peso corporal de las ratas al inicio y final de la dosificación. Se muestran la media \pm desviación estándar de las variables de respuesta del estudio

Indicador	Día	Grupos experimentales				
		A	B	C	D (vegetal)	E (vegetal)
		DN	DDH	FeSO ₄ ·7H ₂ O	1000mg/kg	2000mg/kg
Repeticiones		5	5	5	5	5
Peso(g)	0	209.52 \pm 9.54	234.0 \pm 8.39	253.23 \pm 1.35	264.68 \pm 3.66	280.5 \pm 6.60
	14	219.08 \pm 12.7	250.24 \pm 15.4	266.70 \pm 6.49	273.60 \pm 9.20	296.48 \pm 13.46

La tabla 5 muestra la evolución de los resultados de las variables hematológicas de la serie roja de estudio en las ratas evaluadas.

Tabla 5. Evolución de los parámetros hematológicos en *R. norvegicus*. Se muestran la media \pm desviación estándar de las variables de respuesta del estudio

Indicador	Día	Grupos experimentales				
		A	B	C	D (vegetal)	E (vegetal)
		DN	DDH	FeSO ₄ ·7H ₂ O	1000mg/kg	2000mg/kg
Tamaño		5	5	5	5	5
Hto. (%)	0	53.45 \pm 0.87	41.87 \pm 0.98	40.78 \pm 0.67	40.12 \pm 0.43	41.03 \pm 1.4
	14	50.44 \pm 1.50	42.02 \pm 1.62	47.96 \pm 0.88	43.31 \pm 1.84	46.91 \pm 0.86
Hb g/dL	0	15.34 \pm 0.56	10.45 \pm 0.22	10.34 \pm 0.67	9.98 \pm 0.45	10.05 \pm 0.59
	14	15.04 \pm 0.20	10.03 \pm 0.54	13.75 \pm 0.43	12.26 \pm 0.68	13.65 \pm 0.20

Leyenda. DN: Dieta normal. DDH: Dieta deficiente en hierro

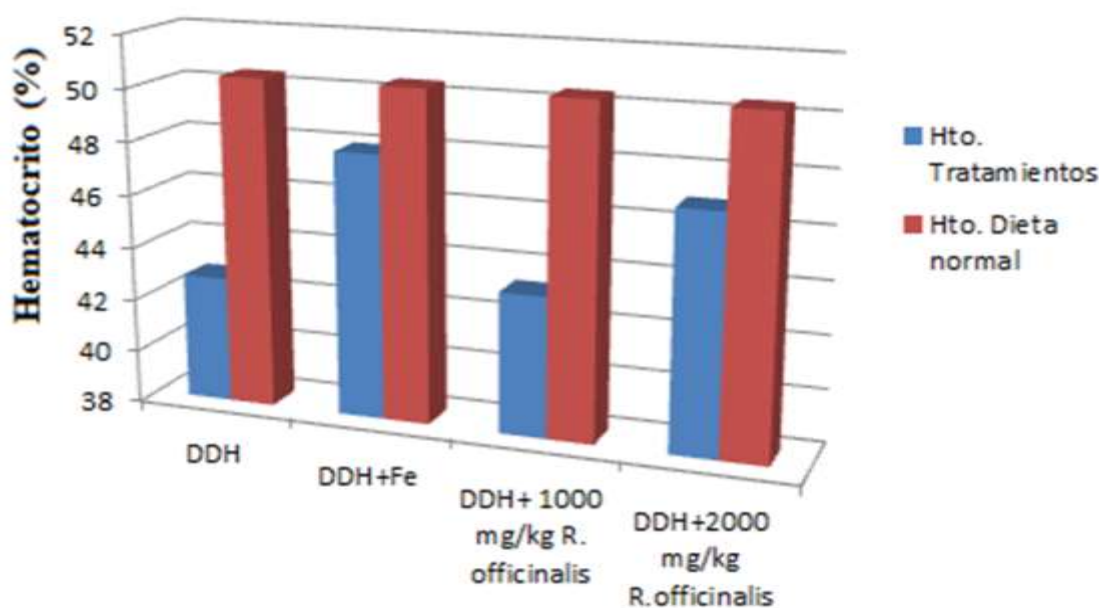


Fig 1. Porcentaje promedio de Hematocrito (%) en ratas normales, anémicas sin suplementar y suplementadas con FeSO₄·7H₂O, 1000mg/kg y 2000mg/kg de p.c durante 14 días

La Tabla 6 muestra el comportamiento de los contenidos séricos del Fe. Se observan diferencias significativas entre los grupos experimentales, el contenido sérico fue mayor en los grupos A y E. El contenido hepático fue máximo en el grupo A y mínimo en el grupo B

Tabla 6. Comportamiento de los contenidos séricos en ratas normales, anémicas sin suplementar y suplementadas con $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1000mg/kg y 2000mg/kg de p.c durante 14 días

Régimen de suplementación	Fe sérico (ug/dL)
A Dieta normal	349.53 \pm 2.08
B Dieta deficiente en Hierro	214.96 \pm 8.09
C $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	271.28 \pm 3.10
D 1000mg/kg p.c. <i>Rosmarinus officinalis</i>	240.42 \pm 2.08
E 2000mg/kg p.c. <i>Rosmarinus officinalis</i>	259.56 \pm 3.70

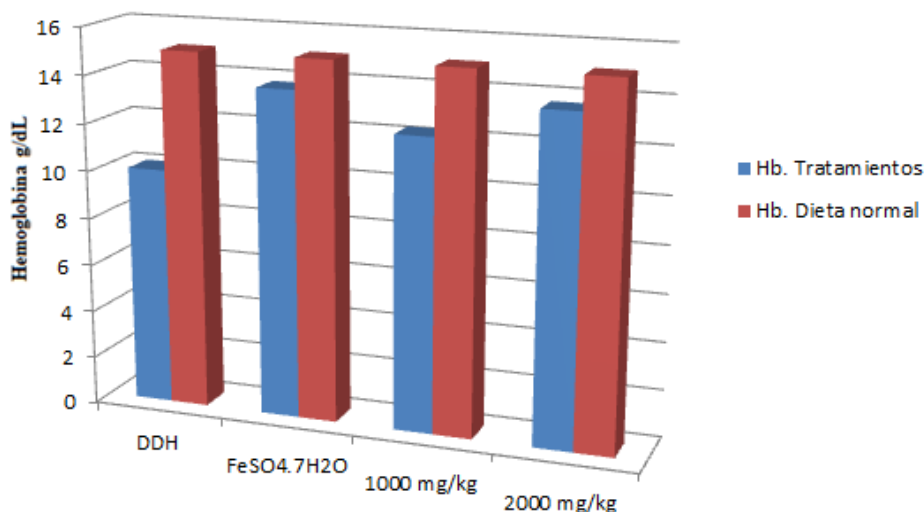


Fig 2. Valores promedio de hemoglobina (g/dL) en ratas normales, anémicas sin suplementar y suplementadas con $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1000mg/kg y 2000mg/kg de p.c durante 14 días

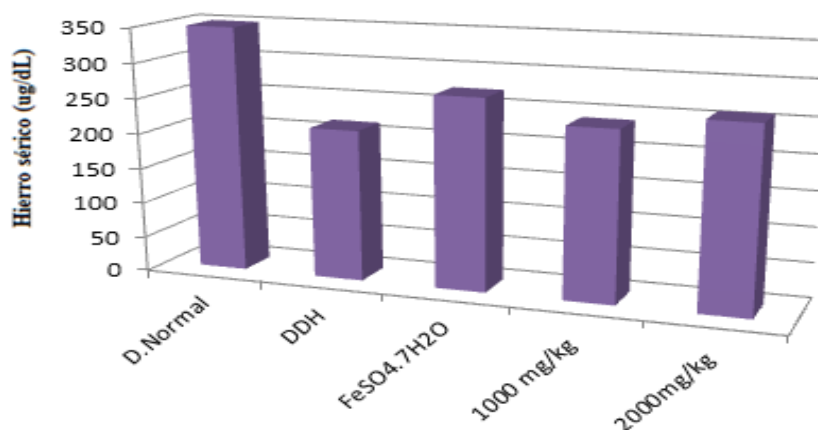


Fig 3. Valores promedio de hierro sérico (ug/dL) en ratas normales, anémicas sin suplementar y suplementadas con $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1000mg/kg y 2000mg/kg de p.c durante 14 días.

DISCUSIÓN

Los animales de los grupos de dieta normal, dieta deficiente en hierro (DDH) suplementado con sulfato ferroso heptahidratado, y DDH suplementado con *R. officinalis* al final de tratamiento, lograron alcanzar valores normales de hematocrito (45-52%) reportados para la especie (OMS, 2001).

Es conocido que el hierro es indispensable para la formación de la hemoglobina, pero no es el responsable fundamental de la formación de los eritrocitos, por lo que este último proceso puede afectarse o no afectarse y continuar con la producción de eritrocitos con bajo contenido de hemoglobina, anemia microcítica hipocrómica, alcanzando rápidamente valores de hematocrito dentro de los rangos normales reportados. (Erna y col., 2010).

Los valores de hemoglobina, al igual del hierro sérico, aumentaron de 10g/dL y 13.65 g/dL y de 214.96 a 259.56 ug/dl respectivamente. con decócto a dosis de 2000 mg/kg en dos semanas de tratamiento. Probablemente este efecto se debe a que las hojas de *R. officinalis* es una excelente fuente de hierro, Según USDA (2010) (Nutrient Database for Standard Reference) contiene 6,65mg de Fe/100g. Sin embargo la dosis no es necesaria para cubrir los requerimientos reportados para la especie (0.5 mg/día) (OMS, 2001).

El hierro proporcionado por la leche de vaca y el pan, tiene una absorción baja en los mamíferos debido a la ausencia de lactoferrina en la leche y presencia de fitatos en el pan blanco, por esa razón, es posible de que la absorción de este mineral aumentó debido a que el decócto de hojas de *Rosmarinus officinalis* es excepcionalmente rico en muchos B-complejo grupo de la vitamina, tal como el ácido fólico, ácido pantoténico, piridoxina, riboflavina, vitamina C y A. que ayudan a la mejor absorción del hierro (Hamlin & Latunde, 2011).

Según la OMS (2001), las hojas de *R. officinalis* presentan 21.8 mg vitamin C. Probablemente las vitaminas que están presentes en el decócto de hojas de *R. officinalis*, especialmente la vitamina C, no sufrieron desnaturalización, debido a que la decocción solo tuvo un tiempo menor de 5 minutos y se trató de que la temperatura no llegara a los 70°C. De esta manera, en su papel como agente reductor, la vitamina C puede facilitar la absorción del hierro desde el tracto gastrointestinal y permitir su movilización desde las reservas. El hierro y el ácido ascórbico forman un complejo quelante-hierro que es más soluble en el medio alcalino del intestino delgado y, por lo tanto, más fácil es su absorción (Hoefler y col., 1987; Mahmoud & Son, 2005)

Comparando con los trabajos de Disler y col., (1975) muestran resultados contradictorios, demostraron que los extractos de *Tea sinensis* y *R. officinalis* disminuyen la absorción del hierro no hemínico, debido a la presencia de compuestos fenólicos que quelan los metales, incluyendo el hierro. Sin embargo, un número limitado de estudios sugieren que el efecto depende de la dosis, aunque el efecto antioxidante es beneficioso debido a la reducción del riesgo de deterioro, la inhibición de la absorción de hierro no hemo-constituye un efecto adverso potencial.

En las hojas de *R. officinalis* existen también compuesto fenólicos que podrían inhibir la absorción de hierro como los ácidos fenólicos (cafeico, clorogénico), y los taninos (Correa y Bernal, 2001). Sin embargo, la vitamina C presente en el decócto puede contrarrestar la inhibición de la absorción del hierro producida por los fitatos y taninos de la dieta (Hallberg y col., 1987). Las dosis de 1000 y 2000 mg/kg que se administraron en esta investigación tuvo la finalidad de no crear efectos tóxicos en el animal ya que las hojas presentan rosmaricina, un alcaloide, y segundo de disminuir los efectos de los compuestos fenólicos presentes en el decócto ya que a elevadas dosis, podrían generar inhibición de la absorción del hierro

CONCLUSIONES

El decócto de hojas de *Rosmarinus officinalis* L. tiene efecto antianémico a 2000 mg/kg, aumentando los índices hematológicos como la hemoglobina y el hierro sérico.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cantrell, C.L.; S.L. Richheimer; G.M. Nicholas; B.K. Schmidt & D.T. Bailey.** 2005 Seco-Hinokiol, a new abietanediterpenoid from *Rosmarinus officinalis*. J Nat Prod. Jan; 68(1):98-100.
- Capó, J.T.; J.R. Chanfrau; J.M. Gómez; Z. Pardo & S. Agüero.** 2004. Actividad antianémica de la *Cassia grandis* L. Revista Cubana de Farmacia; 38(3)
- Chamoleau, A.J.** 1989. La curación por las plantas. 1a edición Ediciones Roca, S.A México. pp. 137-140
- Disler PB, Lynch SR, Torrance JD, Sayers MH, Bothwell TH, Charlton RW.** 1975. The mechanism of the inhibition of iron absorption by tea. S Afr J Med Sci; 40:109-16
- Erna, C.; A. Arollado & O. Marina.** 2010 Hematinic activity of *Alternanthera sessilis* (L.) R. BR. (Amaranthaceae) in mice and rats. E-International Scientific Research Journal. ISSN: 2094-1749 Volume: 2 Issue: 2.
- Guija, E.; L. Troncoso; J. Enciso; F. Palomino; M. Núñez; G., Oliveira & A. Fukusaki.** 2011. Efecto hepatoprotector del extracto hidroalcohólico de *Petroselinumsativum* (perejil) sobre la expresión de Cox-2 y activación del Nf-B hepáticos, generados por la administración de sulfato ferroso y vitamina C en ratas. AnFac med.;72 Supl 1.
- Hamlin, F. & G. Latunde.** 2011 Iron bioavailability from a tropical leafy vegetable in anaemic mice. Nutrition & Metabolism 8:9.
- Hoefler, C.; J. Flourentin; F. Mortier; J.M. Pelt & J. Guillemain.**1987. Comparative Choleric and hepatoprotective properties of Youngsprouts total plant extracts *Rosmarinus officinalis* in rats. Journal of Ethnofarmacology 19, pp. 133-143.
- Koffuor, G.; G. Sam; P. Dadzeasah; E. Owiafe & A. Gyapong.** 2012. Erythropoietic effect of the ethanolic Root Bark Extract of *Carissa edulis* in Phenylhydrazine-induced anemic Sprague-Dawley Rats. Research Journal of Pharmacology ISSN: 1815-9362; 6(2); 20-24
- Lohar, P.S.; M.S. Lohar & S. Roychoudhury.** 2009. Erythropoietic effects of some medicinal plants of India on experimental rat model. ISSN 1337-9984 Slovak J. Anim. Sci., 42, (2): 95-98.
- Mahmoud, A.A.; S.S. Al-Shihry & B.W.Son.** 2005 Diterpenoidquinones from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.).Phytochemistry. Jul; 66(14):1685-90.
- Morck, T.A.; S.R. Lynch & J.D. Cook.** 1983. Inhibition of food iron absorption by coffee. Am J Clin Nutr;37:416-20.
- Mostacero, J.** 2002. Taxonomía de las Fanerógamas Útiles del Perú. Tomo II. Trujillo: Ed. NormasLegales: 957,97.
- OMS/UNICEF/UNU.** 2001. Iron deficiency anaemia: assessment, prevention, and control Ginebra, Organización Mundial de la Salud, (WHO/NHD/01.3).
- Ozcan, M.M. & J.C. Chalchat.** 2008 Chemical composition and antifungal activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) oil from Turkey. Int J Food Sci Nutr.;59(7-8):691-8.
- Sancheti, G. & M. Goyal.** 2007. Prevention of Radiation Induced Hematological Alterations by Medicinal Plant *Rosmarinus Officinalis*, L in Mice. Afr J Tradit Complement Altern Med.; 4(2): 165-172
- Tahraoui, A.; J. El-Hilaly; Z.H. Israili & B. Lyoussi.** 2007 Ethnopharmacological survey of plants used in the traditional treatment of hypertension and diabetes in south-eastern Morocco (Errachidia province).J Ethnopharmacol. Mar 1;110(1):105-17. Epub 2006 Sep 23.
- Takaki, I.; L.E. Bersani-Amado; A. Vendruscolo; S.M. Sartoretto; S.P. Diniz; C.A. Bersani-Amado & R.K. Cuman.** 2008. Anti-inflammatory and antinociceptive effects of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil in experimental animal models. J Med Food. Dec; 11(4):741-6.
- Troncoso, L.; E. Guija; F. Palomino; M. Núñez & G. Oliveira.** 2011 Efecto de la ingesta de sulfato ferroso y vitamina C sobre la capacidad antioxidante de ratas preñadas y en sus crías, y regeneración posnecrótica por *Petroselinum sativum* (perejil) AnFac med.;72 Supl 1
- Velasco, R.; M.A. Yescas; C.A. Gallegos; C.L. Arratia; G.R. Zamora; A.R. Tapia; A.E. Vega; T.A. Muñoz ; & E.E. Barrera.** 2009. Empleo de *Urtica chamaedrydes* (Chichicaste) en el tratamiento de ratas con anemia ferropénica y sus efectos sobre los productos de gestación. Bioquímica, Vol. 34, Núm. 1, p. 76.
- Yukiko, K.; W. Etsuko; O. Takayuki; Y. Meiko; Y. Risa; K. Masa-shi; N. Yukihiro & K. Yasuhiro.** 2011. Acidic Xylooligosaccharide promotes recovery from iron deficiency anemia by enhancing serum iron level in rats. Biomedical Research. Japan; 22 (4): 417-423.

EFFECTO DEL INSECTICIDA CLORPIRIFOS SOBRE LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE *Metarhizium anisopliae* EN CONDICIONES DE LABORATORIO

THE INSECTICIDE CHLORPYRIFOS EFFECT ON GROWTH GERMINATION AND *Metarhizium anisopliae* UNDER LABORATORY CONDITIONS

Dolibeth Montilla-García
Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo. Perú.

RESUMEN

El crecimiento de la población hace que busquemos mejores formas de incrementar la producción de alimentos y mejorar el rendimiento de los cultivos; para lograr esta meta el agricultor mayormente hace uso de los químicos desde hace muchos años. Pero actualmente se propone un manejo integrado del cultivo usando el control biológico, el cual se presenta como una buena opción para desplazar el uso de los químicos; debido a esto fue necesario conocer el efecto que produce el insecticida clorpirifos sobre la germinación y el crecimiento del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* en condiciones de laboratorio, para lo cual se realizaron cuatro concentraciones diferentes de clorpirifos (0, 720, 1200 y 2400 ppm) para evaluar tanto la germinación como el crecimiento de *M. anisopliae*. La lectura de los resultados se hizo midiendo el radio de crecimiento promedio alcanzado cada día, según cada concentración de clorpirifos. Se demostró que clorpirifos tiene efecto inhibitorio sobre la germinación y el crecimiento de *M. anisopliae*.

Palabras clave: plaguicida, entomopatógeno, *Metarhizium anisopliae*

ABSTRACT

The population growth makes us seek better ways to increase food production and improve crop yields, to achieve this goal the farmer mostly makes use of chemicals for many years. But currently proposed integrated crop management using biological control, which comes as a good option to displace the use of chemicals, because it was necessary to know the effect of the insecticide chlorpyrifos on the germination and growth of entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* in a laboratory, for which four different concentrations of chlorpyrifos (0, 720, 1200 and 2400 ppm) to evaluate both the germination and the growth of *M. anisopliae*. The reading of the results was done by measuring the radius of growth achieved average each day as each concentration of chlorpyrifos. Chlorpyrifos was shown that inhibitory effect on the germination and growth of *M. anisopliae*.

Key words: pesticides, entomopathogenic, *Metarhizium anisopliae*

Recibido: 9 Diciembre de 2012

Aceptado: 29 de Abril de 2013

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población hace que busquemos mejores formas de incrementar la producción de alimentos y para ello necesitamos reducir los daños que ocasionan las plagas y enfermedades (Ware, 2000). La manera tradicional de mejorar el rendimiento en los cultivos se basa en el empleo de compuestos químicos (control químico) para controlar plagas (patógenos, insectos y malezas) a niveles que no causen daños económicos a los cultivos (Fuenmayor, 2008).

Uno de los químicos más usados es el clorpirifos, que es un insecticida organofosforado, que ha sido considerado como uno de los más utilizados para el control de plagas de cultivo de flores, banano y hortalizas. Igualmente, es catalogado como un compuesto tóxico para la fauna terrestre y acuática, y para las personas (Márquez, 2001 y Racke, 1993). A concentraciones de 0,25 µg/g de suelo, lo cual representa un riesgo para los microorganismos del suelo y para los agricultores

(González, 2003), puede provocar un efecto negativo en el ambiente si es mal aplicada o utilizada en altas dosis y causar la aparición de biotipos tolerantes de una especie anteriormente controlada por este plaguicida. (Tabener, 2009).

Para obtener mejoras perdurables en el control de las enfermedades agrícolas, la utilización del control químico no debe ser exclusivo sino complementario dentro de una estrategia de manejo integrado del cultivo (Ley 26744, 1997, Garrán y col. 2001), que involucra también el uso de métodos menos tóxicos tales como el control cultural y el control biológico; siendo los últimos base para una agricultura orgánica (Universidad Autónoma Chapingo, 2001).

El control biológico se define como la reducción de la cantidad de inóculo o de la actividad que produce la enfermedad de un agente patógeno, obtenido por o mediante uno o más organismos diferentes al hombre (Cook, 1983; Deacon, 1990). Dentro del control biológico están los hongos entomopatógenos, que pueden eliminar o mantener las plagas en niveles que no ocasionan daños económicos a los cultivos. Estos hongos se encuentran en la naturaleza; logrando un buen desarrollo en lugares frescos, húmedos y con poco sol. Constituyen, además, el grupo de mayor importancia en este control de insectos plagas. Prácticamente, todos los insectos son susceptibles a algunas de las enfermedades causadas por hongos, conociéndose aproximadamente 100 géneros y 700 especies de hongos entomopatógenos, teniéndose entre los géneros más importantes *Metarhizium*, *Beauveria*, *Aschersonia*, *Entomophthora*, *Zoophthora*, *Erynia*, *Eryniopsis*, *Akanthomyces*, *Fusarium*, *Paecilomyces* y *Lecanicillium* (Fragas y col., 1997).

Metarhizium anisopliae es un hongo inespecífico o de amplio espectro de acción, que fue descubierto por Eli Metchnikoff en 1879, infectando larvas del escarabajo gallo del trigo *Anisoplia austriaca*. Es a este científico ruso al que se le atribuye gran parte del mérito por el uso de microorganismos en el control de plagas, puesto que vislumbró el uso práctico de hongos y en especial de *M. anisopliae* en el control de insectos, apreciando también una evidencia de la importancia de las epizootias naturales en la reducción de las poblaciones de insectos, convirtiéndose actualmente en uno de los entomopatógenos más utilizados para controlar insectos plagas de los órdenes Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Orthoptera y Hemiptera (De Bach, 1968; Laverlam, 1999). Asimismo *M. anisopliae* ha sido aislado de un amplio rango de hospederos.

El ataque de los hongos entomopatógenos como *M. anisopliae* al insecto se inicia con la penetración por las partes blandas o por vía oral, este hongo inicia la colonización del insecto mediante la formación de estructuras de presión y la producción de enzimas extracelulares proteolíticas como subtilisina (PR1) y metaloproteasas, así como enzimas con actividad quitinolítica, produciendo la muerte del huésped en 3 a 4 días. Los síntomas en el insecto son la pérdida de sensibilidad, movimientos descoordinados y parálisis. Cuando el insecto muere, éste queda momificado (López & Orduz, 2004; Perkins, 2004).

Se han realizado varias investigaciones acerca del efecto de los pesticidas sobre *M. anisopliae*, según Padrón y col. (2000) evaluaron el efecto que producía el insecticida Endosulfan, encontrando que el crecimiento radial de las colonias resulta inhibido un cien por ciento en presencia de la mezcla de endosulfan a la dosis comercial como a la mitad de esta, manifestándose tóxico a estas concentraciones; mientras que a un décimo de la dosis comercial resultó ligeramente tóxico. Por su parte, Marcel y col. (2001) demostraron que los productos Dehydol KS 60, Sulpragil WP, Surfax 345, Surfion 950 y Texapon Zacd fueron estadísticamente diferentes al testigo, con valores menores en las dos variables evaluadas. El Sulfofon NSS presentó el menor diámetro de colonias.

Marques (1993) en un estudio sobre la compatibilidad de los hongos *M. anisopliae* y *B. bassiana* con agentes mojanteres y emulsionantes, comprobó que Surfax 250 y Surfax 586 inhibieron *M. anisopliae* con 24 h de incubación, cuando fueron utilizados en una concentración de 2%, mientras que el efecto negativo de Surfax 250 fue observado hasta las 48 horas de

incubación. Drewfax 550 y Unitol L30 fueron perjudiciales en las dos concentraciones evaluadas, tanto para *M. anisopliae* como para *B. bassiana*.

Enrique y col. (2003) realizaron estudios de compatibilidad e indicaron que el efecto del Nimkol-L® sobre el crecimiento vegetativo de los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae* fue dependiente de la concentración. Cuando el producto fue incorporado al medio de cultivo para los hongos, el crecimiento de las colonias no fue significativamente afectado en la menor concentración evaluada (0,74%). Con el aumento de la concentración, el crecimiento vegetativo de los entomopatógenos fue menor, hasta la total inhibición en la mayor concentración evaluada (18,4%). La inhibición completa de los hongos indica el alto poder fungicida del Nimkol-L® en esa concentración.

Akbar y col. (2012) en estudios de compatibilidad entre *M. anisopliae* y diferentes insecticidas y fungicidas, demostraron que varios de esos compuestos inhiben parcialmente la germinación y crecimiento del entomopatógeno, pero compuestos de metaxyl+mancozeb inhibe totalmente la germinación.

Por otro lado, Marcel y col. (2001) comprobaron que la producción de conidias de *M. anisopliae* en medios de cultivo conteniendo Agrimul PW, Surfion PW, Surfion D-oxiteno, Sulfopon NSS y Vixilex fue 8,7; 8,3;7,2;4,8 y 4,0 veces mayor que la del testigo, respectivamente. En cuanto al crecimiento de las colonias los productos que presentaron diferencias significativas fueron Surfion D-oxiteno, Surfion PW, Vixil-S, Vixilex y Agrimul PW, siendo 1,6; 1,4; 1,2; 1,2 y 1,1 veces mayores, respectivamente que el crecimiento del tratamiento sólo con el entomopatógeno.

Ante la escasa información sobre el efecto de los químicos, específicamente insecticidas, sobre los hongos entomopatógenos surge la necesidad de investigar sobre dichos efectos, con el fin de que el agricultor planifique mejor sus métodos de control de plagas para la mejor eficiencia del mismo.

Por lo referido anteriormente, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de las diferentes concentraciones de clorpirifos sobre la germinación y crecimiento de *M. anisopliae* en condiciones de laboratorio, teniendo como hipótesis de que a mayores concentraciones de clorpirifos se da un menor porcentaje de germinación y crecimiento de *M. anisopliae*.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material biológico fue proporcionado por la cátedra de Fitopatología (departamento de Microbiología) y el insecticida Troya 4 EC, cuyo principio activo es el clorpirifos, fue adquirido en las tiendad de venta de agroquímicos

1. Evaluación del efecto de Clorpirifos sobre la germinación de *M. anisopliae*.

Preparación de las soluciones doble concentradas de clorpirifos.

Se llevó a cabo diferentes diluciones de Clorpirifos en suero de papa estéril hasta alcanzar las concentraciones de 1440, 2400, 4800 ppm., a partir del producto Troya 4 EC.

Reactivación del cultivo de *Metarhizium anisopliae* y obtención de cultivos monospóricos.

Para la reactivación, a partir del cultivo puro, se resembró en tubo de ensayo conteniendo agar Sabouraud inclinado y luego se incubó a 25°C durante 7 días.

Preparación del inóculo de esporas

De los cultivos preparados se volvió a sembrar en frascos planos conteniendo agar Sabouraud inclinado y se incubó a 25°C por 7 días, luego se extrajo una porción de micelio y se suspendió en 9 mL de tween 80 0,1% agitándolo moderadamente, a fin de liberar las conidias

del hongo. Con la suspensión resultante se determinó la concentración de esporas mediante recuento en cámara de Neubauer, con lo cual se obtuvo una concentración final de $5,7 \times 10^3$ conidias/mL.

Inoculación e incubación

Se colocó 1 mL de cada dilución de clorpirifos doble concentrado en tubos de ensayo estériles, a los cuales se les agregó 1 mL de la suspensión de conidias obtenida previamente, con lo cual se obtuvo una dilución de 2.85×10^3 conidias/mL y concentraciones finales de clorpirifos de 720, 1200 y 2400 ppm. Se preparó también una suspensión de esporas control, agregándole 1 mL de la suspensión de esporas en 1 mL de agua destilada estéril.

Lectura de conidias germinadas

Luego del periodo de incubación se procedió a revisar los tubos donde se inoculó al hongo y se contó el número de conidias germinadas en cada una de las concentraciones del insecticida así como también del control. Los resultados fueron expresados como porcentaje promedio de germinación el cual se obtuvo comparando el número de conidias germinadas en los tubos con las diferentes concentraciones del insecticida en relación a las del grupo control.

2. Evaluación del efecto de clorpirifos sobre el crecimiento de *M. anisopliae*.

Preparación del medio de cultivo

Se preparó Agar Sabouraud en cuatro matraces conteniendo 100 mL de medio cada uno. El medio de cultivo se esterilizó en autoclave y se dejó enfriar hasta una temperatura aproximada de 50 °C. Estando aún fundido el medio, a tres de los matraces se les adicionó clorpirifos en cantidad suficiente para obtener una concentración final de 720, 1200 y 2400 ppm., respectivamente. Al medio contenido en el matraz restante no se le agregó el insecticida, a fin de utilizarlo como control. Luego, el medio de cultivo de cada uno de los cuatro matraces se sirvió en placas de Petri estériles (cuatro placas por cada concentración, incluyendo el control).

Siembra e incubación.

A partir de los cultivos puros del hongo contenido en los frascos planos se sembró por puntura en la parte central de las placas previamente preparadas en el paso 2.1 las cuales fueron incubadas a 25°C por nueve días.

Lectura de resultados

A partir del segundo día de siembra, y hasta el noveno día, se midió el radio de crecimiento (cm) de la colonia en diferentes direcciones, obteniéndose un radio promedio de crecimiento por día, por cada concentración de insecticida y el grupo control.

Los resultados de crecimiento de *M. anisopliae* se expresaron en centímetros (cm) y en porcentaje de crecimiento (%C), teniendo en cuenta el crecimiento alcanzado por el grupo control (100%), de la siguiente manera:

$$\%C = \frac{\text{Radio promedio de la colonia problema}}{\text{Radio promedio de la colonia testigo}} \times 100$$

3. Análisis de datos

El análisis estadístico se llevó a cabo en base a la prueba de Análisis de Varianza Unidireccional

(ANOVA) para la comparación entre los resultados obtenidos con cada concentración de clorpirifos, tanto para el porcentaje de germinación, como para el porcentaje de crecimiento de *M. anisopliae* para lo cual se utilizó el programa estadístico SPSS V. 15.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que clorpirifos no permite la germinación de *M. anisopliae*, llegando a obtenerse valores de 0% de germinación de las conidias en todos los tratamientos evaluados.

La Fig. 1 representa el porcentaje de crecimiento de *M. anisopliae* en diferentes concentraciones de clorpirifos observándose que este porcentaje llega a ser aproximadamente 20% a la concentración de 2400 ppm de clorpirifos.

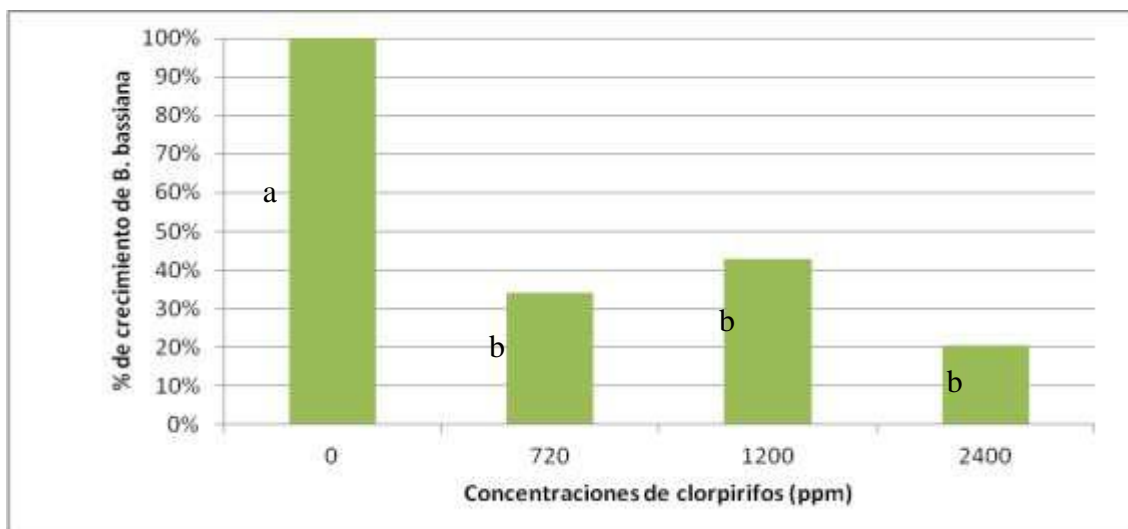


Fig. 1. Porcentaje de crecimiento lineal (radio) de *M. anisopliae* a las concentraciones de 720, 1200 y 2400 ppm. de clorpirifos. Las mediciones son de nueve días de incubación en condiciones de laboratorio.

a: $p < 0.05$ existe diferencia significativa

b: $p > 0.05$ no existe diferencia significativa

Tabla 1. Tratamiento estadístico sobre crecimiento radial de *M. anisopliae*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1.780	3	.593	14.251	.000
Intra-grupos	.833	20	.042		
Total	2.612	23			

Crecimiento radial de *M. anisopliae*

Student-Newman-Keuls^a

Concentración de clorpirifos (ppm)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
2400 ppm	6	.1751	
720 ppm	6	.2879	
1200 ppm	6	.3854	
0 ppm	6		.8883
Sig.		.197	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 6,000.

De los resultados obtenidos se pudo observar que la germinación de *M. anisopliae* fue afectada en todos los tratamientos de clorpirifos (0%), con lo cual no se cumplen las normas establecidas por SENASA (2001), en las que se señala que todo biopreparado para ser usado como controlador biológico debe tener como característica una germinación de conidias mayor o igual a 90 %.

Asimismo se pudo comprobar que existe un efecto inhibitorio de clorpirifos sobre la germinación de las esporas de *M. anisopliae*, observándose gran diferencia entre el control y los tratamientos. Esto coincide con estudios realizados por Akbar y col. (2012), quienes demostraron que algunos herbicidas como el metaxyl + mancozeb son incompatibles con la germinación de los conidios de *Metarhizium anisopliae*.

En relación al crecimiento de *M. anisopliae* éste disminuyó, aunque en la concentración de 1200 ppm se aprecia un ligero aumento del crecimiento con respecto a la concentración de 720 ppm, pero en la concentración de 2400 ppm se ve una baja significativa del crecimiento (Fig. 1), lo que concuerdan con lo reportado por Castiñeiras y col. (1991) y Jiménez (1996), quienes demostraron que los agroquímicos Ametrina, Diuron y Diquat entre otros mencionados, son incompatibles con el crecimiento de *M. anisopliae*, sin embargo hay que mencionar que en dichos estudios se aplicaron concentraciones de 4 800, 8 000 y 9 600 ppm de los agroquímicos respectivamente, y se sabe que a concentraciones elevadas de estos herbicidas, se comportan como inhibidores del transporte de electrones mitocondrial (Bioagro, 2005).

En la actualidad no existen estudios que nos permitan conocer el mecanismo de acción de clorpirifos sobre *M. anisopliae* mediante el cual se afecte su germinación y crecimiento, lo cual se podría explicar de que el clorpirifos influye sobre la pared celular y/o la membrana citoplasmática y lo cual conlleva a la inhibición de la germinación y la disminución del crecimiento (Lindhart & Kjær, 2001).

Entre los fungicidas se encontró similitud estructural y funcional con la Famoxadona que es usado contra *Plasmopara viticola*, este fungicida actúa a nivel de la respiración del patógeno, y es un potente inhibidor del transporte de electrones en las mitocondrias de las células del hongo. El sitio primario de acción se localiza en el complejo III entre el citocromo b y el citocromo c₁ de la cadena respiratoria. Este flujo de electrones es necesario para que se lleve a cabo la fosforilación oxidativa, con la transformación de ADP a ATP. La acción fungitóxica tiene como resultado final la interrupción de los procesos metabólicos del hongo que requieren energía, incluyendo la germinación de las esporas y el crecimiento del micelio (ANVISA, 2003; Márquez, 2004).

Considerando que *M. anisopliae* es el agente patógeno de más de 300 especies de siete órdenes de insectos plaga y es el segundo hongo entomopatógeno más ampliamente usado en el control microbial, asimismo es el hongo más utilizado en Latinoamérica para el control de diferentes especies de Cercópodos que son plagas en la caña de azúcar (Carballo y col., 2003) y teniendo en cuenta que la duración de la actividad residual de clorpirifos en el suelo es de unos 6 a 8 semanas (Guadalquivir, 2000). Se recomienda que el producto DESTRIXIN WP (1999) a base de *M. anisopliae* cepa LAVERLAM no debe ser mezclado con fungicidas, productos químicos o coadyuvantes que alteren su efectividad, en cualquier mezcla debe probarse previamente su compatibilidad. Por lo tanto, si tenemos en cuenta que clorpirifos tiene un efecto inhibitorio tanto de la germinación como del crecimiento del entomopatógeno, y considerando que el porcentaje de germinación es más afectado que el porcentaje de crecimiento, es necesario un buen criterio de su utilización ya que si aplicamos el entomopatógeno antes de el insecticida, permitiéndole su germinación, esto repercutiría en un mejor control integrado de plagas, debido a que se favorecería el crecimiento del entomopatógeno.

CONCLUSIONES

Clorpirifos ejerce un efecto inhibitorio sobre la germinación y el crecimiento de *M. anisopliae* en condiciones de laboratorio.

Existen diferencias significativas en la germinación y el crecimiento de *M. anisopliae* a las diferentes concentraciones de clorpirifos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANVISA.** 2003. Acción de la Famoxadona. URL: [http://www.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP\[513910\].PDF#search=Famoxadona](http://www.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP[513910].PDF#search=Famoxadona)
- Badii, M.H.; J.L. Abreu.** 2006. Control biológico una forma sustentable del control de plagas. *International Journal of Good Conscience*; 1(1), p.82-89.
- Bioagro.** 2005. Alteraciones en el transporte de electrones tilacoidal y de la fotorrespiración. URL: http://www2.uah.es/tejedor_bio/bioquimica_ambiental/BA-RES-13.pdf
- Carballo, M.; E. Hidalgo & A. Rodríguez.** 2003. Control biológico de insectos mediante hongos entomopatógenos. *Lecuona, R.E.* pp.35–60. Buenos Aires, Argentina.
- Castiñeiras, A.; A. Calderón & M. López.** 1991. Efecto de los biocidas y de los fertilizantes empleados en el cultivo del plátano en Cuba sobre los hongos entomopatógenos. II. *Metarhizium anisopliae*.
- Cook, R.J. & K.F. Baker.** 1983. *The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens.* American Phytopathological Society, St. Paul, Minn., U.S.A: 539
- Crespo, M.** 2001. El Control Biológico de los Fitonemátodos: Una Alternativa al Uso de Nematicidas y Cultivos Transgénicos. URL: http://www.maela-net.org/pasando/control_biologico_fitonematodos.html.
- Deacon, J.W.** 1990. *Introducción a la micología moderna.* México Ed. Limusa.
- De Bach, P.** 1968. *Control Biológico de las Plagas de Insectos y Malas Hierbas.* Edit. Continental, S.A. México, D.F.
- DESTRUXIN.** 1999. *Metarhizium anisopliae* cepa LAVERLAM. URL: <http://www.laverlam.com.co/destru.html>
- Castiglioni, E.; J. Vendramim & S. Alves.** 2003. Compatibilidad de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* con Nimkol-L® para el combate de *Heterotermes tenuis*. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* N°. 69 p.38-44.
- Fragas, I.; G. Fleitas & L. Hidalgo.** 2004. Evaluación toxicológica de plaguicidas microbianos de origen fúngico. Cuba.
- Fuenmayor, M.** 2008. Plaguicidas Microbianos. *Revista de difusión de tecnología agrícola y pesquera del FONAIAP.* URL: <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd52/plaguicidas.htm>
- Garrán, S.; G. Montangie & R. Mika.** 2001. Control químico de la sarna de los cítricos en base al fungicida estrobilurin BAS 500F. Informe Final. Convenio Basf-EEA Concordia del INTA. 38 p.
- González, J.** 2003. *Entrevista personal.* Laboratorio CIA. Universidad de Antioquia. Medellín.
- Guadalquivir, S.L.** 2000. Inhibidores del transporte de electrones. Sevilla, España. URL: <http://www.tragusa.com/esint/catalogo/ficha.php?producto=10mona>
- Jiménez, J.** 1996. Compatibilidad de los controladores biológicos con los agroquímicos. La Habana, Cuba. URL: <http://www.aguascalientes.gob.mx/codagea/produce/BANA-BIO.htm>
- Laverlam, S.A.** 1999. *Metarhizium anisopliae* cepa laverlam. Productos de Línea Agrícola. Colombia. URL: <http://www.cali.cetcol.net.co/~laverlam/index.html>.
- Ley 26744, Congreso del Perú.** 1997.: Ley sobre el manejo integrado sobre el control de plagas. URL: <http://www.congreso.gob.pe/comisiones/1996/ambiente/lib05/LEY26744.htm>.
- Lindhart, B. & J. Kjær.** 2001. Overvågning af pesticider i grundvand. URL: <http://www.geus.dk/publications/aarsberetning00/aab0002.htm>
- López E. & S. Orduz.** 2004. *Metarhizium anisopliae* y *Trichoderma viride* controlan colonias de *Atta cephalotes* en campo mejor que un insecticida químico. *Clon* 2(1). España. URL: www.unipamplona.edu.co/upw_pdf/clon_3_art_7.pdf.
- Marcel R.T.; B.A.Sérgio; A. Setten & T.A. Nilson.** 2001. Compatibilidad de agentes tensoactivos con *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* No. 59 p. 15 - 18.
- Marques, E.J.** 1993. Efeitos de formulacoes na preservacao de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. sob diferentes condicoes de armazenamento. Tese de Doutorado. Piracicaba, Brasil, ESALQ/USP. 146 p.
- Márquez, S.** 2001. Evaluación de algunos efectos de la contaminación por aplicación de lorsban (clorpirifos) en un suelo y un cultivo de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* hochst ex chiov) en el norte antioqueño. Trabajo de grado. Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. Medellín. 143 p.
- Padrón, N. B.; C. Toledo; L.A. Rodríguez; D. Núñez; I. Pérez.** 2000. Compatibilidad de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* con endosulfan 50% C.E. en condiciones de laboratorio. *Fitosanidad*, vol. 4, núm. 1-2, marzo-junio, pp. 57-61. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, La Habana, Cuba.
- Perkins.** 2004. Hongos entomopatógenos. URL: <http://www.perkinsltda.com.co/Metarhizium.html>.

- Racke, K.** 1993. "Environmental fate of chlorpyrifos". En: Rev. Environmental contamination Toxicology. N.º 13. pp. 1-154.
- Akbar, S.; S. Freed; A. Hameed; H. Gul; M. Akmal; M. Malik; M. Naeem & M. Khan.** 2012. Compatibility of *Metarhizium anisopliae* with different insecticides and fungicides. African Journal of Microbiology Research Vol. 6(17), pp. 3956-3962, 9.Santa Clara Valley Urban Runoff Pollution Prevention Program - SCVURPPP. 2006. Manejo Integrado de Plagas.
- SENASA.** 2001. Manual de Procedimientos para Verificación de Calidad de Agentes Biológicos para el Control de Plagas Agrícolas, producidos por laboratorios en convenio con SENASA. Directiva General N° 24/2001-SENASA-DGSV-PNCB. Lima. Perú.
- Universidad Autónoma Chapingo - SAGARPA.** 2001. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. 2da. Ed. México. URL: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/organico.html>.
- Taberner A.** 2007. Manejo de poblaciones de malezas resistentes a herbicidas 100 preguntas sobre resistencias. [Internet]. Roma. FAO. URL: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1422s/a1422s00.pdf>

**AVIFAUNA DE LOS JARDINES DEL MUSEO NACIONAL DE
ARQUEOLOGÍA, ANTROPOLOGÍA E HISTORIA DEL PERÚ – MNAAHP
(LIMA - PERU)**

**BIRDS OF THE GARDENS OF THE NATIONAL MUSEUM OF ARCHAEOLOGY,
ANTHROPOLOGY AND HISTORY OF PERU - MNAAHP (LIMA - PERU)**

José N. Gutiérrez-Ramos *

(*) *BALUARTE. Centro para la Capacitación, Gestión y Conservación en Patrimonio Cultural y Natural.*

RESUMEN

Se documenta la diversidad de aves presentes en los jardines interiores del Museo Nacional de Arqueología, Antropología e Historia del Perú, distrito de Pueblo Libre, Ciudad de Lima; entre los meses de noviembre 2011 y junio 2012. Se llevaron a cabo registros visuales y fotográficos de aves mediante el método de espacios sin estimar distancia. La riqueza de ornitofauna fue de 20 especies, pertenecientes a 13 familias y 7 órdenes. Del total de especies registradas, 16 fueron residentes y 2 son especies ocasionales. Las áreas verdes en las zonas urbanas se reducen cada vez más y proporcionan zonas de refugio, reproducción, nidación, alimentación y descanso, tanto para las especies de aves residentes como migratorias. La generación de estudios avifaunísticos en áreas urbanas es importante porque ayuda a comprender las presiones generadas por las actividades antropogénicas sobre comunidades de aves.

Palabras clave: ornitología, museo, arqueología.

ABSTRACT

It documents the diversity of birds in the interior gardens of the National Museum of Archaeology, Anthropology and History of Peru, district of Pueblo Libre, Lima City, between the months of November 2011 and June 2012. Were conducted visual and photographic records of birds through space method without estimating distance. Avifauna richness was 20 species belonging to 13 families and 7 orders. Of the species recorded, 16 were residents and 2 are occasional species. The green areas in urban areas is becoming smaller and provide refuge areas, breeding, nesting, feeding and resting, both species of resident and migratory birds. The generation of bird community studies in urban areas is important because it helps to understand the pressures generated by anthropogenic activities on bird communities.

Key words: ornithology, museum, archeology.

Recibido: Julio, 2012

Aceptado: Octubre, 2012

INTRODUCCIÓN

Los procesos asociados con la urbanización son una de las principales causas de cambio en el paisaje y representan una amenaza considerable a la biodiversidad (Clergeau y col., 2001). La urbanización modifica la estructura física y biótica del hábitat original por lo que afecta diversos procesos ecológicos y evolutivos que influyen en la composición y estructura de las comunidades de flora y fauna silvestres de estas áreas (Ramírez-Albores, 2008).

Debido a la rápida expansión de las ciudades y a su efecto en la vida silvestre es necesario estudiar la biodiversidad urbana e incluir el conocimiento ecológico en el planeamiento urbano (Niemeä, 1999; Savard y col., 2000; Pollack y col., 2010). En el caso de la ciudad de Lima, que ha sufrido una drástica expansión demográfica en las últimas décadas, los estudios publicados sobre aves urbanas son escasos (González, 2002; Ramírez & González, 2001), la presencia de avifauna en centros urbanos amerita tomarse en cuenta considerando que existen muchas zonas, espacios y arquitectura histórica que en su interior presentan áreas que albergaban jardines con frondosa vegetación, como es el caso del Museo Nacional de Arqueología, Antropología e Historia del Perú - MNAAHP, que en su disposición arquitectónica de fines del siglo XVIII, conocida como la Quinta

de Los Libertadores en su interior se encuentra y alberga el llamado “Huerto - Jardín de Los Libertadores”, los jardines J.C. Tello al interior del área de manejo de colecciones y depósitos, no contándose hasta el momento con una lista oficial de la avifauna que alberga dicho campus.

La rápida expansión del desarrollo urbano asociado con la modificación de los hábitats ha destacado la importancia del conocimiento de la avifauna de estos sistemas (Clergeau y col., 2001). Las áreas verdes y/o los pequeños parches de vegetación en las zonas urbanas (parques y zonas arboladas) facilitan el sostenimiento de una mayor diversidad, ya que constituyen un paisaje heterogéneo, inmerso en una matriz de concreto, de vital importancia para la flora y fauna silvestres, en particular de las aves (Ramírez-Albores, 2008) La diversidad florística (plantas ornamentales, árboles frutales) presente en los jardines del MNAAHP entre nativas y foráneas ofrecen las condiciones apropiadas para la presencia de este tipo de organismos.

El presente trabajo constituye una etapa preliminar para dar paso a posteriores intervenciones de investigación. Asimismo, se espera que esta información pueda servir como referencia para futuros estudios sobre las aves urbanas.

La adquisición de nuevos conocimientos y conclusiones constituye la mayor justificación para cualquier investigación. (Abbot & Lewis, 1999)

MATERIAL Y METODOS

Area de estudio

El estudio se realizó en los jardines al interior del Museo Nacional de Arqueología, Antropología e Historia del Perú - MNAAHP localizado en el Distrito de Pueblo Libre en la ciudad de Lima a una altitud de 90 msnm y que corresponde, de acuerdo a Holdridge (1960), a la zona de vida llamada “desierto desecado subtropical” (dd-S). La temperatura anual promedio es de 18.3° C, la humedad relativa promedio 81%, y la precipitación anual 9 mm (según datos del SENAMHI).

El área total aproximada del MNAAHP es de 23,007.33 m² con un perímetro de 663.95 metros lineales y sus instalaciones constan principalmente de ambientes o salas de exposición, ambientes administrativos, laboratorios, zonas de depósito de colecciones y áreas de jardines interiores. Además, destaca la presencia del Huerto-jardín histórico de “Los Libertadores” en la casa sede de los ambientes de exposición de historia (Fig.1).



Fig. 1 Mapa del Museo Nacional de Arqueología, Antropología e Historia del Perú. Pueblo Libre - Molina Lima, Perú.

La evaluación ornitológica se llevo a cabo entre los meses de noviembre del 2011 a junio del 2012. Fue llevado a cabo a través de la observación directa (visual, fotográfica), ante la dificultad de acceso a binoculares que faciliten la observación y seguimiento; se realizaron escaneos organolépticos visuales durante el mayor tiempo posible en cada uno de los ambientes de jardines del museo.

En puntos de observación con espacio indeterminado, se realizaron observaciones directas visuales y contando con el apoyo una cámara digital Canon 12X (SX150 15), en gabinete con ayuda de literatura especializada.

Las aves fueron reconocidas por su aspecto. Para el listado se procedió a la revisión bibliográfica especializada (Koepcke, 1964; Tabini & Paz, 2008; Schulenberg, 2010) con conocimiento de la fauna local, que en todos los casos reportaron especies comunes ya registradas por observación. Las especies registradas se ordenaron conforme a la nomenclatura y secuencia taxonómica de la American Ornithologists' Union - Checklist of South American birds (AOU 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Son pocos los espacios urbanos estudiados respecto a su población de aves, un estudio realizado de un año de duración en el "Lima Golf Club" en el distrito de San Isidro (considerada el área verde más grande de Lima con 48 ha), se registraron únicamente 34 especies (Ramírez & González, 2001). En un estudio realizado de la avifauna en el campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina se registraron 46 especies (Takano & Castro, 2007). En el parque "el Olivar" en el distrito también de San Isidro, se ha registrado solo 28 especies (Anónimo, 2012).

En el presente trabajo se registró un total de 20 especies, pertenecientes a 13 familias y 7 órdenes. El orden Passeriformes fue el más numerosas con 7 familias y 11 especies, seguidas de los Columbiformes con una familia y 4 especies, Apodiformes, Cuculiformes, Strigiformes, Falconiformes, Psittaciformes con una familia y una especie (Tabla 1). De las especies registradas *Buteo polyosoma* es migratoria, *Forpus coelestis* y *Athene cunicularia* son visitantes ocasionales, *Volatina bonaerensis* es estacional y *Columba Livia*, *Zenaida auriculata*, *Zenaida meloda*, *Colombina cruziana*, *Amazilia amazilia*, *Crotophaga sulcirostris*, *Pyrocephalus rubinus*, *Pygochelidon cyanoleuca*, *Mimus longicaudatus*, *Passer domesticus*, *Thraupis episcopus*, *Sicalis flaveola* (Fig. 3), *Zonotrichia capensis*, *Poospiza hispaniolensis*, *Icterus graceannae*, *Molothrus bonariensis*, son residentes.

Entre las especies más abundantes destacan *Zenaida meloda*, *Zenaida auriculata*, *Columbina cruziana*, *Crotophaga sulcirostris*, *Pyrocephalus rubinus* *Zonotrichia capensis*, *Thraupis episcopus* y *Molothrus bonariensis*. En contraste, las de menor abundancia fueron *Mimus longicaudatus*, *Thraupis episcopus*, *Volatina bonaerensis*, *Sicalis flaveola*, *Poospiza hispaniolensis*, *Icterus graceannae*.

Cabe señalar que *Zenaida meloda* es la especie de mayor distribución en los jardines. Esta especie no es sólo común en los jardines, sino también está muy próxima a los ambientes administrativos, áreas de colecciones y vías de acceso a los jardines dados su poca reticencia a la presencia humana. *Pyrocephalus rubinus*, (Fig. 2) puede ser vista tanto en su fase melánica como en su fase normal en horas próximas al medio día con mayor frecuencia, *Molothrus bonariensis* se le puede ver con más frecuencia entre las horas cercanas al medio día hasta inicios de la tarde (11:00 am – 4:00 pm). *Forpus coelestis*, *Thraupis episcopus* son bastante comunes dentro de los jardines especialmente en el jardín J.C. Tello.



Fig. 2. *Pyrocephalus rubinus* (macho)



Pyrocephalus rubinus (melánico)



Fig. 3. *Sicalis flaveola* (macho)



Sicalis flaveola (hembra)

Tabla 1. Lista de especies de aves de los Jardines del Museo Nacional de Arqueología, Antropología e Historia del Perú. Noviembre 2011 – Junio 2012.

Orden	Familia	N. Científico	N. Común	
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma de castilla	
		<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola madrugadora	
		<i>Zenaida meloda</i>	Tórtola melódica, cuculí	
		<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita peruana	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia amazilia</i>	Picaflor costeño	
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Guardacaballo	
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza de los arenales	
Falconiformes	Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho lomo rojo	
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus coelestis</i>	Periquito esmeralda	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Turtupilín	
	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Santa Rosita	
	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>	Chisco	
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión europeo	
	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara azuleja	
	Emberezidae	<i>Volatina bonaerensis</i>	Salta palito	
		<i>Sicalis flaveola</i>	Jilguero	
			<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión americano
			<i>Poospiza hispaniolensis</i>	Monterita acollarada
		Icteridae	<i>Icterus graceannae</i>	Turpial
		<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo parásito	

CONCLUSIONES

En los jardines del Museo Nacional de Arqueología, Antropología e Historia del Perú, existe un tipo de vegetación y las condiciones que permiten la presencia de aves propias de desierto desecado subtropical.

En el período comprendido entre los meses de noviembre del 2011 y junio del 2012 se tiene una lista de 20 especies, que es un número relativamente significativo para continuar evaluando la población ornitológica al interior de los jardines del MNAAHP.

De las 20 especies listadas, las de mayor abundancia destacan *Zenaida meloda*, *Zenaida auriculata*, *Columbina cruziana*, *Crotophaga sulcirostris*, *Pyrocephalus rubinus*, *Zonotrichia capensis* y *Molothrus bonariensis*. En contraste, las de menor abundancia fueron *Mimus longicaudatus*, *Thraupis episcopus*, *Volatina bonaerensis*, *Sicalis flaveola*, *Poospiza hispaniolensis*, *Icterus graceannae*.

PROPUESTA

Algunas especies mejor conocidas de aves son ampliamente utilizadas para una gran cantidad de estudios de biología básica y aplicada (Abbot y Lewis, 1999). Se propone se lleven a cabo el realizar una investigación más en detalle, más amplia y extensa sobre la población ornitológica que se desarrolla en los ambientes de los jardines del MNAAHP, para establecer un monitoreo a largo plazo de la composición y cambios poblacionales (monitoreo). Considerando la riqueza, abundancia y por consiguiente distribución de la población de aves en especial en la zona urbana, dada la proximidad al museo de la Plaza Bolívar.

Dada la posibilidad de observar diversidad de aves, el Museo Nacional de Arqueología, Antropología e Historia – MNAAHP, puede ser considerado dentro de su estructura museográfica la vinculación del patrimonio con estos organismos vivos, las aves como idóneos para la observación (birdwatching).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente a la Lic. Rosa Martínez Navarro, por el apoyo en las gestiones para acceder a las instalaciones del MNAAHP, a Rubén Guzmán del Museo de Historia Natural de la Universidad Ricardo Palma por su participación con apoyo bibliográfico y definición en la determinación de las especies ornitológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anónimo.** 2012. (en línea). Lista de aves del Olivar de San Isidro. <http://www.avesdelima.com/lista_parques.htm>. Acceso 18 de julio de 2012.
- Abbot G. y Lewis O.** 1999 Guía para la utilización de aves silvestres en investigación. The Ornithological Council. <http://www.nmnh.si.edu/BIRDNET>
- AOU (American Ornithologists' Union)** (en línea). 2012. Checklist of South American birds. American Ornithologists' Union. <http://www.aou.org/aou/birdlist.htm>
- Clergeau, P., J. Jokimaki y J.P.L. Savard.** 2001. ¿Are the urban birds communities influenced by the bird diversity of adjacent landscapes? *Journal of Applied Ecology* 38:1122-1134.
- González O.** 2002. Distribución y Dispersión del Mielerito (*Coereba flaveola*, Aves: Coerebidae) en la Ciudad de Lima, Perú. *Ecología Aplicada*. 1(1): 115-116.
- Holdridge L.** 1960. Zonas de Vida Natural en el Perú. Memoria explicativa sobre el Mapa Ecológico del Perú. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Zona Andina
- Koepcke M.** 1964. Las Aves del Departamento de Lima. Koepcke, Lima
- Niemelä J.** 1999. Ecology and Urban Planning. *Biodiversity and Conservation*. 8: 119–131.
- Pollack, L.; J. Tiravanti; H. Castillo; M. Vallejos; V. Sánchez & F. Rabanal.** 2010. Ornitofauna del campus de la ciudad universitaria. Universidad Nacional de Trujillo, 2009 - 2011. *REBIOL* 30(2):68-69, 2010
- Ramírez-Albores J. E.** 2008 Comunidad de aves de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza campus II, UNAM, Ciudad de México. *Huitzil Revista de Ornitología Mexicana*, Vol. 9, Núm. 2, 2008, pp. 12-19 Consejo Internacional para la Preservación de las Aves México.

- Ramírez D. & González O.** 2001. Análisis de dos Métodos de Muestreo para el Cálculo de la Diversidad de Especies de Aves Terrestres en la Ciudad de Lima, Perú. *Biota*. 100: 114-123.
- Savard J., Clergeau P. & Mennechez G.** 2000. Biodiversity Concepts and Urban Ecosystems. *Landscape and Urban Planning*. 659: 1–12.
- Schulenberg, T.; D. Stotz; D. Lane; J. O'Neill & T. Parker III.** 2010. Aves de Perú. Serie Biodiversidad Corbidi 01. Edit. Field Museum of Natural History.
- Tabini A.** y Paz-Soldán J.P., 2007 100 Aves de Lima y Alrededores. Edit. Gráfica Biblos S.A. Lima, Perú.
- Takano G., F.** y Castro I., N. 2007. Avifauna en el campus de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), Lima – Perú. *Ecología Aplicada*, 6(1,2).

DIVERSIDAD DE BROMELIACEAE Y ORCHIDACEAE EPÍFITAS DEL BOSQUE CACHIL, LA LIBERTAD, PERÚ, 2009*

DIVERSITY OF EPIPHYTIC BROMELIACEAE AND ORCHIDACEAE CACHIL FOREST, LA LIBERTAD 2009

Vilma Liliana Calla-Quevedo

Escuela Académico Profesional de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

*Tesis para optar el título de Biólogo. Auspiciada y financiada por el Herbario HUT.

RESUMEN

Se determinaron las especies epífitas de Bromeliaceae y Orchidaceae así como su diversidad en el Bosque Cachil, Prov. Gran Chimú, Dpto. La Libertad, 2009. Se tomaron 20 parcelas (20x20 m cada una). Para la evaluación cuantitativa se emplearon las variables sintéticas (Densidad Absoluta y Relativa; Frecuencia Absoluta y Relativa, y Valor de Importancia), para la zonación vertical se siguió a Johansson (1974) eligiendo y evaluando el árbol más alto de cada parcela, y para determinar la diversidad se utilizó el Índice Shannon-Wiener. Las especies fueron determinadas, registradas y depositadas en el Herbarium Truxillense de la Universidad Nacional de Trujillo (HUT). Se da a conocer 5 especies de Bromeliaceae: *Tillandsia diffusa* L.B. Sm., *Tillandsia humilis* C. Presl, *Tillandsia oroyensis* Mez, *Tillandsia towarensis* Mez, y *Vriesea cylindrica* L.B. Sm.; y 6 especies de Orchidaceae: *Cyclopogon peruvianus* (C. Presl) Schltr., *Epidendrum fruticetorum* Schltr., *Oncidium ventilabrum* Rchb. f. & Warsz., *Oncidium deltoideum* Lindl., *Pleurothallis grobyi* Bateman ex Lindl. y *Telipogon* sp. En la zonación vertical, las especies de ambas familias se ubican en la zona 4 y 5. Los patrones de diversidad relativa en la estratificación vertical indica que las especies más diversas en la zona 4 son *Tillandsia towarensis* y *Pleurothallis grobyi* mientras que *Tillandsia diffusa*, *Oncidium ventilabrum* y *Oncidium deltoideum* se incrementa en la zona 5; las otras especies poco diversas sólo se encuentran en la zona 4. *Tillandsia towarensis* y *Oncidium ventilabrum* son las especies más frecuentes, y *Vriesea cylindrica* con *Pleurothallis grobyi* son las menos frecuentes en el bosque. Respecto a la densidad poblacional, *Tillandsia towarensis* y *Pleurothallis grobyi* evidencian los valores mas altos; mientras que *Vriesea cylindrica* y *Cyclopogon peruvianus* los mas bajos. *Tillandsia towarensis* y *Oncidium ventilabrum* presentan el mayor índice de valor de importancia. El índice de diversidad para ambas familias son bajos (0.873 y 1.341 respectivamente).

Palabras Clave: Epífitas, Bromeliaceae, Orchidaceae, diversidad.

ABSTRACT

Epiphytic species of Bromeliaceae and Orchidaceae and their diversity in the Cachil Forest, Prov Gran Chimú, Department of La Libertad, 2009 were determined. It was took 20 parcels (20x20 m each). For quantitative evaluation were used the synthetic variables (absolute and relative density, absolute and relative frequency, importance value), for the vertical zonation was following to Johansson (1974) choosing and evaluating the tallest tree in each parcel, and the diversity was determined around the diversity Shannon-Wiener Index. The species were identified, registered and deposited in the Herbarium Truxillense National University of Trujillo (HUT). I present to 5 species of Bromeliaceae: *Tillandsia diffusa* L.B. Sm., *Tillandsia humilis* C. Presl, *Tillandsia oroyensis* Mez, *Tillandsia towarensis* Mez and *Vriesea cylindrica* LB Sm., and 6 species of Orchidaceae: *Cyclopogon peruvianus* (C. Presl) Schltr., *Epidendrum fruticetorum* Schltr., *Oncidium ventilabrum* Rchb. f. & Warsz., *Oncidium deltoideum* Lindl., *Pleurothallis grobyi* Bateman ex Lindl. and *Telipogon* sp. In the vertical zonation of the trees, species of both families are located in Zone 4 and 5. Diversity patterns on the vertical stratification indicates that the most diverse species in Zone 4 are *Tillandsia towarensis* and *Pleurothallis grobyi* while *Tillandsia diffusa*, *Oncidium ventilabrum* and *Oncidium deltoideum* increases toward zone 5, however the other species are only in Zone 4. *Tillandsia towarensis* and *Oncidium ventilabrum* are the most frequent, and *Vriesea cylindrica* with *Pleurothallis grobyi* are less frequent in the forest. Regarding population density, *Pleurothallis towarensis* and *Tillandsia grobyi* show the highest values, while *Cyclopogon peruvianus* and *Vriesea cylindrica* the lowest. *Oncidium ventilabrum* and *Tillandsia towarensis* have the highest importance value index. The diversity index for both families are low (0.873 and 1,341 respectively).

Keywords: Epiphytes, Bromeliaceae, Orchidaceae, diversity.

Recibido: Julio 2012

Aceptado: Octubre 2012

INTRODUCCIÓN

Las epífitas son plantas que viven en las ramas y en los troncos de los árboles; (del griego *epi* = “sobre”, y *phyta* = “planta”). Sus nutrientes no provienen del árbol hospedero, pero si del material orgánico que se acumula en las ramas o del polvo que viene en el aire o en las lluvias. Estas tienen un papel muy importante en la intercepción de agua (Font Quer, 1963; Mejía & Hawkins, 1993). Más del 10 % de las especies de plantas vasculares son epífitas. Sin embargo, el conocimiento de la función de este componente en la dinámica de un bosque, referido a la productividad, captación de agua y ciclaje de nutrientes, es aun incipiente (Nieder y col., 1996).

La asociación de epífitas con árboles, constituye un cuadro biológico muy importante, que a su vez, le ofrece belleza cromática al bosque. En los bosques nebulosos tropicales y subtropicales, éstas poseen diferentes niveles de estratificación ecológica que les permiten mantener en su interior una gran diversidad biológica de plantas y animales; estos niveles de asociación de especies son de vital importancia para el mantenimiento y sobrevivencia del sistema. La simbiosis entre organismos constituye un intercambio de energía que permite el sostenimiento del sistema (Patiño, 1996).

La forma de vida epífita crece abundantemente en los bosques amazónicos y bosques montaños andinos del norte del Perú; aparentemente más diversas en los bosques andinos de elevaciones medias que en otros sitios. (Gentry & Dodson, 1987).

Ibish y col. (1996), concluyen que un 9% - 11% de las 17,000 especies de angiospermas peruanas son epífitas, y entre las familias más representadas están las Orchidaceae, Piperaceae, Bromeliaceae y Araceae. Así mismo, Brako & Zaruchi (1993) indican que el área montana entre los 1,500 - 3,500 m.s.n.m., contiene aproximadamente el 57% de la flora peruana, abarcando la flora epífita en gran porcentaje.

Los bosques montaños húmedos de las vertientes noroccidentales del Perú a partir de 1940 han sufrido una destrucción muy acelerada por la actividad antrópica (construcción de carreteras, adjudicación de tierras y sobreexplotación maderera), y hoy quedan sólo algunos relictos aislados. Estos bosques relictos, son centros importantes de endemismos y de gran diversidad biológica, constituyéndose en los ecosistemas más frágiles y de mayor peligro de extinción en el Perú. Mucha de su biodiversidad es aún desconocida y mucha de ella también se ha perdido. (Weigend y col., 2005).

Actualmente en el norte del Perú existen 23 bosques relictos, uno de ellos es el Bosque Cachil o San Mateo, considerado como el bosque más sureño de la vertiente occidental (Weigend y col., 2005; Arroyo, 2007). Está deteriorándose por la actividad antrópica, su flora y fauna numerosa, con importantes endemismos corren el riesgo de perderse, puesto que sus poblaciones están disminuyendo peligrosamente. *Podocarpus oleifolius* D. Don ex Lamb. (Podocarpaceae) “olivo”, es considerado el biotipo principal y más importante en la dinámica de este ecosistema (Sagástegui, 1995; Sagástegui y col., 2003; Weigend y col., 2005; Mostacero y col., 2006; Arroyo y col., 2008). Así mismo en este ecosistema, existen otras especies arbóreas que albergan abundante flora epífita, que incluye a especies de las familias Bromeliaceae y Orchidaceae.

La familia Bromeliaceae es neotropical, su distribución abarca desde Chile y Argentina hasta Centro América y el Caribe, alcanzando hasta el estado Virginia en los Estados Unidos. Las regiones con mayor diversidad de Bromeliaceae son el sur de México, Centroamérica, la Cordillera Andina (desde Colombia a Perú), Venezuela y el extremo este de Brasil. (Zavala, 2002).

En el Perú, la familia Bromeliaceae, presenta 19 géneros y alrededor de 450 especies (Brako & Zarucchi, 1993; Ulloa Ulloa y col., 2004). León y col. (2006) reconocen 223 endemismos en 13 géneros, así mismo indican que *Tillandsia*, *Puya* y *Pitcairnia*, son los que incluyen la mayoría de los endemismos en la familia. Estos taxones endémicos ocupan la mayoría de las regiones ecológicas, entre los 100 - 4,700 m.s.n.m.

Por otro lado, la familia Orchidaceae, está constituido aproximadamente por 17,000 - 35,000 especies y es la más extensa de las angiospermas, ocupando un amplio rango de los hábitats

ecológicos, han desarrollado un gran potencial morfogénético, fisiológico y estructural, las cuales permiten adaptarse y determinar su estrategia de supervivencia, lo cual explica su amplia área de distribución (Rasmussen, 1985)

Para la flora peruana también, la familia Orchidaceae es la más diversa, con alrededor de 212 géneros y 2020 especies, aunque se estima que el número real podría oscilar entre 2500 - 3500 especies (Brako & Zarucchi, 1993; Ulloa Ulloa y col., 2004). Roque & León (2006), mencionan a 775 endemismos en 137 géneros, los que han sido encontrados en varias regiones ecológicas entre los 100 - 4,600 m.s.n.m. Ciento cinco taxones se encuentran en áreas naturales protegidas.

Las especies de las familias Bromeliaceae y Orchidaceae se encuentran protegidas legalmente por el estado (INRENA con el DS. N° 043 – 2006 – AG) que categoriza a muchas de ellas como amenazadas, e inclusive se debe obtener permisos especiales para su colecta.

Para el Bosque Cachil se conocen estudios taxonómicos y florísticos que indican 8 especies de Bromeliaceae y 9 especies de Orchidaceae (Sagástegui y col., 1995; Hagsater & Santiago, 2007); así como de conservación del bosque, para este caso Arroyo y col. (2008) menciona la existencia de especies endémicas y su categorización según UICN (2001), citando a 3 especies endémicas de Bromeliaceae: (*Tillandsia diffusa* L. B. Sm., *Tillandsia interrupta* Mez y *Tillandsia pinnato-digitata* Mez.) y una de Orchidaceae (*Epidendrum sigmodiathoneum* Hagsater & Santiago); sin embargo, no se tiene conocimiento del grado de epifitismo ni su diversidad. Los estudios a este nivel son importantes y urgentes debido a que la pérdida de biodiversidad es acelerada e irreversible, lo que nos permitirá proponer alternativas para su manejo o conservación.

El objetivo de la presente investigación es determinar las especies epífitas de Bromeliaceae y Orchidaceae así como su diversidad en el Bosque Cachil.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. MATERIAL

1.1. ÁREA DE ESTUDIO

El Bosque Cachil se ubica sobre la Vertiente Occidental, al noreste del Distrito de Cascas, Provincia Gran Chimú, Región La Libertad; abarca una pequeña área de elevación media, localizado entre Cascas y Contumazá, de 2400 a 2650 m.s.n.m (07°24' LS y 78°47' LW), con aproximadamente 105 ha. (Zelada & Pollack, 2005). (Fig. 01).

1.2. ASPECTOS ECOLÓGICOS DEL AREA DE ESTUDIO

El Bosque Cachil se halla situado en la Cordillera Occidental, dominado por formaciones rocosas del Mesozoico y suelos bastante rojizos, con pendientes pronunciadas y pequeñas planicies de suelos poco evolucionados, con áreas cenagosas; predominio de *Podocarpus oleifolius* (Podocarpaceae) "olivo" y algunas Melastomatáceas, Mirsináceas, Aquifoliáceas y Mirtáceas (Mostacero, 1998; Mejía, 1998). Es un bosque húmedo, recorrido por una quebrada que es la naciente del río Cachil, formando pequeñas ondulaciones y rápidas caídas, con un caudal mayor entre Enero y Abril, formando un pequeño curso de agua durante el resto del año (Zelada & Pollack, 2005; Zelada, 2006). Este Bosque, ubicado en la parte superior de la quebrada del río Cascas, está asociado con la cuenca del río Chicama cuyas aguas discurren hacia el Pacífico. En los límites inferiores de este bosque, la formación montana presenta características de bosque tropical deciduo, con arbustos en terrenos semiáridos. La precipitación es variable, pero se ha estimado entre 900 - 1500 mm. por año (Cadle & Chuna, 1995; Sagástegui y col., 1995).

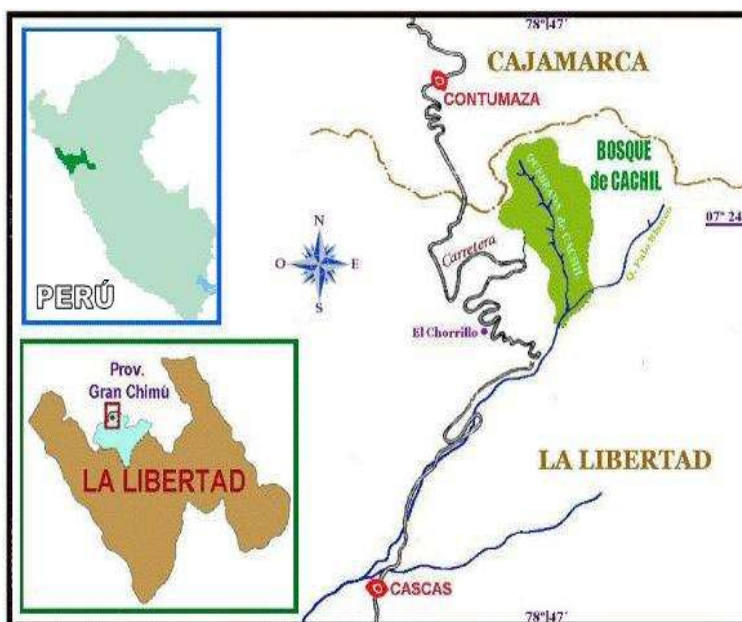


Fig. 1. Ubicación geográfica del área del estudio [Fuente: elaborado y modificado por el autor, de Zelada (2007)].

2. METODOS

2.1. TAMAÑO DE UNIDAD MUESTRAL

Mediante un muestreo piloto, usando un diseño sistemático aleatorizado, se determinó la forma y tamaño de unidad muestral mediante el área mínima de expresión (Matteuci & Colma, 1982; Zelada, 2007), eligiéndose un cuadrante o parcela de evaluación de 20 m x 20 m. (Zelada y col., 2002; Zelada & Pollack, 2005; Zelada, 2007), y luego se aplicó un Muestreo Sistemático Aleatorizado del material Biológico (árboles con especies epífitas de Bromeliaceae y Orchidaceae) (Figura 2).

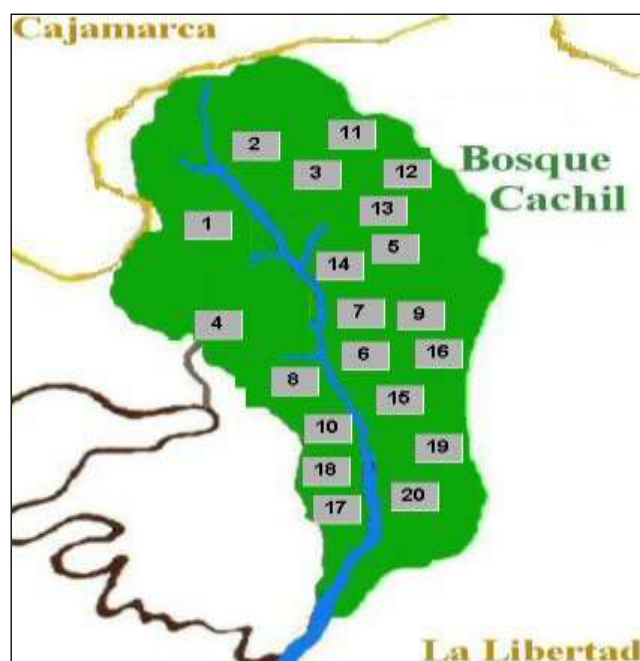


Fig. 2. Disposición de los cuadrantes dentro del Bosque Cachil.

1.2. INVENTARIO DE LAS ESPECIES EPÍFITAS

Se realizó mediante el método del Cuadrante aplicando un Muestreo Sistemático Aleatorizado en el total del área del Bosque Cachil. Las parcelas de evaluación fueron registradas por medio de ubicación espacial en unidades de Mercator (U.T.M.) con un G.P.S. marca GARMIN modelo Etrex. Con la ayuda de una cinta métrica marca STANDER modelo Mesasuring Tape 20 M/66 FT, se procedió a medir los lados del cuadrante, delimitándolos con paja rafia y estacas de madera (Figura 3). Este procedimiento se repitió por 20 veces en el total del área del Bosque.

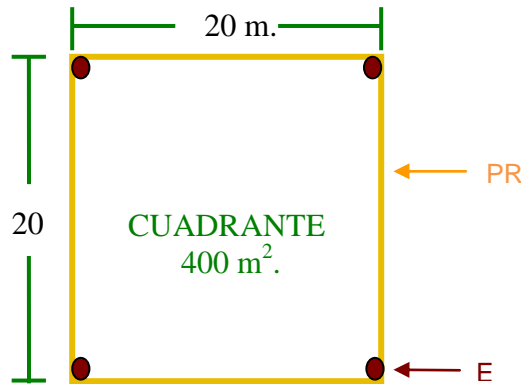
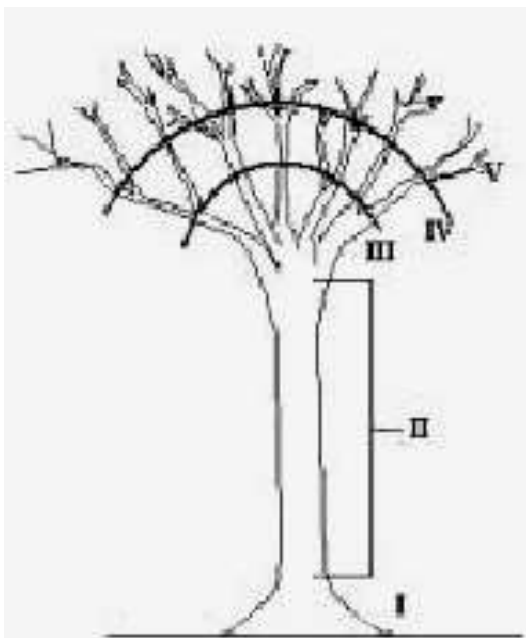


Fig. 3. Representación del Cuadrante de evaluación. PR= Paja Rafia, E= Estaca.

1.3. TOMA DE MUESTRA

En cada cuadrante delimitado, se realizó el conteo del número de individuos de epífitas de Bromeliaceae y Orchidaceae presentes en 10 árboles, las que tuvieron un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 30 cm. Se anotaron las especies, y se coleccionó muestras testigos para su posterior identificación en el Herbarium Truxillense de la Universidad Nacional de Trujillo (HUT), las cuales fueron registradas como especímenes de respaldo. La evaluación se realizó mediante la zonificación vertical según Johansson (1974) (Figura 04), además del registro virtual (fotografía digital).



- I. Porción inferior del tronco.
- II. Porción superior del tronco.
- III. Porción baja de la copa o ramas primarias.
- IV. Porción media de la copa o ramas primarias.
- V. Porción superior de la copa o ramas terminales.

Fig. 4. Esquema de la zonificación vertical de un árbol según Johansson (1974)

2.4. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos obtenidos en campo se interpretaron por medio del análisis poblacional de especies epífitas de las familias Bromeliaceae y Orchidaceae, mediante variables sintéticas (Densidad Absoluta y Relativa; Frecuencia Absoluta y Relativa, y Valor de Importancia) (Ramírez, 1999; Franco y col., 1989), e Índices de Diversidad de Shannon-Wiener. (Moreno, 2001; Ramírez, 1999; Franco y col., 1989; Mostacedo & Fredericksen, 2000).

La determinación taxonómica se efectuó con la revisión de bibliografía especializada. Así mismo, la determinación específica por comparación fue efectuada con las colecciones registradas en el Herbarium Truxillense de la Universidad Nacional de Trujillo (HUT). Para el ordenamiento taxonómico se tomó como base el Sistema de Clasificación de Cronquist (1981, 1988).

2.4.1. VARIABLES SINTÉTICAS

2.4.1.1- DENSIDAD

DENSIDAD ABSOLUTA: se obtuvo mediante el número de individuos de las especies (m_i) en todas las unidades muestrales (M_T), y se expresa como sigue: (Ramírez, 1999; Franco y col., 1989)

$$D_{Ab} = (m_i / M_T)$$

DENSIDAD RELATIVA: se obtuvo mediante la D_{Ab} de cada especie sobre la suma de todas las D_{Ab} . (Ramírez, 1999; Franco y col., 1989)

$$D_R = (D_{Ab} \times / \sum D_{Ab}) \times 100$$

2.4.1.2. FRECUENCIA

FRECUENCIA ABSOLUTA: se obtuvo mediante la presencia o ausencia de las especies (m_i) en las unidades muestrales (M_T), y se expresa como sigue: (Ramírez, 1999; Franco y col., 1989)

$$F_{Ab} = (m_i / M_T) \times 100$$

FRECUENCIA RELATIVA: se obtuvo mediante la F_{Ab} de cada especie sobre la suma de todas las F_{Ab} (Ramírez, 1999; Franco y col., 1989)

$$F_R = (F_{Ab} \times / \sum F_{Ab}) \times 100$$

2.4.1.3.- VALOR DE IMPORTANCIA: suma de las frecuencias y densidades relativas de las especies, y se expresa como sigue: (Ramírez, 1999; Franco y col., 1989)

$$V_i = F_R + D_R$$

2.4.2.- ÍNDICES PARA DETERMINAR LA DIVERSIDAD ALFA:

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER: Grado de equidad entre las distintas especies: (Moreno, 2001; Ramírez, 1999; Franco y col., 1989; Mostacedo & Fredericksen, 2000)

$$H' = - \sum p_i \cdot \log_2 p_i$$

Donde: H = Índice de Shannon-Wiener; P_i = proporción o abundancia relativa (área) de cada comunidad dentro del paisaje y Lg_2 = Logaritmo en base 2 (binaria), Coeficiente B para $\log_2 = 2.302585$.

RESULTADOS

A. ESTUDIO CUALITATIVO DE LAS BROMELIACEAE Y ORCHIDACEAE EPÍFITAS DEL BOSQUE CACHIL

En 20 parcelas (0.04 Ha cada una) instaladas en el Bosque Cachil., se encontraron 11 especies epífitas, consistentes en Bromeliaceae (5) y Orchidaceae (6). Las Bromeliaceae se distribuyen en dos géneros: *Tillandsia* y *Vriesea* y las Orchidaceae se distribuyen en cinco géneros: *Cyclopogon*, *Epidendrum*, *Oncidium*, *Pleurothallis* y *Telipogon*. En el Cuadro 1 se indica la clasificación específica según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1981,1988)

Tabla 1. Clasificación de las especies epífitas de Bromeliaceae y Orchidaceae encontradas en el bosque Cachil, Dpto. La Libertad, 2009.

División:	MAGNOLYOPHYTA
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Zingiberidae
Orden:	Bromeliales
Familia:	Bromeliaceae
Genero	<i>Tillandsia diffusa</i>
Especie:	<i>Tillandsia humilis</i>
	<i>Tillandsia oroyensis</i>
	<i>Tillandsia towarensis</i>
	<i>Vriesea cylindrica</i>
Subclase :	Liliidae
Orden:	Orchidales
Familia:	Orchidaceae
Genero	<i>Cyclopogon peruvianus</i>
Especie:	<i>Epidendrum fructicetorum</i>
	<i>Oncidium deltoideum</i>
	<i>Oncidium ventilabrum</i>
	<i>Pleurothallis grobyi</i>
	<i>Telipogon sp</i>

BROMELIACEAE

Tillandsia diffusa L.B. Sm.

Material Examinado: Dpto. La Libertad, Prov. Gran Chimú. Bosque Cachil. Bosque montano húmedo. 2520 m. 17M0745487-9181509. 23 Enero 2010. *Liliana Calla Q., E. Rodríguez R., L. Meza G., H. Castillo B. & J. Tiravanti Ch. 011* (HUT-48864).

Tillandsia humilis C. Presl.

Material Examinado: Dpto. La Libertad, Prov. Gran Chimú. Bosque Cachil. Bosque montano húmedo. 2594m. 17M0745325-9181775. 23 Enero 2010. *Liliana Calla Q., E. Rodríguez R., L. Meza G., H. Castillo B. & J. Tiravanti Ch. 009* (HUT-49878).

***Tillandsia oroyensis* Mez.**

Material Examinado: Dpto. La Libertad, Prov. Gran Chimú. Bosque Cachil. Bosque montano húmedo. 2614 m. 17M0744995-9181944. 23 Enero 2010. *Liliana Calla Q., E. Rodríguez R., L. Meza G., H. Castillo B. & J. Tiravanti Ch. 008* (HUT-49883).

Nota: Nuevo registro para la Flora del Bosque Cachil.

***Tillandsia towarensis* Mez.**

Material Examinado: Dpto. La Libertad, Prov. Gran Chimú. Bosque Cachil. Bosque montano húmedo. 2590m. 17M0745011-9181914. 23 Enero 2010. *Liliana Calla Q., E. Rodríguez R., L. Meza G., H. Castillo B. & J. Tiravanti Ch. 007* (HUT-49871).

Nota: Nuevo registro para la Flora del Bosque Cachil.

***Vriesea cylindrica* L.B. Sm.**

Material Examinado: Dpto. La Libertad, Prov. Gran Chimú. Bosque Cachil. Bosque montano húmedo. 2575 m. 17M0745293-9181737. 23 Enero 2010. *Liliana Calla Q., E. Rodríguez R., L. Meza G., H. Castillo B. & J. Tiravanti Ch. 010* (HUT-49882).

Nota: Nuevo registro para la Flora del Bosque Cachil

ORCHIDACEAE

***Cyclopogon peruvianus* (C. Presl) Schltr.**

Material Examinado: Dpto. La Libertad, Prov. Gran Chimú. Bosque Cachil. Bosque montano húmedo. 2515 m. 17M0745287-9181604. 8 Diciembre 2009. *Liliana Calla Q., L. Meza G., R. Rodríguez A., H. Castillo B. & J. Tiravanti Ch. 002* (HUT- 49828).

Nota: Nuevo registro para la Flora del Bosque Cachil.

***Epidendrum fruticetorum* Schltr.**

Material Examinado: Dpto. La Libertad, Prov. Gran Chimú. Bosque Cachil. Bosque montano húmedo. 2546m. 17M0745250-9181663. 9 Diciembre 2009. *Liliana Calla Q., L. Meza G., R. Rodríguez A., H. Castillo B. & J. Tiravanti Ch. 003* (HUT-49827).

Nota: Nuevo registro para la Flora del Bosque Cachil. Especie considerada equivocadamente como *Epidendrum odontospathum* Reichb. f. (= *E. refractoides* C. Schwenf.).

***Oncidium ventilabrum* Rchb. f. & Warsz.**

Material Examinado: Dpto. La Libertad, Prov. Gran Chimú. Bosque Cachil. Bosque montano húmedo. 2510m. 17M0745004-9181738. 23 Enero 2010. *Liliana Calla Q., E. Rodríguez R., L. Meza G., H. Castillo B. & J. Tiravanti Ch. 005* (HUT-49669).

***Oncidium deltoideum* Lindl.**

Material Examinado: Dpto. La Libertad, Prov. Gran Chimú. Bosque Cachil. Bosque montano húmedo. 2521m. 17M0745217-9181600. 08 Diciembre 2009. *Liliana Calla Q., L. Meza G., R. Rodríguez A., H. Castillo B. & J. Tiravanti Ch. 004* (HUT-49821).

Nota: Nuevo registro para la Flora del Bosque Cachil.

***Pleurothallis grobyi* Bateman ex Lindl.**

Material Examinado: Dpto. La Libertad, Prov. Gran Chimú. Bosque Cachil. Bosque montano húmedo. 2505m. 17M0745500-9181475. 23 Enero 2010. *Liliana Calla Q., E. Rodríguez R., L. Meza G., H. Castillo B. & J. Tiravanti Ch. 006* (HUT-49885).

***Telipogon* sp.**

Material Examinado: Dpto. La Libertad, Prov. Gran Chimú. Bosque Cachil. Bosque montano húmedo. 2575m. 17M0745293-9181737. 23 Mayo 2009. *Liliana Calla Q., E. Rodríguez R., L. Meza G., H. Castillo B. & J. Tiravanti Ch. 001* (HUT-48787).

B. ESTUDIO CUANTITATIVO Y DIVERSIDAD DE LAS BROMELIACEAE Y ORCHIDACEAE EPIFITAS DEL BOSQUE CACHIL

La estratificación vertical de las especies de Bromeliaceae según Johansson (1974) (Tabla 2, Fig. 5) indica que *Tillandsia towarensis* la más diversa en la zona 4 disminuye con la zona 5, mientras que *Tillandsia diffusa* presenta un incremento hacia la zona 5 constituyéndose en la más diversa de esta zona, el resto de especies tiene igual comportamiento; excepto *Tillandsia oroyensis* que es indiferente a las zonas 4 y 5.

En relación al área total del Bosque Cachil (105 hectáreas), se tiene que: *Tillandsia towarensis* presenta 420 individuos por cada hectárea que a su vez es la especie mas importante del bosque (71,9 %), casi la mitad (46,9%) de todos los individuos muestreados en las 20 parcelas, 0,9 % de presencia en las mismas, y 25% del total de ocurrencias (referido a las otras especies); seguido de *Tillandsia oroyensis* con 190 individuos por hectárea y 21,2 % de los individuos muestreados; y de *Tillandsia diffusa* con 165 individuos por hectárea de bosque; el resto de especies presentan menos de 100 individuos por hectárea. *Vriesea cylindrica* es la especie de menor valor de importancia, la que menor se distribuye en el espacio y la de menor presencia en el área muestreada. Así mismo, se debe indicar que *Tillandsia diffusa*, *T. oroyensis* y *T. humilis* están presentes por igual (0,8%) en el área muestreada.

En la estratificación vertical de las especies de epífitas de Orchidaceae (Tabla 5, Fig. 8), se evidencia que, *Pleurothallis grobyi* es la mas diversa de las especies en las zonas 4 y 5, sin embargo disminuye hacia el nivel 5; caso contrario sucede con las especies del género *Oncidium* (*O. ventilabrum* y *O. deltoideum*) que su porcentaje aumenta de la zona 4 a la 5, las otras especies poco diversas sólo se encuentran en la zona 4.

Pleurothallis grobyi es la especie que presenta el mayor número de individuos por unidad de área (648,8 indiv./Ha) y a su vez es la más importante (79,1%) en relación al resto de especies, sin embargo es la de menor frecuencia.; seguido de *Oncidium ventilabrum* con 120 individuos por hectárea y 80 % de presencia (es el de mayor presencia) y 32.7% de ocurrencias de los individuos muestreados; y de *Oncidium deltoideum* con 30 individuos por hectárea de bosque; el resto de especies presentan menos de 20 individuos por hectárea. *Cyclopogon peruvianus* es la especie menos importante (8,9%), pero su presencia y total de ocurrencias es mayor a *Pleurothallis grobyi*. Así mismo, se debe indicar que *Epidendrum fructicetorum* y *Telipogon sp* están presentes por igual (35%) en el área muestreada.

Tabla 2: Distribución en porcentaje de la zonación vertical de un árbol según Johansson (1974) de las Bromeliaceae epífitas en el Bosque Cachil Octubre 2009 - Marzo 2010.

Especies	Zonas				
	<u>ZONA 1</u>	<u>ZONA 2</u>	<u>ZONA 3</u>	<u>ZONA 4</u>	<u>ZONA 5</u>
<i>Tillandsia diffusa</i>	0	0	0	4,9	27,6
<i>Tillandsia humilis</i>	0	0	0	4,9	15,5
<i>Tillandsia oroyensis</i>	0	0	0	23,2	22,4
<i>Tillandsia towarensis</i>	0	0	0	64,6	25,0
<i>Vriesea cylindrica</i>	0	0	0	2,4	9,5

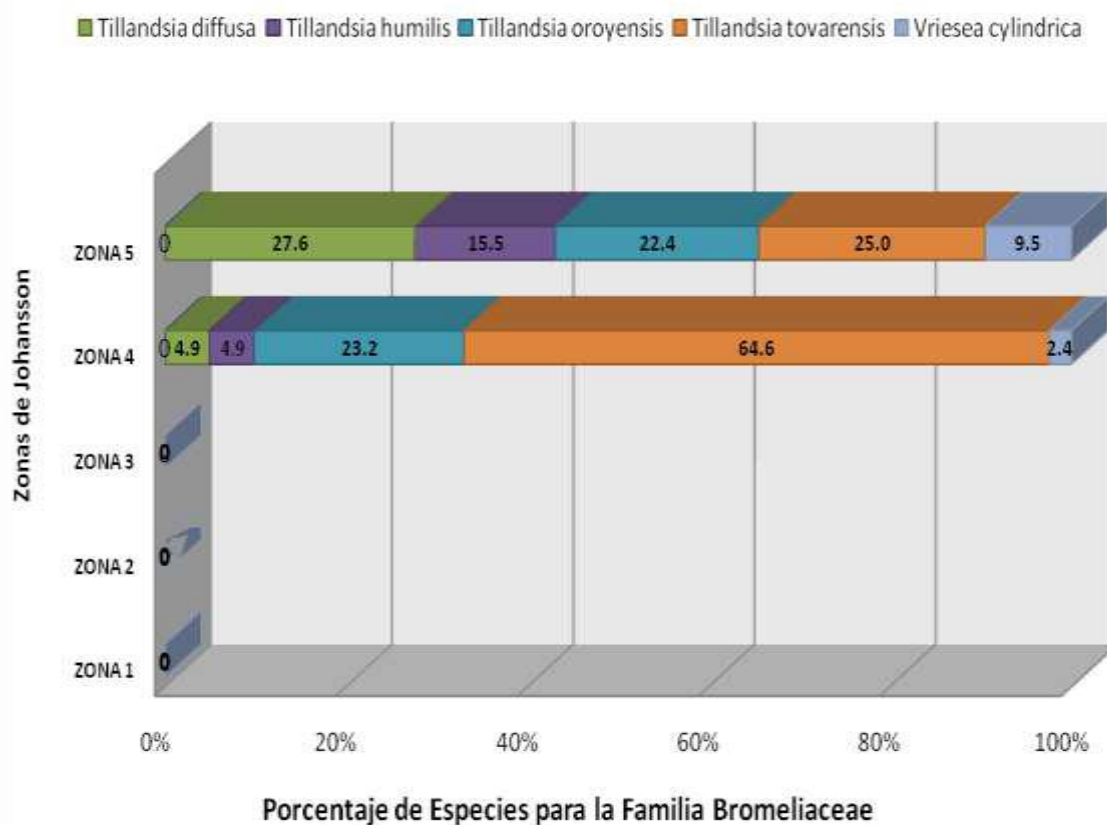


Figura 5. Porcentajes de las Bromeliaceae epífitas determinados en la zonación vertical de un árbol según Johansson (1974).

Tabla 3: Frecuencias, Densidades y Valor de Importancia de las Bromeliaceae epífitas en el Bosque Cachil Octubre 2009 - Marzo 2010.

ESPECIES	Frecuencia Absoluta (%)	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Absoluta (ind/Ha)	Densidad Relativa (%)	Valor de Importancia
<i>Tillandsia diffusa</i>	0,8	20,8	165,0	18,4	39,3
<i>Tillandsia humilis</i>	0,8	22,2	90,0	10,1	32,3
<i>Tillandsia oroyensis</i>	0,8	20,8	190,0	21,2	42,1
<i>Tillandsia towarensis</i>	0,9	25,0	420,0	46,9	71,9
<i>Vriesea cylindrica</i>	0,4	11,1	30,0	3,4	14,5
TOTAL	3,6	100,0	895,0	100,0	200,0

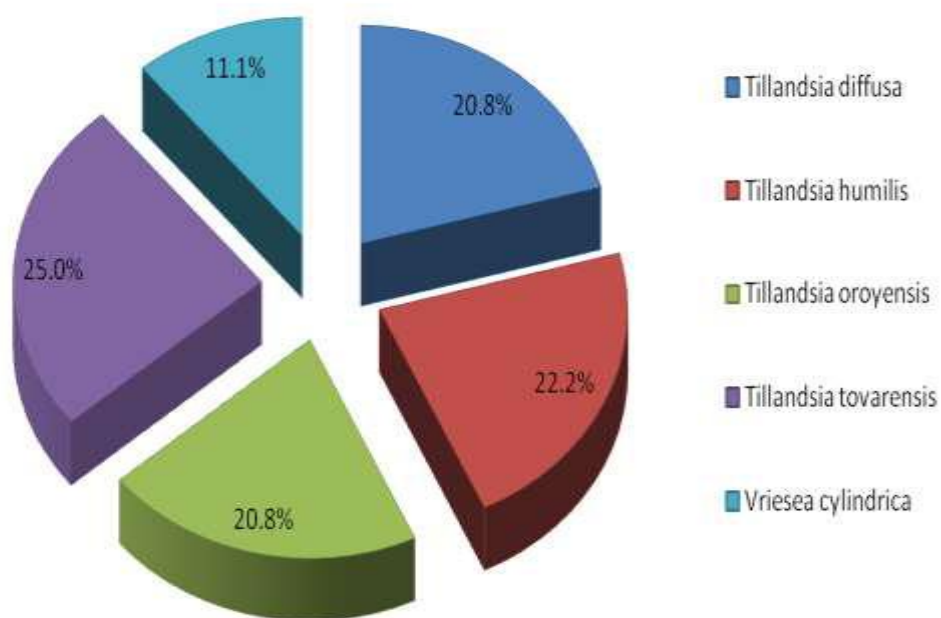


Figura 6. Comparacion de Frecuencia Relativa de las Bromeliaceae epifitas en el Bosque Cachil.

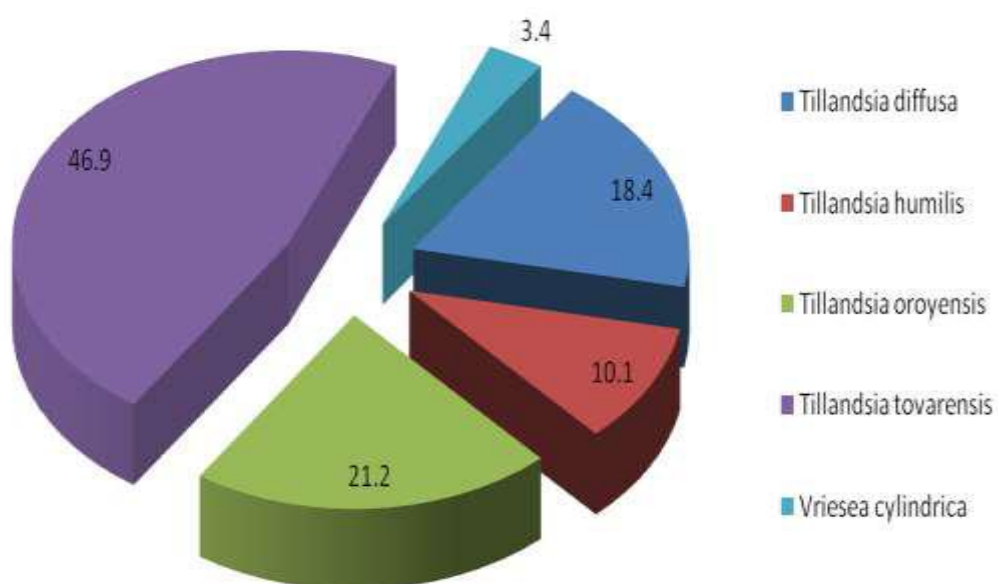


Figura 7. Comparación de Densidad Relativa de las Bromeliaceae epifitas en el Bosque Cachil.

Tabla 4. Diversidad de las Bromeliaceae epífitas en el Bosque Cachil Octubre 2009 - Marzo 2010.

ESPECIES	Nº Individuos	Índice de Shannon "H" (*)
<i>Tillandsia diffusa</i>	132	1.341 Bells Natural / Indiv.
<i>Tillandsia humilis</i>	72	
<i>Tillandsia oroyensis</i>	152	
<i>Tillandsia tovarensis</i>	336	
<i>Vriesea cylindrica</i>	24	
TOTAL	716	

(*) Coeficiente B para Log2 =2.302585.

Tabla 5: Distribución en porcentaje de la zonación vertical de un árbol según Johansson (1974) de las Orchidaceae epífitas en el Bosque Cachil Octubre 2009 - Marzo 2010.

Especies	Zonas				
	<u>ZONA 1</u>	<u>ZONA 2</u>	<u>ZONA 3</u>	<u>ZONA 4</u>	<u>ZONA 5</u>
<i>Cyclopogon peruvianus</i>	0	0	0	1,8	0
<i>Epidendrum fructicetorum</i>	0	0	0	3,6	0
<i>Oncidium deltoideum</i>	0	0	0	5,5	11,1
<i>Oncidium ventilabrum</i>	0	0	0	5,5	33,3
<i>Pleurothallis grobyi</i>	0	0	0	80,0	55,6
<i>Telipogon sp</i>	0	0	0	3,6	0

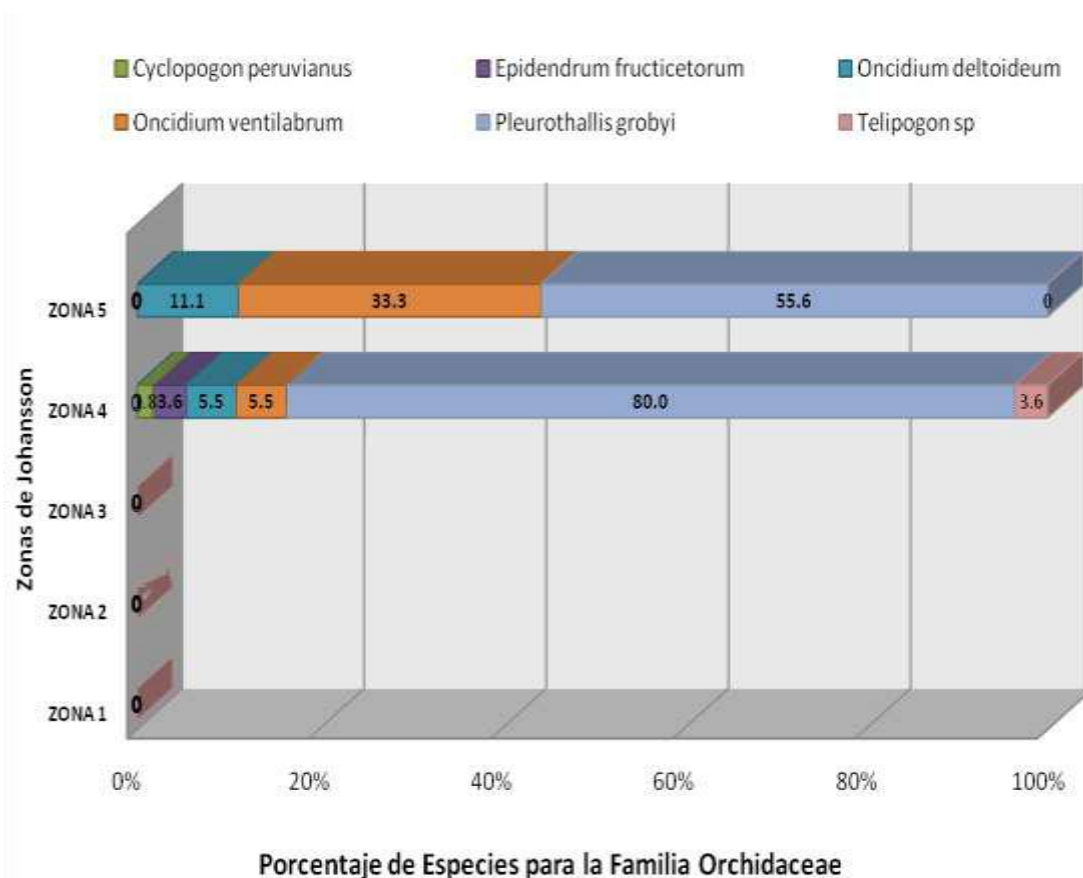


Figura 8. Porcentaje de las Orchidaceae epífitas determinados en la zonación vertical de un árbol según Johansson (1974).

Tabla 6: Frecuencias, Densidades y Valor de Importancia de las Orchidaceae epífitas en el Bosque Cachil Octubre 2009 – Marzo 2010.

ESPECIES	Frecuencia Absoluta (%)	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Absoluta (Ind./Ha)	Densidad Relativa (%)	Valor de Importancia
<i>Cyclopogon peruvianus</i>	20,0	8,2	6,3	0,7	8,9
<i>Epidendrum fructicetorum</i>	35,0	14,3	22,5	2,6	16,9
<i>Oncidium deltoideum</i>	65,0	26,5	37,5	4,3	30,8
<i>Oncidium ventilabrum</i>	80,0	32,7	120,0	13,9	46,5
<i>Pleurothallis grobyi</i>	10,0	4,1	648,8	75,0	79,1
<i>Telipogon sp.</i>	35,0	14,3	30,0	3,5	17,8
TOTAL	245,0	100,0	865,0	100,0	200,0

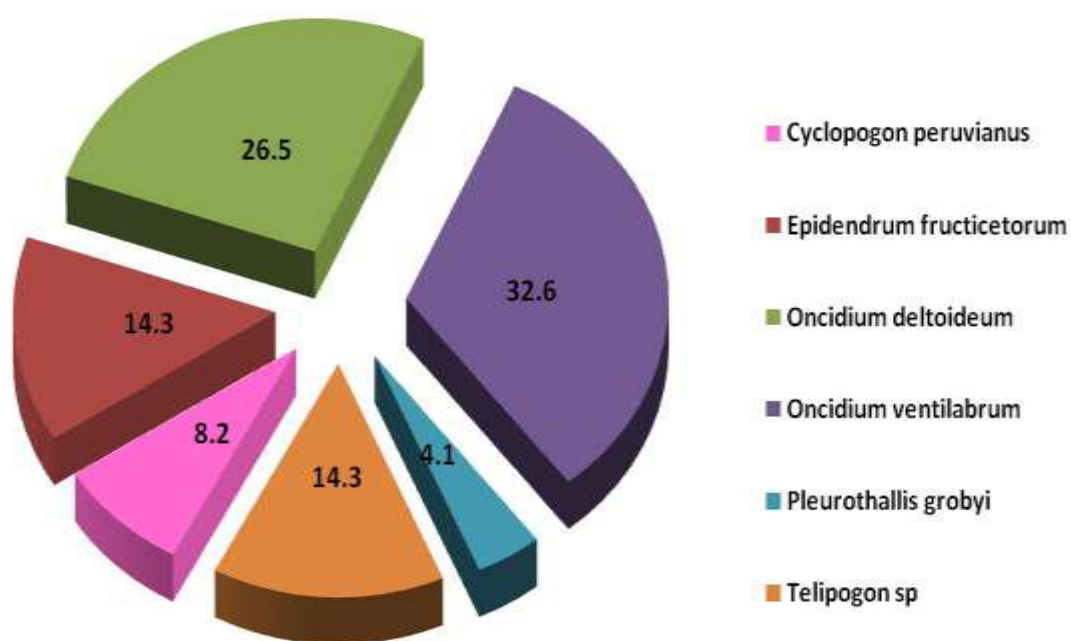


Figura 9. Comparación de Frecuencia Relativa de las Orchidaceae epífitas en el Bosque Cachil.

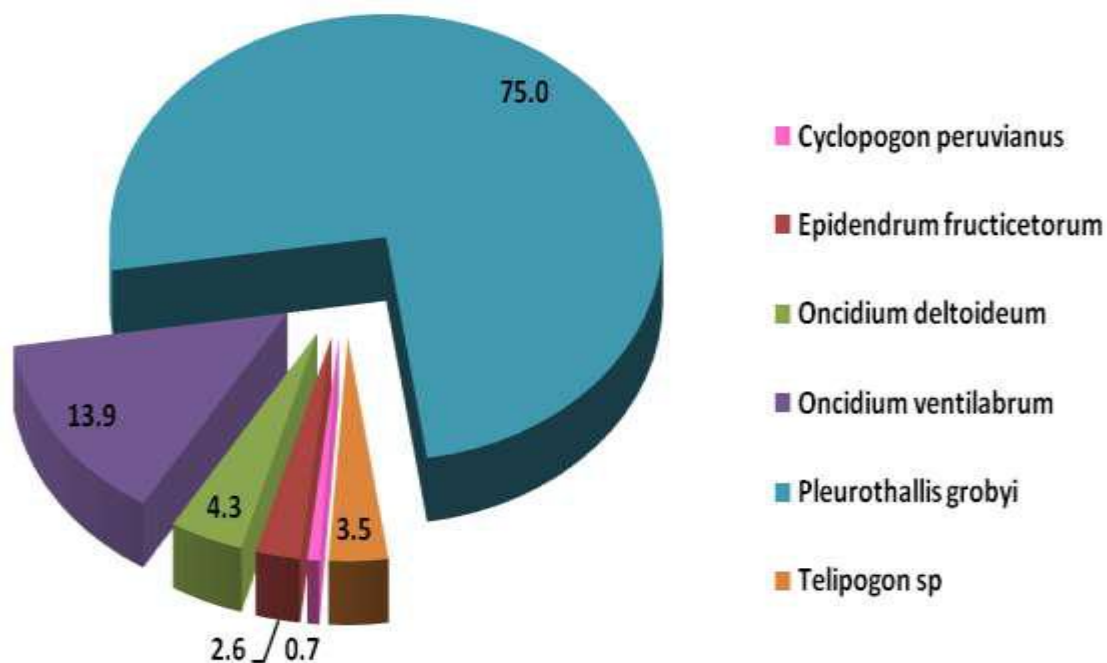


Figura 10. Comparación de Densidad Relativa de las Orchidaceae epífitas en el Bosque Cachil.

Tabla 7: Diversidad de las Orchidaceae epífitas en el Bosque Cachil Octubre 2009 - Marzo 2010.

ESPECIES	Nº Individuos	Índice de Shannon "H"
<i>Cyclopogon peruvianus</i>	5	0.873 Bells Natural / Individ.
<i>Epidendrum fruticetorum</i>	18	
<i>Oncidium deltoideum</i>	30	
<i>Oncidium ventilabrum</i>	96	
<i>Pleurothallis grobyi</i>	519	
<i>Telipogon sp.</i>	24	
TOTAL	692	

(*) Coeficiente B para Log2 =2.302585

DISCUSIÓN

Las especies de plantas no solo se distribuyen en el suelo, sino también a la altura de la copa de los árboles, allí existe una enorme riqueza de especies, las denominadas epífitas, las que viven en los bosques tropicales, en especial en bosques húmedos de montaña, sobre troncos y copas de árboles en busca de luz y humedad y contribuyen con un gran número de especies a la riqueza a estos ecosistemas (Kiss & Brauning, 2008). La alta diversidad de epífitas vasculares en bosques neotropicales de montaña ha sido explicada por la existencia de especies emparentadas que han podido partir los espacios disponibles tanto horizontal como verticalmente (Gentry & Dodson, 1987). En general hay pocos estudios florísticos y pocos estudios enfocados en epífitas (Küper y col., 2004).

En el Bosque Cachil las epífitas están constituidas por especies de las familias Araceae, Bromeliaceae, Gesneriaceae, Orchidaceae, Piperaceae, Pteridophyta, musgos y líquenes. Estos taxones epífitos se encuentran en diferentes niveles de los árboles (forófitos), definidos como: *Podocarpus oleifolius* (Podocarpaceae), *Ilex uniflora* (Aquifoliaceae), *Citronella ilicifolia* (Icacinaceae), *Ruagea glabra* (Meliaceae), *Chrysophyllum contumacense* Sapotaceae), *Randia boliviana* (Rubiaceae), especies de *Myrsine* y *Maytenus* entre otros (Rodríguez y col., 2010). Según el inventario de las plantas vasculares del Bosque Cachil efectuado por Sagástegui y col. (1995), es fácil notar que el mayor aporte a las epífitas del bosque esta dado por las especies de Bromeliaceae, Orchidaceae y Pteridophyta.

En el presente trabajo se registraron 11 especies de epífitas de las Familias Bromeliaceae y Orchidaceae, de ellas *Cyclopogon peruvianus*, *Epidendrum fruticetorum* y *Oncidium deltoideum* (Orchidaceae), así como *Tillandsia oroyensis*, *Tillandsia towarensis* y *Vriesea cylindrica* (Bromeliaceae) son nuevos registros para el bosque en comparación con el inventario existente (Sagástegui y col., 1995).

La riqueza específica de Bromeliaceae y Orchidaceae (Fig. 5 y 8) se ubica en la zona 4 y 5 (Johansson, 1974). Todos los taxones de epífitas de ambas familias no mostraron ninguna preferencia por algún hospedero. Los patrones de diversidad relativa en la estratificación vertical

de las especies de Bromeliaceae (Fig. 5), indican que *Tillandsia towarensis* la más diversa en la zona 4 disminuye con la zona 5, mientras que *Tillandsia diffusa* presenta un incremento hacia la zona 5 constituyéndose en la más diversa de esta zona, el resto de especies tiene igual comportamiento; excepto *Tillandsia oroyensis* que es indiferente a las zonas 4 y 5. En cuanto a las Orchidaceae (Fig. 8), *Pleurothallis grobyi* la más diversa de las especies, disminuye hacia el nivel 5; caso contrario sucede con las especies del género *Oncidium* (*O. ventilabrum* y *O. Deltoideum*) que su porcentaje aumenta de la zona 4 - 5, las otras especies poco diversas sólo se encuentran en la zona 4.

En general la estratificación vertical es el resultado de la variación microclimática desde la parte alta del dosel hasta el interior del bosque y debe ser pronunciada en bosques altos y cerrados, donde el cambio microclimático es más acentuado (Shaw, 2004). Esta variación está determinada por la estructura y altura del dosel que regula la intensidad y dirección de luz recibida, la captación de humedad del aire y la temperatura del aire que llega a las plantas; por la disponibilidad de nutrientes, que está asociada a la presencia de materia orgánica muerta o briofitas en los hospederos (Martínez y col., 2008).

La ubicación en las zonas altas del dosel de las especies de las dos familias, se debe a que necesitan más luz y pueden vivir con abundante humedad o en condiciones más extremas por falta de humedad, es decir aquellas con un gran reto ecológico (sequedad, alta radiación y escasez de nutrientes). Es evidente que especies de las dos familias se observan más frondosas en época de lluvias y mayor humedad (neblina) que en meses más secos; sin embargo en la sequía se mantienen por presentar ciertos mecanismos (e.g.: Bromeliaceae, acumulan agua entre sus hojas equitantes listas para ser absorbidas a través de las finas escamas y tricomas; ciertas especies de orquídeas presentan caulobulbos y otras hojas suculentas).

La abundancia y distribución es diferente para cada una de las especies así tenemos que para Bromeliaceae (Tabla 3), *Tillandsia towarensis* es la más abundante y se distribuye en todo el área de bosque, Mientras que *Vriesea cylindrica* es la menos importante y la que menos se distribuye en el espacio; las demás especies están presentes por igual (0.8%) en el área muestreada. Sin embargo, para las Orchidaceae (Tabla 6), se debe indicar que la especie *Pleurothallis grobyi* es la especie que presenta mayor abundancia (648,8 Ind. /Ha), pero no se distribuye equitativamente en el área muestreada debido a que se encuentra restringida en las parcelas 14 y 15, lo cual no contribuye a una buena equitatividad de las especies. *Cyclopogon peruvianus* es la especie menos importante, pero su presencia y total de ocurrencias es mayor a *Pleurothallis grobyi*.

Varios factores intervienen en la presencia de las epifitas en los bosques. La distribución de las epifitas puede estar indicando los sitios que presentan las condiciones particulares que permita la colonización de cada una. Generalmente una determinada epifita se establece en varias especies de árboles aunque no con la misma frecuencia, ya que algunos ofrecen condiciones más apropiadas para ello. Sin embargo, los factores que determinan la colonización y preferencia de hospedero no se conocen adecuadamente, ya que las epifitas no responden igual a un mismo patrón de condiciones (Benzing, 2000). Una estrecha asociación entre una epifita y un árbol, puede reflejar la necesidad de este árbol en particular para el establecimiento de la primera.

Los valores bajos del índice de diversidad para especies de epifitas de las Familias Bromeliaceae y Orchidaceae (Tablas 4 y 7) son porque la cantidad de especies presentes en el área es baja, así como la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies son también bajo. Así mismo, la baja diversidad de epifitas de estas dos familias, podría deberse además a la marcada estacionalidad climática en el bosque con un marcado periodo de sequía entre mayo y diciembre (Cano & Valencia, 1992). Estos mismos autores indican que de un análisis de las familias en este tipo de bosques, la forma de vida exclusivamente epífita suma un 3% del total de taxa lo cual coincide con los resultados del presente trabajo. Trabajos indican que las especies de orquídeas y bromélias son mayores en los bosques primarios que en lugares deforestados (Krömer y col., 2007). En general las epifitas en zonas con intervención humana (zonas deforestadas, bosques secundarios, árboles asilados) es característica una rápida reducción de la diversidad de epifitas ya que no cuentan con las condiciones indispensables para

su crecimiento. Debido a que las epífitas son muy sensibles a los cambios de la estructura del bosque y del clima, su existencia está altamente amenazada, y su desaparición podría tener consecuencias muy negativas en toda la región. Si se parte que los bosques son ecosistemas frágiles y que están sujetos a la actividad antrópica, se puede augurar que de aquí a algún tiempo corto no existirá ni bosque ni epífitas.

CONCLUSIONES

- Se determinaron 5 especies de BROMELIACEAE: *Tillandsia diffusa* L.B. Sm., *Tillandsia humilis* C. Presl, *Tillandsia oroyensis* Mez, *Tillandsia towarensis* Mez, y *Vriesea cylindrica* L.B. Sm. y 6 especies de ORCHIDACEAE: *Cyclopogon peruvianus* (C. Presl) Schltr., *Epidendrum fruticetorum* Schltr., *Oncidium ventilabrum* Rchb. f. & Warsz., *Oncidium deltoideum* Lindl., *Pleurothallis grobyi* Bateman ex Lindl. y *Telipogon* sp.
- La riqueza específica en la zonación vertical de los árboles de Bromeliaceae y Orchidaceae se ubica en la zona 4 y 5.
- *Tillandsia towarensis* (Bromeliaceae) y *Oncidium ventilabrum* (Orchidaceae) son las especies mas frecuentes; y *Vriesea cylindrica* (Bromeliaceae) con *Pleurothallis grobyi* (Orchidaceae) son las menos frecuentes.
- *Tillandsia towarensis* (Bromeliaceae) y *Pleurothallis grobyi* (Orchidaceae) tienen la densidad poblacional más alta; mientras que, *Vriesea cylindrica* (Bromeliaceae) y *Cyclopogon peruvianus* (Orchidaceae) son las mas bajas.
- El mayor índice de valor de importancia para las Bromeliaceae lo ocupa *Tillandsia towarensis*; y para las Orchidaceae lo tiene *Oncidium ventilabrum*.
- El índice de diversidad para la familias Bromeliaceae y Orchidaceae son bajos (0.873 Y 1.341 respectivamente).

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial al Herbarium Truxillense de la Universidad Nacional de Trujillo (HUT) por la beca de tesis integral a tiempo completo, tanto en el estudio de campo en el Bosque Cachil, Provincia de Gran Chimú, Departamento de La Libertad, así como en el trabajo de herbario. Sin dicho apoyo económico y académico no hubiera sido posible la culminación de mi tesis. Agradezco a mi Asesor Ms. C. Freddy Peláez Peláez, por su apoyo desinteresado, correcciones e inestimables aportes para cumplir con los objetivos programados en el presente trabajo de tesis. Al Profesor Ms. C. Julio Chico Ruiz, Director del Herbarium Truxillense (HUT) de la Universidad Nacional de Trujillo por su apoyo en la elaboración de la tesis. Al Profesor Dr. William Zelada Estraver de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo por su apoyo en el tratamiento de los datos cuantitativos. Al Blgo. Eric F. Rodríguez Rodríguez Curador del Herbarium Truxillense (HUT) de la Universidad Nacional de Trujillo, por la determinación taxonómica de las especies de Bromeliaceae y Orchidaceae, así como el apoyo permanente en la elaboración y desarrollo de la tesis. Al Dr. José M. Manzanares perteneciente al Herbario Nacional de Ecuador (QCNE) Museo Ecuatoriano de Ciencias naturales, por la confirmación taxonómica de las especies de Bromeliaceae. Al Dr. Eric Hágater Director del Herbario AMO (México) por la confirmación Taxonómica de las especies de Orchidaceae. Un agradecimiento especial a la familia Corcuera García propietaria del bosque Cachil, en nombre del Sr. Julio Corcuera García, por el permiso otorgado para realizar el estudio de tesis en este ecosistema. Así mismo, agradezco especialmente a los amigos, quienes apoyaron en el desarrollo de la tesis: Rosmery Rodríguez, Lidia Meza, Jimmy Valverde, Jorge Tiravanti, Homan Castillo.

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía y mi fuerza, por no abandonarme y mostrarme el camino correcto en la realización de mis metas. A mis padres: Rosa y Ángeles, por ser mi admiración, por sus enseñanzas y consejos, que con un infinito amor, entrega y gratitud, dieron su invaluable esfuerzo, sacrificio, apoyo, comprensión, amor y fe,

con lo que me permitieron valorar la importancia del esfuerzo en el logro de mis anhelos. A mis hermanos: Julio y José, por ser incondicionales, por sus sabios consejos y por todo el apoyo brindado, que Dios les Bendiga. Para Jonny una persona muy especial en mi vida, que siempre me apoyó y estuvo a mi lado dándome ánimos y fuerzas para salir adelante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arroyo, S.** 2007. Propuesta para conservar el Bosque Relicto de Cachil (Provincia Gran Chimú, La Libertad-Perú). Estudio de Caso: En Curso Actualización en Conservación Biológica II, Reserva Nacional Río Clarillo, Chile, Noviembre 2007. Pág. 55. On line: <http://www.rlb-botanica.org/Varios/anexo%201.pdf>
- Arroyo, S.; E. Rodríguez; S. Leiva; M. Zapata & M. Mora.** 2008. El bosque relicto de Cachil (Provincia Gran Chimú, Departamento La Libertad, Perú), un ecosistema que necesita planes de conservación urgente. *Arnaldoa* 15(2): 289-296.
- Benzing, D. H.** 2000. Bromeliaceae. Profile of an Adaptive Radiation. Cambridge University Press, Cambridge.
- Brako L. y J. Zaruchi.** 1993. Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Garden. 45.
- Cadle, J. E. & P. Chuna.** 1995. A new lizard of the genus *Macropholidus* (Teiidae) from a relictual humid forest of northwestern Perú, and notes on *Macropholidus ruthveni* Nobel. *Breviora* 501:1-39.
- Cano, A. & N. Valencia.** 1992. Composición florística de los bosques nublados secos de la vertiente occidental de los andes peruanos. *Memorias del Museo de Historia Natural, U.N.M.S.M. (Lima)* 21: 171-180.
- Cronquist, A.** 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Edit. Columbia University Press. New York, NY, U.S.A.
- Cronquist, A.** 1988. The Evolution and Classification of Flowering Plants. 2nd Edition. Edit. The New York Botanical Garden. Bronx, New York, NY, U.S.A.
- Font Quer, P.** 1963. Diccionario de Botánica. Editorial Labor, S.A. Barcelona- España.
- Franco, L., J.** 1989. Manual de ecología. Segunda edición (reimp. 1992). Editorial Trillas S.A. de C.V. México D.F.
- Gentry A. y C. Dodson.** 1987. Diversity and Biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Ann. Miss. Bot. Garden* 74: 205-233.
- Hagsater, E. & E. Santiago.** 2007. The Genus *Epidendrum*. *Icon. Orchid. (Mexico)* 9(6): t. 987.
- Ibisch P.; A. Boegner; J. Nieder & W. Barthlott.** 1996. How diverse are neotropical epiphytes? *Ecotropical* 2(2), 13-28.
- Johansson, D. R.** 1974. Ecology of the vascular epiphytes in West African rainforest. *Acta Phytogeogr. Suec.* 59: 1-129.
- Kiss, K. & A. Brauning.** 2008. El bosque húmedo de montaña. Investigaciones sobre la diversidad de un ecosistema de montaña en el sur del Ecuador. Proyecto de la Fundación Alemana para la Investigación Científica. Unidad de investigación FOR 402. DFG, TMF y Naturaleza y Cultura Internacional. Loja-Ecuador. 64 p.
- Kromer, T.; S. R. Gradstein & A. Acebey.** 2007. Diversidad y Ecología de epífitas vasculares en bosques montanos primarios y secundarios de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 42 (1): 23-33.
- Küper, W.; H. Kreft; J. Nieder; N. Köster & W. Barthlott.** 2004. Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forests. *Journal of Biogeography* 31: 1477-1487.
- León, B.; A. Sagástegui; I. Sánchez & M- Zapata.** 2006. Bromeliaceae endémicas del Perú. En *El libro rojo de las plantas endémicas del Perú*. Ed.: Blanca León et al. *Rev. Per. Biol.* Número especial **13(2)**: 708s - 737s (Diciembre 2006).
- Martínez, N.; M. Pérez & A. Flores.** 2008. Estratificación vertical y preferencia de hospedero de las epífitas vasculares en un bosque nublado de Chiapas, México. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 56 (4): 2069-2086.
- Matteuci, S. & A. Colma.** 1982. Metodología para el Estudio de la Vegetación. O.E.A. Washington.
- Mejía, F.** 1998. Determinación de las características poblacionales de las especies arbóreas del bosque del bosque Cachil, Cascas – Perú, durante 1996-1997. Tesis para optar el grado de Maestro en ciencias. UNT.
- Mejía, D. A. & T. Hawkins.** 1993. Los Bosques Nublados de Honduras. Serie miscelánea de CONSEFORH, 42-24/93. 49 p.
- Mostacero, J.** 1998. Estimación de las características poblacionales de *Podocarpus oleifolius* del bosque Cachil, Cascas – Perú. Tesis para optar el grado de Maestro en ciencias. UNT.
- Mostacedo B. & Fredericksen T.** 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOS). Editora El País. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

- Mostacero, J.; F. Mejía & W. Zelada.** 2006. Dinámica Poblacional del olivo, *Podocarpus oleifolius* en el bosque de Cachil (La Libertad-Perú), durante 2003-2005. *Sciéndo* 9(2): 51-56.
- Moreno, C. E.** 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T – Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Nieder, J. ; P. L. Ibsch & W. Barthlott.** 1996. Biodiversidad de epifitas-una cuestión de escala. Conferencia dictada en el V Simposio de Botánica, La Habana-Cuba. Revista Jardín Botánico Nacional. Vol. XVII-XVIII.
- Patiño, H.C.** 1996. El suelo en el aire (en línea). Agencia Universitaria de Periodismo Científico. Consultado 12 Oct. 2000. Disponible en <http://www.univalle.edu.co/~aupec/AUPEC/diciembre96/suelo.html>
- Ramírez G., A.** 1999. Ecología aplicada, diseño y análisis estadístico. Fundación Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano. Santa Fe de Bogotá. Colombia.
- Rasmussen, F.** 1985. In The families of monocotyledons: Structure, evolution and taxonomy (RM Dahlgren, H Clifford, PF Yeo, Editors). pp 249.
- Rodríguez, E.; L. Calla & L. García.** 2010. Los espectaculares Jardines Aéreos del Bosque Cachil: Los gigantes forófitos versus los pequeños epífitos. Online:<http://www.blogger.com/post-edit.g?blogID=5573957210578805374&postID=6905562713269577059>
- Roque, J. & B. León.** 2006. Orchidaceae endémicas del Perú. En El libro rojo de las plantas endémicas del Perú. Ed.: Blanca León et al. Rev. Per. Biol. Número especial **13(2)**: 759s - 878s (Diciembre 2006).
- Sagástegui, A.; S. Leiva; P. Lezama; N. Hensold & M. O. Dillon.** 1995. Inventario preliminar de la flora del Bosque de Cachil. *Arnaldoa* 3(2): 19-34.
- Sagástegui, A.** 1995. Diversidad Florística de Contumazá. Edit. Libertad E.I.R.L. Univ. Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Sagástegui, A.; I. Sánchez; M. Zapata & M.O. Dillon.** 2003. Diversidad florística del norte del Perú. Bosques Montanos. Tomo II. Edit. Graficart, Trujillo, Perú.
- Shaw, D.C.** 2004. Vertical organization of canopy biota, p. 73-101. In M.D. Lowman & H.B. Rinker (eds.). Forest canopies (second edition). Elsevier Academic, San Diego, California, EEUU.
- UICN.** 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN. Versión 3.1. Preparado por la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- Ulloa Ulloa, C.; J. Zaruchi & B. León.** 2004. Diez años de adiciones a la flora del Perú. 1993 – 2003. *Arnaldoa* (edición especial - noviembre 2004). Pag. 109 – 156.
- Weigend, M., E. Rodríguez & C. Arana.** 2005. The relict forests of Northwest Peru and Southwest Ecuador. In M. Weigend, E. Rodríguez & C. Arana (comp.). Los Bosques Relictos del Noroeste de Perú y Suroeste de Ecuador. *Rev. Perú. biol.* 12(2): 185-194. On line: http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVrevistas/biologia/v12_n2/Pdf/v12n2a04.pdf
- Zavala, V.** 2002. Inventario de Bromelias epífitas del bosque nebuloso de la montaña El Volcán, El Paraíso, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Zamorano, Honduras. 37 p.
- Zelada, W.; F. Peláez; P. Caballero; L. Pollack; A. Díaz & S. Vergara.** 2002. Composición Biótica (vertebrados y flora) y fisonómica estructural del Bosque Cachil, La Libertad, 2001, XIV Congreso Nac. de Biología. VIII Simposium Nacional de Educación en Ciencias Biológicas. Tarapoto.
- Zelada, W. & L. Pollack.** 2005. Nivel de degradación del cambio de uso de la tierra en el Bosque Cachil, Cascas, Durante el 2004. OPGRODEIN, UNT.
- Zelada, W.** 2006. Diversidad, riqueza y distribución de los anfibios del Bosque Cachil (Cascas-La Libertad). XVI Congreso Nacional de Biología y X Simposium de Educación en Ciencias Biológicas. Piura, Perú.
- Zelada, W.** 2007. Capacidad de Carga Ecológica del Bosque Cachil (La Libertad), en función de los factores Abióticos, Bióticos y Antrópicos. Tesis para optar el grado de doctor en medio ambiente.

ESTADO ACTUAL DE LOS ESTUDIOS DE LA FLORA EN LA CORDILLERA DEL CÓNDOR Y ÁREAS ADYACENTES EN EL PERÚ, 2006

CURRENT STATUS OF THE FLORA STUDIES IN THE CORDILLERA DEL CONDOR AND ADJACENT AREAS IN PERU, 2006

**Eric F. Rodríguez-Rodríguez¹, David Neill², Elmer Alvítez-Izquierdo¹, Sandra J. Arroyo-
Alfaro¹, Jano A. Núñez-Zapata¹**

¹Herbarium Truxillense (HUT), Universidad Nacional de Trujillo, Jr. San Martín 392, Trujillo, Perú.
E-mail: erodriguez@unitru.edu.pe

²Missouri Botanical Garden (MO), Saint Louis, Missouri, USA. E-mail: david.neill@mobot.org

RESUMEN

La Cordillera del Cóndor presenta alrededor de 150 km de norte al sur, con una elevación máxima de ca. 2900 m, ubicada en la frontera internacional entre Perú y Ecuador. Se encuentra en zonas de difícil acceso y las exploraciones botánicas en fase preliminar. Forma parte de la cadena discontinua de las Cordilleras Subandinas, al este de los Andes, que se extiende hacia el norte en Ecuador (cordilleras de Galeras y Cutucú) y hacia el Sur en Perú (Cordilleras Huarango, Azul, Yanachaga y otras). Estas cordilleras tienen en común ciertas características geológicas -compuestas principalmente de sedimentos terciarios y mesozoicos de rocas areniscas y calizas, con intrusiones de rocas ígneas- y florísticas endémicas solo comparable con los tepuis de los Altos de Guyana de Venezuela, un típico patrón de disyunción.

En la parte peruana de la Cordillera del Cóndor, se conocen diversos estudios taxonómicos y florísticos aislados que implican especies de la región, sin embargo no existe un estudio integral de la Flora. El objetivo de este trabajo es dar a conocer el estado Actual de la Flora en la Cordillera del Cóndor y Áreas adyacentes en la parte del Perú, 2006.

Actualmente se tiene una versión preliminar de ca. 6,000 registros botánicos de las Provincias Condorcanqui (Dpto. Amazonas) y San Ignacio (Dpto. Cajamarca), obtenidos en un esfuerzo conjunto entre el Herbarium Truxillense (HUT) y el Herbario del Missouri Botanical Garden (MO) en el marco del Proyecto Flora del Perú entre 1995 y 2006, así como de datos parciales de Beltrán & Foster (1994) y otros colectores. El catálogo preliminar presenta 167 familias, 694 géneros y 1382 especies. Se enfatiza que a partir de la publicación de Ulloa Ulloa y col. (2004) y Smith y col. (2005), existen 7 especies nuevas, 4 cambios taxonómicos y 86 registros nuevos para el país. El material se encuentra registrado y depositado en los siguientes herbarios: F, HUT, MO y USM (acrónimos en Holmgren y col., 1990).

Palabras clave: Estado actual, Flora, Cordillera del Cóndor, Perú.

ABSTRACT

The Cordillera del Condor has around 150 km from north to south, with a maximum elevation of ca. 2900 m, located at the international border between Peru and Ecuador. It is found in areas of difficult access and botanical explorations in preliminary phase. This cordillera is part of the discontinued chain of the Subandean Cordilleras, located east of the Andes, which extends northward into Ecuador (Cordilleras Cutucu and Galeras) and south in Peru (Cordilleras Huarango, Azul, Yanachaga and others). These cordilleras have in common certain geological features -composed mainly of tertiary and Mesozoic sediments of sandstone and limestone rocks, with igneous intrusions- and floristic endemic only comparable with tepuis from the Guyana Highlands of Venezuela, a typical pattern of separation. In the Peruvian side of the Cordillera del Condor, are known various taxonomic and floristic studies involving isolated species of the region, however there is no comprehensive study of the Flora. The aim of this paper is to present the current state of the Flora in the Cordillera del Condor and the adjacent areas of Peru, 2006. Nowadays there is a preliminary version of ca. 6,000 botanical records from Provinces Condorcanqui (Amazonas department) and San Ignacio (Cajamarca department), obtained in a joint effort between Herbarium Truxillense (HUT) and the Missouri Botanical Garden Herbarium (MO) under the Flora of Peru Project between 1995 and 2006

and partial data Beltran & Foster (1994) and other collectors. The preliminary list has 167 families, 694 genera and 1382 species. It is emphasized that after the publication of Ulloa Ulloa *et al.* (2004) and Smith *et al.* (2005), there are 7 new species, 4 taxonomic changes and 86 new records for the country. The material is recorded and deposited in the following herbaria: F, HUT, MO, and USM (acronyms in Holmgren *et al.*, 1990).

Keywords: Present state, Flora, Cordillera del Condor, Peru.

Recibido: Julio 2012

Aceptado: Octubre 2012

INTRODUCCIÓN

El norte del Perú es depositaria aún de una serie de vacíos botánicos debido a la falta de exploraciones e inventarios florísticos y sistemáticos. Uno de ellos es la región de la Cordillera del Cóndor. Esta región es una extensión oriental de la cadena andina principal que se extiende alrededor de 150 km de norte al sur, tiene una elevación máxima de cerca de 2900 m.s.n.m., y forma parte de la frontera internacional entre Ecuador y Perú. El Cóndor forma parte de la cadena discontinua de las cordilleras subandinas que se sitúan entre la Cordillera Oriental y las tierras bajas de la Amazonía, paralela a la cadena andina principal pero logrando elevaciones más bajas y separada de la Cordillera Oriental principal por valles de menor altitud. Además del Cóndor, existen algunas otras cordilleras subandinas como las cordilleras de Galeras y Cutucú en Ecuador y la Cordillera Azul y Cordillera de Yanachaga en Perú. Además en Perú se presentan ramales subandinos inmediatamente sureños enclavados en la Provincia de San Ignacio (e.g. Distritos San José de Lourdes y Huarango) en el Dpto. Cajamarca. Estas cordilleras están compuestas principalmente de sedimentos terciarios y mesozoicos de rocas areniscas y calizas, con intrusiones de rocas ígneas, depositadas en la margen occidental de Suramérica antes del levantamiento de los Andes y levantadas concurrentemente con la cordillera andina, principalmente en los últimos cuatro millones de años.; mientras que la Cordillera oriental esta compuesta de roca metamórficas y volcánica. Las Cordilleras Subandinas aún poco estudiadas científicamente, tienen en común ciertas características geológicas y florísticas endémicas solo comparable con los tepuis de los Altos de Guyana de Venezuela, como un típico patrón de disyunción. Las cordilleras subandinas, extendiéndose más de 10 grados de latitud norte-sur, deberían ser consideradas colectivamente como una región biogeográfica distinta y no como un colectivo de la Cadena Oriental como ha sido asociada (e.g., las "ecoregiones" de Dinerstein *et al.*, 1995). Este nuevo concepto de las cordilleras subandinas tiene implicaciones para la interpretación de la historia evolutiva de Sudamérica y también para la planificación de la conservación en la región (Neill, 1999, 2003).

Recientes trabajos botánicos de campo en Ecuador y Perú han revelado una fascinante e inesperada conexión biogeográfica entre las cordilleras subandinas y el Escudo Guyanés en el noreste de Sudamérica. Un número importante de géneros de plantas vasculares, considerados anteriormente ser endémicos a las mesetas de roca arenisca o "tepuis" de la región de Guayana, se han encontrado como "disyuntas" en porciones de la roca arenisca de las cordilleras subandinas, pero no en otras partes de la región andina (Berry *y col.*, 1995; Foster & Beltrán, 1997; Neill, 1999, 2003, 2005; Rodríguez *y col.*, 2006b; Ulloa Ulloa & Neill, 2006). Con cada año de trabajo de campo, se están descubriendo más plantas disyuntas de Guayana en la Cordillera del Cóndor y otras cordilleras subandinas.

La región del Cóndor se encuentra en zonas de difícil acceso tanto geográfico como de los permisos de ingreso local, es por ello que las exploraciones botánicas se encuentran en fase preliminar. Esta región puede tener la "flora más rica de cualquier área de tamaño similar dondequiera en el Neotrópico" (Schulenberg & Awbrey, 1997), y tiene casi con certeza una de las concentraciones más altas de las especies de plantas vasculares aún desconocidas científicamente que cualquier lugar en la Tierra. Nosotros estimamos que la flora del Cóndor excede las 4.000 especies de plantas vasculares. La deforestación y actividad minera se ha incrementado en los últimos años, las iniciativas de conservación e inventarios florísticos son urgentes. Desde el año 2005 las colecciones en Ecuador y Perú se han enfatizado, gracias al

proyecto binacional "Flora de la Cordillera del Cóndor de Ecuador y Perú, 2005-2007" entre las instituciones MO, HUT, LOJA y QCNE (acrónimos en Holmgren y col., 1990).

En la parte peruana, se conocen diversos estudios taxonómicos y florísticos muy aislados que implican especies de la región, todas ellas se encuentran listadas en Foster & Beltrán (1997), Beltrán y col. (1999), Beltrán & Galán de Mera (2001), Rodríguez y col. (2004), Ulloa Ulloa y col. (2004), Smith y col. (2005), Rodríguez y col. (2006 a, b). Sin embargo, no se conocen estudios florísticos integrales para la región.

Por ello, a fin de seguir contribuyendo al mejor conocimiento de la flora del Perú, el objetivo de este trabajo es dar a conocer preliminarmente el estado Actual de los estudios de la Flora en la Cordillera del Cóndor y Áreas adyacentes en la parte del Perú, 2006.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material estudiado corresponde a las colecciones efectuadas en el Departamento de Amazonas, Prov. Condorcanqui: Cabecera del Rio Comainas, incluye cerro Machinaza, 1000-2150 m, 3°52'42"S 78°25'48"W 3°55'00"S 78°25'24"W; Coangos: 670-1050 m, 03° 02'55"S 78° 13'41"W; Condor Mirador (Zamora-Chinchipe): 1975 m, 03°37'41" S-78° 23, 42" W; y Departamento de Cajamarca, Prov. de San Ignacio, Distr. San José de Lourdes: 04° 59'20"S 78°53'25 W, incluye cerro Bolo o Cerro La Yegua a 2250 m y Cerro Picorana a 2850 m; Distr. Huarango: Cordillera Huarango: 2510 m, 05° 16, 02" S- 78° 41, 03" W; en el marco del Programa Flora del Perú desarrollado por el Missouri Botanical Garden (MO) y el Herbarium Truxillense (HUT) entre los años 1995 y 2006. Las colecciones de ca. 6,000 registros botánicos están catalogadas y depositadas por lo menos en uno de los herbarios siguientes: F, HUT, MO y USM (acrónimos en Holmgren *et al.*, 1990), salvo indicación contraria. Paralelo a las colecciones de herbario se fijó y conservó material en líquido (alcohol etílico 70% o AFA) para estudiar la estructura floral y tricomas de algunas especies o para dilucidarlas con otros taxa (Rodríguez & Rojas, 2002). Las determinaciones taxonómicas fueron efectuadas estrictamente en el herbario HUT por los autores y por diferentes especialistas que han visitado esta institución. Además, se revisó material incluidos los tipos, en los herbarios siguientes: CUZ, F, HAO, HUT, NY, MO, MOL, QCA, QCNE, US y USM. Adicionalmente, se contrastó la información con la Base de Datos Tropicos del Missouri Botanical Garden Herbarium [MO, <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>] y la Base de Datos del herbario del Field Museum of Chicago [F, <http://emuweb.fieldmuseum.org/botany/detailed.php>]. Asimismo, los datos presentados se encuentran en la Base de Datos computarizados del Herbarium Truxillense (HUT) de la Universidad Nacional de Trujillo. El área de estudio, se encuentra restringida a la zona fitogeográfica de Amotape-Huancabamba (Weigend, 2002, 2004).

Los taxones están distribuidos en tres categorías, a partir de la publicación de Ulloa Ulloa y col. (2004) para el caso de Gymnospermae-Angiospermae y Smith y col. (2005) para Pteridophyta: Especies nuevas descritas con material del área (*), combinaciones taxonómicas nuevas para nombres de las especies listadas en el Catálogo de la Flora del Perú (‡), y las especies restantes son registros nuevos para el País, es decir que están presentes en otras Floras y por ende amplían su distribución geográfica. Las especies, géneros y familias están ordenadas alfabéticamente dentro de las categorías superiores, Se incluye, la literatura original sólo para el caso de las especies nuevas (para el resto de especies ver International Plant Names Index [IPNI, <http://www.ipni.org>]); signos y abreviaturas para: Basónimos (B), Sinónimos (S), Nombres principales listados en el Catálogo de la Flora del Perú (†). Seguido a las citaciones de ejemplares (E) en algunos casos, se encuentra la distribución geográfica, citándose en forma abreviada los nombres de los departamentos del Perú [AM=Amazonas, AY=Ayacucho, CA=Cajamarca, CU=Cuzco, HU=Huánuco, JU=Junín, LO=Loreto, MD=Madre de Dios, PA=Pasco, PI=Piura, SM=San Martín, TU=Tumbes], a continuación el nombre del país (-es) cuando se requiera, luego si la distribución se limita al Perú se anota como Endémica y si es muy amplia como Cosmopolita.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ecología, Geología, Vegetación y Relación con la Guayana:

La Cordillera del Cóndor y sus ramales sureños forman parte de la cadena discontinua de las cordilleras subandinas, tiene ciertas características florísticas y geológicas suigéneris. Esta cordillera incluye principalmente sedimentos del Terciario y del Mesozoico de rocas areniscas y calizas, con intrusiones de rocas ígneas (e.g.: Gil-Rodríguez y col., 2001). Las cimas que pueden llegar hasta los 2,900 m, están compuestas parcialmente de roca arenisca, geológicamente son más jóvenes que los “tepuis” o “tepuyes” de la Región de la Guayana (Berry y col., 1995).

Los suelos derivados de la roca arenisca son conocidos generalmente por ser altamente ácidos y muy pobres en nitrógeno, fósforo y otros nutrientes. La vegetación de la roca arenisca y de la arena blanca podzolizada está típicamente esclerofilada y de tamaño reducido; una capa gruesa de turba se forma con frecuencia encima del substrato oligotrófico (Anderson, 1981; Duivenvoorden & Lips, 1995). Esta formación característica sobre suelos de arena blanca suele denominarse por los nativos Jíbaros (Nación Aguaruna) como “Campau” (e.g. en Tayu Mujaji, Prov. Bagua). Así mismo, los ácidos húmicos disueltos en el agua que drenan de los substratos de arena blanca y roca arenisca imparten al agua la coloración de las “aguas negras” en las quebradas y ríos. Estas características de la vegetación de la roca arenisca se observan en la región de la Cordillera del Cóndor y sus ramales sureños.

La vegetación boscosa en las crestas de roca arenisca es pequeña (hasta 5 m), con hojas gruesas, esclerófilas y diminutas, dominados por los géneros *Weinmannia* (Cunoniaceae) y *Clethra* (Clethraceae) (Neill, 1999, 2003, 2005; Rodríguez y col., 2004, 2006 a, b).

Un número importante de géneros de plantas vasculares, considerados anteriormente como endémicos a las mesetas de roca arenisca o “tepuis” de la región de Guayana, se han encontrado como “disyuntas” en porciones de la roca arenisca de la Cordillera del Cóndor y en otras cordilleras sub-andinas, pero no en la región andina típica. Estos géneros disyuntos incluyen *Stenopadus* S.F. Blake (Asteraceae), *Digomphia* Benth. (Bignoniaceae), *Everardia* Ridl. (Cyperaceae), *Euceraea* Mart. (Flacourtiaceae), *Phainantha* Gleason (Melastomataceae), *Pterozonium* Fée (Pteridaceae), *Perissocarpa* Steyer. & Maguire (Ochnaceae), *Retiniphyllum* Bonpl. (Rubiaceae), *Bonnetia* Mart. (Theaceae), y *Aratitiopea* Steyer. & P.E. Berry (Xyridaceae) (Berry y col., 1995; Foster & Beltrán, 1997; Neill, 1999, 2003, 2005; Rodríguez y col., 2006b; Ulloa Ulloa & Neill, 2006).

Diversidad Florística:

En la parte peruana, se conocen diversos estudios taxonómicos y florísticos muy aislados que implican especies de la región, todas ellas se encuentran listadas en Foster & Beltrán (1997), Beltrán y col. (1999), Beltrán & Galán de Mera (2001), Rodríguez y col. (2004), Ulloa Ulloa y col. (2004), Smith y col. (2005), Rodríguez y col. (2006 a, b). Sin embargo, no se conocen estudios florísticos integrales en el Perú para la región.

A pesar que la investigación no se ha concluido, faltando aun efectuar mayores colecciones y determinaciones taxonómicas, se puede precisar que para la Cordillera del Cóndor en su lado peruano, el catálogo preliminar presenta 167 familias, 694 géneros y 1382 especies (Tabla 1). Hasta el momento se conocen 26 especies nuevas descritas con material del área, siendo las familias Orchidaceae y Lauraceae las que destacan con el mayor número de especies (Tabla 5). Se enfatiza que a partir de la publicación de Ulloa Ulloa y col. (2004) y Smith y col. (2005), existen 7 especies nuevas, 4 cambios taxonómicos y 86 registros nuevos para el país y por ende amplían su distribución geográfica (Tabla 2). Considerando las especies nuevas y los nuevos registros, esta contribución adiciona 93 especies a la Flora Peruana.

Tabla 1. Taxones registrados en la Cordillera del Cóndor y áreas adyacentes, Perú, 2006.

DIVISION/CLASE	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES
PTERIDOPHYTA			
Equisetopsida	1	1	2
Lycopsida	2	4	9
Filicopsida	18	54	143
GYMNOSPERMAE			
Gnetopsida	1	1	1
Pinopsida	1	3	5
MAGNOLIOPHYTA (ANGIOSPERMAE)			
Magnoliopsida (Dicotyledoneae)	124	499	868
Liliopsida (Monocotyledoneae)	20	132	354
TOTAL	167	694	1382

Las Gimnospermas *Gnetum nodiflorum* Brongn. (Gnetaceae) y *Podocarpus oleifolius* D. Don ex Lamb. (Podocarpaceae) eran las únicas conocidas hasta 1994. Hoy se conocen otras especies de Podocarpaceae que crecen en zonas de transición de arena blanca y suelos negros de los ramales sureños de la Cordillera del Cóndor en la Provincia de San Ignacio (Cajamarca): *Podocarpus macrostachys* Parl., *Podocarpus sprucei* Parl., *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page y *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. (ver Farjon, 2001; Vicuña & Mostacero, 2003). No se descarta además la presencia de *Podocarpus tepuiensis* J. Buchholz & N.E. Gray, recientemente identificada en las colecciones efectuadas en Nangaritza en la parte de la Cordillera del Cóndor de Ecuador; especie previamente conocida para la tierras altas de Guayana (región de Pantepui) y considerada como otra disyunción a nivel de especie (Neill, com.pers.). Así como de la especie nueva *Phainantha shuariorum* C. Ulloa & D.A. Neill (Melastomataceae) (ver Ulloa Ulloa & Neill, 2006), dedicada a la nación Shuar (Ecuador).

Entre los helechos *Pterozonium brevifrons* (A.C. Sm.) Lellinger (Pteridaceae) está presente en la Cordillera del Cóndor, la cual presenta también poblaciones disyuntas en la región guayanesa.

Tabla 2. Familias, géneros y especies pertenecientes a la Cordillera del Cóndor y Áreas Adyacentes del Perú hasta el año 2006, indicando las especies nuevas, cambios taxonómicos nuevos y registros nuevos para el país después de la publicación de Ulloa Ulloa y col. (2004) y Smith y col. (2005).

FAMILIAS	PTE			GYM		ANG			G	E	EN	CTN	RN
	EQU	LYC	FIL	GNE	PIN	DIC	MON						
ACANTHACEAE						X			9	6			2
ACTINIDIACEAE						X			1	2			
ALSTROEMERIACEAE								X	1	4			4
ALZATEACEAE						X			1	2			
AMARANTHACEAE						X			2				
AMARYLLIDACEAE								X	1	1			
ANACARDIACEAE						X			3	5			
ANNONACEAE						X			8	10			
APIACEAE						X			2	2			
APOCYNACEAE						X			8	7			
AQUIFOLIACEAE						X			1	13			1

ARACEAE		X	11	63	2
ARALIACEAE		X	4	5	
ARECACEAE		X	8	12	
ASCLEPIADACEAE		X	6	4	1
ASPLENIACEAE	X		2	12	
ASTERACEAE		X	47	74	6
BALANOPHORACEAE		X	3	3	
BEGONIACEAE		X	1	2	
BIGNONIACEAE		X	4	4	
BLECHNACEAE	X		1	11	
BOMBACACEAE		X	2	2	
BORAGINACEAE		X	3	9	1
BRASSICACEAE		X	3	3	1
BROMELIACEAE		X	10	50	3
BRUNELLIACEAE		X	1		
BURMANNIACEAE		X	3	6	
BURSERACEAE		X	1	1	
CACTACEAE		X	4		
CAMPANULACEAE		X	4	13	1
CAPPARACEAE		X	3	5	
CAPRIFOLIACEAE		X	1	4	
CARICACEAE		X	1	1	
CARYOPHYLLACEAE		X	1		
CECROPIACEAE		X	3	12	
CELASTRACEAE		X	1	1	
CHLORANTHACEAE		X	1	11	
CHRYSOBALANACEAE		X	3	2	
CLETHRACEAE		X	1	3	
CLUSIACEAE		X	8	18	
COMBRETACEAE		X	1	0	
COMMELINACEAE		X	4	5	
CONVOLVULACEAE		X	1		
CORIARIACEAE		X	1	1	
CRASSULACEAE		X	1		
CUCURBITACEAE		X	3		
CUNONIACEAE		X	1	5	
CYATHEACEAE	X		7	17	1
CYCLANTHACEAE		X	5	5	
CYPERACEAE		X	1	1	1
CYRILLACEAE		X	1	1	
DENNSTAEDTIACEAE	X		5	7	
DICHAPETALACEAE		X	1	1	
DICKSONIACEAE	X		1	1	
DILLENACEAE		X	1	1	
DIOSCOREACEAE		X	1	3	
DROSERACEAE		X	1	1	

DRYOPTERIDACEAE		X			8	22		
ELAEOCARPACEAE				X	2	1		
EQUISETACEAE	X				1	2		
EREMOLEPIDACEAE				X	1	1		
ERICACEAE				X	16	17		3
ERIOCAULACEAE					X	1	2	
ERYTHROXYLACEAE				X	1	2		
EUPHORBIACEAE				X	14	17		
FABACEAE				X	22	22		
FLACOURTIACEAE				X	7	12		2
GENTIANACEAE				X	6	9	1	1
GESNERIACEAE				X	13	32		4
GLEICHENIACEAE		X			3	3		
GNETACEAE			X		1	1		
GRAMMITIDACEAE		X			1	2		
GROSSULARIACEAE				X	2	1		
HALORAGACEAE				X	1			
HELICONIACEAE					X	1	7	
HIPPOCRATEACEAE				X	2	2		
HUMIRIACEAE				X	1	1		
HYDRANGEACEAE				X	1	2		
HYMENOPHYLLACEAE		X			1	5		
ICACINACEAE				X	3	5		
IRIDACEAE					X	2	2	
LACISTEMATACEAE				X	2	4		
LAMIACEAE				X	3	1		
LAURACEAE				X	10	50	3	4
LECYTHIDACEAE				X	1	2		
LENTIBULARIACEAE				X	2	4		
LILIACEAE					X	2	2	
LINACEAE				X	1			
LOASACEAE				X	3	3		
LOGANIACEAE				X	2	4		
LOPHOSORIACEAE		X			1	1		
LORANTHACEAE				X	7	6		
LYCOPODIACEAE		X			3	4		
LYTHRACEAE				X	2	3		
MALPIGHIACEAE				X	5	6		
MALVACEAE				X	4	2		
MARANTACEAE					X	1	2	
MARATTIACEAE		X			2	3		
MARCGRAVIACEAE				X	5	4		
MELASTOMATACEAE				X	16	37		
MELIACEAE				X	5	10		
MENISPERMACEAE				X	3	4		
MONIMIACEAE				X	2	13		1

MORACEAE		X		5	18			1
MYRICACEAE		X		2	1			
MYRISTICACEAE		X		3	6			
MYRSINACEAE		X		5	10			
MYRTACEAE		X		8	15			
NYCTAGINACEAE		X		3	4			
OCHNACEAE		X		3	2			
OLACACEAE		X		3	6			
OLEANDRACEAE	X			2	2			
ONAGRACEAE		X		2	5			1
OPHIOGLOSSACEAE	X			1	1			
OPILIACEAE		X		1	1			
ORCHIDACEAE			X	62	170	1	4	38
OXALIDACEAE		X		2	4			
PAPAVERACEAE		X		1				
PASSIFLORACEAE		X		1	4			
PHYTOLACCACEAE		X		1	2			
PIPERACEAE		X		3	20			
PLANTAGINACEAE		X		1	1			
POACEAE			X	14	9			1
PODOCARPACEAE			X	3	5			
POLYGALACEAE		X		2	4			
POLYGONACEAE		X		4	1			
POLYPODIACEAE	X			8	27			
PORTULACACEAE		X		1				
PROTEACEAE		X		4	6			1
PTERIDACEAE	X			5	11			
RANUNCULACEAE		X		1	2			
RHAMNACEAE		X		1	3			
ROSACEAE		X		3	2			
RUBIACEAE		X		45	119			2
RUTACEAE		X		1	5			1
SABIACEAE		X		1	1			
SAPINDACEAE		X		7	10			
SAPOTACEAE		X		6	3			
SCHIZAEACEAE	X			1	2			
SCROPHULARIACEAE		X		4	7			
SELAGINELLACEAE	X			1	5			
SIMAROUBACEAE		X		2				
SMILACACEAE			X	1	1			
SOLANACEAE		X		16	43	2		
STAPHYLEACEAE		X		3	3			
STERCULIACEAE		X		1	1			
STYRACACEAE		X		1				
SYMPLOCACEAE		X		1				
THEACEAE		X		2	2			

THELYPTERIDACEAE	X		2	10									
THEOPHRASTACEAE			X	1									
THYMELAEACEAE			X	1	1								
TILIACEAE			X	2	2								
TROPAEOLACEAE			X	1	2								
TURNERACEAE			X	1	1								
ULMACEAE			X	4	4								
URTICACEAE			X	5	8								
VALERIANACEAE			X	1	1								
VERBENACEAE			X	7	14								
VIOLACEAE			X	3									
VISCACEAE			X	2	5						1		
VITACEAE			X	1	3								
VITTARIACEAE	X			3	6								
VOCHYSIACEAE			X	1	1								
WINTERACEAE			X	1	4								
XYRIDACEAE				X	1	3							
ZINGIBERACEAE				X	2	6						1	
TOTAL	167	1	2	18	1	1	124	20	694	1382	7	4	86

Leyenda: ANG=Angiospermae, MON=Monocotyledoneae, DIC=Dicotyledoneae, GYM (PIN)=Gymnospermae (Pinopsida), GYM (GNE)=Gymnospermae (Gnetopsida), PTE=Pteridophyta, EQU= Equisetopsida, LYC=Lycopsida, FIL=Filicopsida. G=Géneros, E=Especies, EN=Especies Nuevas, CTN=Cambios Taxonómicos Nuevos, RN=Registros Nuevos.

Las familias que presentan mayor número de géneros son: Orchidaceae (62, 8.93%), Asteraceae (47, 6.77%) y Rubiaceae (45, 6.48%) (Tabla 3). Las familias que tienen el mayor número de especies son: Orchidaceae (170, 12.30%), Rubiaceae (119, 8.61%) y Asteraceae (74, 5.35%) (Tabla 4).

Tabla 3. Las 10 familias con el mayor número de géneros en la Flora de la Cordillera del Cóndor y áreas adyacentes, Perú, 2006.

FAMILIAS	N° GENEROS	% GENEROS
ORCHIDACEAE	62	8.93
ASTERACEAE	47	6.77
RUBIACEAE	45	6.48
FABACEAE	22	3.17
ERICACEAE	16	2.31
MELASTOMATACEAE	16	2.31
SOLANACEAE	16	2.31
EUPHORBIACEAE	14	2.02
POACEAE	14	2.02
GESNERIACEAE	13	1.87
Subtotal	265	38.18
Resto de Familias	429	61.82
TOTAL	694	100.00

Tabla 4. Las 10 familias con el mayor número de especies en la Flora de la Cordillera del Cóndor y áreas adyacentes, Perú, 2006.

FAMILIAS	N° ESPECIES	% ESPECIES
ORCHIDACEAE	170	12.30
RUBIACEAE	119	8.61
ASTERACEAE	74	5.35
ARACEAE	63	4.56
LAURACEAE	50	3.62
BROMELIACEAE	50	3.62
SOLANACEAE	43	3.11
MELASTOMATACEAE	37	2.68
GESNERIACEAE	32	2.32
POLYPODIACEAE	27	1.95
Subtotal	665	48.12
Resto de Familias	717	51.88
TOTAL	1382	100.00

Especies nuevas:

Las especies nuevas descritas con material botánico recolectado en la parte peruana de la Cordillera del Cóndor y áreas adyacentes, son citadas en la Tabla 5:

Tabla 5. Especies nuevas descritas para la Cordillera del Cóndor y áreas adyacentes, Perú y conocidas hasta el año 2006.

ESPECIE	FAMILIA
1. <i>Anthurium chinchipense</i> Croat & Lingán	ARACEAE
2. <i>Tournefortia vasquezii</i> J.S. Mill.	BORAGINACEAE
3. <i>Pepinia peruana</i> H. Luther	BROMELIACEAE
4. <i>Pitcairnia camposii</i> H. Luther	BROMELIACEAE
5. <i>Pourouma montana</i> C.C. Berg	CECROPIACEAE
6. <i>Cyathea concordia</i> B. León & R.C. Moran	CYATHEACEAE
7. <i>Macrocarpaea ericii</i> J.R. Grant	GENTIANACEAE
8. <i>Symbolanthus mathewsii</i> subsp. <i>vaccinioides</i> J.E. Molina & Struwe	GENTIANACEAE
9. <i>Endlicheria duotincta</i> Chanderbali	LAURACEAE
10. <i>Endlicheria oreocola</i> Chanderbali	LAURACEAE
11. <i>Endlicheria tomentosa</i> Chanderbali	LAURACEAE
12. <i>Licaria subsessilis</i> van der Werff	LAURACEAE
13. <i>Dichaea caveroi</i> D.E. Benn. & Christenson	ORCHIDACEAE
14. <i>Elleanthus caveroi</i> D.E. Benn. & Christenson	ORCHIDACEAE
15. <i>Epidendrum caveroi</i> D.E. Benn. & Christenson	ORCHIDACEAE
16. <i>Epidendrum dialylichilum</i> subsp. <i>peruvianum</i> D.E. Benn. & Christenson	ORCHIDACEAE
17. <i>Epidendrum pseudapaganum</i> D.E. Benn. & Christenson	ORCHIDACEAE
18. <i>Epidendrum pseudoalbiflorum</i> D.E. Benn. & Christenson	ORCHIDACEAE
19. <i>Epidendrum stenocalymnum</i> Hágsater & Calatayud	ORCHIDACEAE
20. <i>Lepanthes caveroi</i> D.E. Benn. & Christenson	ORCHIDACEAE
21. <i>Lepanthes mairae</i> D.E. Benn. & Christenson	ORCHIDACEAE

22. <i>Maxillaria caveroi</i> D.E. Benn. & Christenson	ORCHIDACEAE
23. <i>Maxillaria gigantea</i> subsp. <i>condorensis</i> D.E. Benn. & Christenson	ORCHIDACEAE
24. <i>Maxillaria machinazensis</i> D.E. Benn. & Christenson	ORCHIDACEAE
25. <i>Larnax pilosa</i> S. Leiva, E. Rodr. & J. Campos	SOLANACEAE
26. <i>Larnax vasquezii</i> S. Leiva, E. Rodr. & J. Campos	SOLANACEAE

Especies Nuevas, Cambios taxonómicos nuevos y Registros nuevos para la Cordillera del Cóndor y Áreas Adyacentes en el Perú, después de la publicación de Ulloa Ulloa y col. (2004) y Smith y col. (2005), hasta el año 2006.

Existen 7 especies nuevas, 4 cambios taxonómicos y 86 registros nuevos para el país.

PTERIDOPHYTA

Nota: De acuerdo a Smith y col. (2005).

CYATHEACEAE

1. *Cyathea xenoxyla* Lehnert

E: AM, Prov. Condorcanqui: *Beltrán & Foster 1083* (USM). Bolivia.

MAGNOLIOPHYTA (ANGIOSPERMAE)

Nota: De acuerdo a Rodríguez y col. (2004; 2006 a, b)

ACANTHACEAE

2. *Dicliptera tweediana* Nees

S: *Dicliptera deltica* Bridar., *Dicliptera lutea* Bridar., *Diapedium tweedianum* (Nees) Kuntze

E: CA, Prov. San Ignacio: *R. Vásquez et al. 20143, 20495*. Argentina, Bolivia, Brasil (Tipo), Paraguay, Uruguay.

3. *Pseuderanthemum hookerianum* (Nees) V. M. Baum

B: *Thyrsacanthus hookerianus* Nees

S: *Odontonema hookerianum* (Nees) Kuntze

E: CA, Prov. San Ignacio: *E. Rodríguez 1699; J. Campos et al. 4223*. Ecuador.

ALSTROEMERIACEAE

4. *Bomarea brachysepala* Benth

E: AM, Prov. Condorcanqui: *Beltran & Foster 1500* (F, USM). Ecuador.

5. *Bomarea longipes* Baker

E: CA, Prov. San Ignacio: *E. Rodríguez et al. 2775* (HUT, LOJA, MO, QCNE, USM). Ecuador.

6. *Bomarea oxytepala* Harling & Neuendorf

E: CA, Prov. San Ignacio: *J. Campos et al. 5483* (HUT, MO); *C. Díaz & S. Fernández 10187* (HUT, MO); *R. Vásquez & S. Flores 26262* (HUT, MO); *E. Rodríguez et al. 2803* (HUT). Ecuador.

7. *Bomarea spissiflora* Harling & Neuendorf

E: CA, Prov. San Ignacio: *E. Rodríguez et al. 3103* (HUT). Ecuador.

Nota: Estas cuatro especies sólo han sido conocidas para Ecuador.

AQUIFOLIACEAE

8. *Ilex obtusata* Triana & Planch.

E: CA, Prov. San Ignacio: *E. Rodríguez & J. Campos 1823; J. Campos et al. 4283; J. Campos et al. 4301; E. Rodríguez et al. 2829* (HUT, LOJA, MO, QCNE, USM).

ARACEAE

9. *Rhodospatha densinervia* Engl. & K. Krause

S: *Rhodospatha macrophylla* Sodiro

E: CA, Prov. San Ignacio: *J. Campos et al.* 4167. Ecuador (Tipo), Colombia.

10. *Stenospermatium zeacarpium* Madison

E: CA, Prov. San Ignacio: *R. Vásquez et al.* 20486, 26729; *J. Campos & S. Corrales* 3760; *J. Campos & E. Rodríguez* 2822; *E. Rodríguez & M. Nuñez* 1916. AM, AY, CU, HU, JU, LO, PA, SM. Bolivia, Ecuador (Tipo).

Nota: Nombre nomenclaturalmente correcto de la reciente especie descrita como *Stenospermatium killipii* Croat & L. D. Gómez, *Novon* 15(1): 97-99, f. 6d, 7a, b. 2005.

ASCLEPIADACEAE

11. *Oxypetalum erianthum* Decne.

S: *Gothofreda eriantha* (Decne.) Kuntze

E: CA, Prov. San Ignacio: *J. Campos et al.* 3874; *J. Campos & Z. García* 3968; *S. Leiva et al.* 1598 (HAO, MO). AM, JU, HU, SM. Bolivia, Brasil (Tipo), Ecuador, Paraguay.

ASTERACEAE

12. *Clibadium microcephalum* S. F. Blake

E: CA, Prov. San Ignacio: *E. Rodríguez & P. Reyes* 1729. AM. Ecuador (Tipo), Costa Rica.

13. *Lepidaploa ehretiifolia* (Benth) H. Rob.

B: *Vernonia ehretiifolia* Benth

S: *Cacalia ehretiaefolia* (Benth) Kuntze, *Vernonia acuta* N.E.Br.

E: CA, Prov. San Ignacio: *J. Campos & P. Díaz* 4406. Venezuela.

14. *Lepidaploa trilectorum* (Gleason) H. Rob.

B: *Vernonia trilectorum* Gleason

E: CA, Prov. San Ignacio: *J. Campos & S. Nuñez* 4183. AM.

15. *Mikania lindbergii* Baker

S: *Willoughbya lindbergii* (Baker) Kuntze

E: CA, Prov. San Ignacio: *E. Rodríguez & J. Campos* 1819. Bolivia, Brasil (Tipo).

16. *Verbesina ampla* M. E. Jones

E: CA, Prov. San Ignacio: *J. Campos & Z. García* 3976. México (Tipo).

17. *Wedelia tambilloana* B. L. Turner

S: *Aspilia lanceolata* S.F. Blake, *Aspilia jelskii* S.F. Blake, *Gymnolomia jelskii* Hieron., *G. hirsuta* Klatt

E: CA, Prov. San Ignacio: *J. Campos & Z. García* 3977, 4497. Ecuador (Tipo).

BORAGINACEAE

18. *Tournefortia fuliginosa* Kunth

S: *Tournefortia rugosa* Willd.

E: CA, Prov. San Ignacio: *R. Vásquez et al.* 20225. CU, HU. Ecuador, Colombia, Venezuela.

BRASSICACEAE

19. *Cardamine flexuosa* With.

S: *Cardamine sylvatica* Bess, *C. pratensis* Hook.f., *C. tenuifolia* Hook.

E: CA, Prov. San Ignacio: *J. Campos & S. Corrales* 3798. Cosmopolita.

BROMELIACEAE

20. *Guzmania pennellii* L. B. Sm.

S: *Thecophyllum pennellii* (L. B. Sm.) Mez

E: CA, Prov. San Ignacio: *J. Campos et al.* 5582. Colombia (Tipo), Ecuador.

21. *Pitcairnia brachysperma* André

E: CA, Prov. San Ignacio: *R. Vásquez et al.* 26740. Colombia, Ecuador.

22. *Vriesea chontalensis* (Baker) L.B. Sm.

B: *Tillandsia chontalensis* Baker

S: *Tillandsia spuria* Mez. & Werkle

E: CA, Prov. San Ignacio: *C. Díaz & A. Torres* 7823. Ecuador, Costa Rica, Nicaragua, Panamá.

CAMPANULACEAE

23. *Centropogon quebradanus* E. Wimm.

E: CA, Prov. San Ignacio: *J. Campos et al.* 5475. Ecuador (Tipo).

CYPERACEAE

24. *Mapania pedunculata* D. A. Simpson, *Kew Bull.* 51(4): 732, f.3. 1996.

E: CA, Prov. San Ignacio: *J. Campos, E. Rodríguez & S. Núñez* 4297 (HUT, MO); *E. Rodríguez* 2007 (HAO, HUT, MO, USM). AM. Venezuela.

ERICACEAE

25. *Anthopterus schultzeae* (Sleumer) Luteyn

B: *Themistoclesia schultzeae* Sleumer

S: † *Themistoclesia cutucuensis* A.C. Sm.

E: CA, Prov. San Ignacio: *E. Rodríguez & J. Campos* 1824. AM, SM. Ecuador (Tipo Basónimo).

Nota: En Brako & Zarucchi (1993) se indica a *Themistoclesia cutucuensis* A.C. Sm. como especie no reconfirmada para Perú.

26. *Cavendishia laurifolia* (Klotzsch.) Benth. & Hook

B: *Polyboea laurifolia* Klotzsch.

S: *Cavendishia tuerckheimii*, *Chupalon laurifolium* (Klotzsch.) Kuntze

E: CA, Prov. San Ignacio: *C. Díaz & A. Torres* 7816. Belice, Colombia, Guatemala (Tipo), México, Panamá.

27. *Satyria arborea* A. C. Sm.

E: CA, Prov. San Ignacio: *C. Díaz & A. Torres* 7767. Colombia (Tipo).

FLACOURTIACEAE

28. *Casearia quinduensis* Tul.

E: CA, Prov. San Ignacio: *J. Campos & Z. García* 3958; *J. Campos & P. Díaz* 4368. Ecuador, Colombia (Tipo).

29. *Xylosma paucinervosa* (Steyerm.) Sleumer

B: *Banara paucinervosa* Steyerm.

E: CA, Prov. San Ignacio: *E. Rodríguez* 1249; *R. Vásquez et al.* 20184; *R. Vásquez & J. Campos* 26215; *J. Campos & E. Rodríguez* 2856; *J. Campos & S. Corrales* 3477; *J. Campos et al.* 6267; *C. Díaz & A. Torres* 7759, 7762. Bolivia, Colombia, Ecuador Venezuela (Tipo).

GENTIANACEAE

30. *Macropypaea harlingii* J.S. Pringle

E: AM, Prov. Condorcanqui: *H. Beltrán & R. Foster* 1204 (F, USM), *J. Campos, E. Rodríguez & S. Nuñez* 4284 (HUT, MO); *E. Rodríguez et al.* 2929, 3096 (HUT). Ecuador (Tipo).

31. **Symbolanthus mathewsii* subsp. ***vaccinioides*** J.E. Molina & Struwe subsp. nov. ined.

E: CA, Prov. San Ignacio: *E. Rodríguez & J. Campos* 1825 (MO, HUT, USM); *C. Díaz & S. Fernández* 10244 (Holótipo: U!; Isótipo: MO).

GESNERIACEAE

32. *Besleria angustiflora* Fritsch

E: CA, Prov. San Ignacio: *J. Campos & S. Corrales* 3555. Colombia (Tipo), Ecuador.

33. *Besleria modica* C. V. Morton

E: CA, Prov. San Ignacio: *J. Campos & Z. García* 4455. AM: *E. Rodríguez & J. Rodríguez* 806. Ecuador (Tipo).

34. *Gasteranthus pansamalanus* (Donn. Sm.) Wiehler

B: *Besleria pansamalana* Donn. Sm.

E: CA, Prov. San Ignacio: *E. Rodríguez & P. Reyes* 1727; *J. Campos et al.* 4219. Colombia, Ecuador, Guatemala, México.

35. *Monopyle macrocarpa* Benth, *Icon. Pl.* 12: 85-86, t. 1198, f.1-5. 1876.

E: CA, Prov. San Ignacio: V. *Quipuscoa* 393. AM, HU, MD, SM. Colombia, Ecuador, Costa Rica, Panamá.

LAURACEAE

36. *Endlicheria canescens* Chanderbali

E: CA, Prov. San Ignacio: E. Rodríguez & R. Cruz 2039; J. Campos & O. Cano 4695. LO. Brasil, Ecuador, Colombia, Surinam (tipo), Venezuela.

37. **Endlicheria duotincta* Chanderbali, Fl. Neotropic. 91: 90-92, f.30, 31. 2004

E: CA, Prov. San Ignacio: E. Rodríguez & P. Reyes 1807 (Holótipo: MO; Isótipos: F, G, HBG, HUT, NY, US, U). SM. Ecuador.

38. *Endlicheria griseo-sericea* Chanderbali

E: CA, Prov. San Ignacio: R. Vásquez & S. Flores 26313. AM, PA, SM. Ecuador (Tipo), Colombia.

39. **Endlicheria oreocola* Chanderbali, Fl. Neotropic. 91: 86-88, f.27, 29. 2004

E: CA, Prov. San Ignacio: J. Campos & S. Nuñez 4669 (Holótipo: MO, Isótipos: F, HBG, HUT, NY); J. Campos et al. 5902, 5915. Ecuador.

40. **Endlicheria tomentosa* Chanderbali, Fl. Neotropic. 91: 48-51, f.14,15. 2004

E: CA, Prov. San Ignacio: J. Campos et al. 2938 (Holótipo: MO, Isótipos: F, G, HBG, HUT, NY, MO, U). Endémica.

41. *Ocotea infrafoveolata* van der Werff

E: CA, Prov. San Ignacio: J. Campos et al. 5577; M. Huamán et al. 022, 023, 055. Ecuador (tipo), Colombia.

42. *Rhodostemonodaphne praeclara* (Sandwith) Madriñan

B: *Nectandra praeclara* Sandwith

E: CA, Prov. San Ignacio: J. Campos & R. Vásquez 6410. AM. Brasil, Ecuador, Guyana Británica, Venezuela.

MONIMIACEAE

43. *Siparuna harlingii* S.S. Renner & Hausner

E: CA, Prov. San Ignacio: E. Rodríguez & P. Reyes 1745; J. Campos & S. Nuñez 4630. AM. Ecuador (Tipo), Colombia.

MORACEAE

44. *Ficus trapezicola* Dugand

E: CA, Prov. San Ignacio: R. Vásquez et al 26567; J. Campos & M. López 2581; J. Campos & E. Rodríguez 2829; J. Campos et al. 6256. AM. Colombia.

ONAGRACEAE

45. *Fuchsia putumayensis* Munz

E: CA, Prov. San Ignacio: E. Rodríguez 1974(HAO, HUT, MO, USM); J. Campos & P. López 4945 (MO). Colombia, Ecuador.

ORCHIDACEAE

Nota: Tomado de Rodríguez et al. (2006). Las colecciones de G. Calatayud han sido depositadas sólo en CUZ y USM.

46. *Brachionidium ephemerum* Luer

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 714. Ecuador (Tipo).

47. *Catasetum imperiale* L. Linden & Cogn.

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 836; G. Calatayud 916.

48. †*Crocodelanthe salpingantha* (Luer & Hirtz) Luer

S: †*Pleurothallis salpingantha* Luer & Hirtz, *Stelis salpingantha* (Luer & Hirtz) Pridgeon & M.W. Chase

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 440. Ecuador (Tipo).

49. *Cranichis polyantha* Schltr.

S: *Cranichis calva* var. *vargasii* C. Schweinf., *C. polyantha* var. *caquetaensis* Renz

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 398, 443. Ecuador.

Nota: En Brako & Zarucchi (1993) como no conocida de Perú.

50. *Dichaea dammeriana* Kraenzl.

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 307, 333. Costa Rica, Nicaragua, Panamá, Ecuador.

51. *Dichaea histrio* Rchb. F.

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 391. Colombia, Ecuador.

52. *Dichaea swartzii* (C. Schweinf.) Garay & H. R. Sweet

B: *Dichaea pendula* (Aublet) Cogniaux var. *swartzii* C. Schweinf.

S: *Cymbidium echinocarpon* (Sw.) Willd.; *Epidendrum echinocarpon* Sw.

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 317. Colombia, Colombia, Venezuela.

53. *Dryadella minuscula* Luer & R. Escobar

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 552. Colombia.

54. *Elleanthus ampliflorus* Schltr.

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 274, 461. Ecuador.

55. *Elleanthus blatteus* Garay

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 578, 628. Ecuador (Tipo).

56. *Epidendrum secundum* Jacq.

S: *Epidendrum elongatum* Jacq.; *Amphiglottis secunda* (Jacq.) Salisb.

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 452, 568, 637, 670, 671, 672, 739, 813, 824, 834, 842; E. Rodríguez 1844. AM, HU, JU, LO, PA, PI, SM, TU. Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Venezuela.

57. **Epidendrum stenocalymnum* Hágsater & Calatayud, Icon. Orchid. (Mexico) 7(4): t. 790. 2004

E: CA, Prov. San Ignacio: J. Campos et al. 5538 (Holótipo: USM; Isótipo: AMO); G. Calatayud et al. 279; G. Calatayud et al. 658; Díaz et al. 10470; E. Rodríguez et al. 3080 (HUT, MO, USM). Perú. Endémica.

58. *Exalaria parviflora* (Presl) Garay & G.A. Romero

B: *Ophrys parviflora* Presl

S: †*Cranichis fertilis* (Lehman & Kraezl.) Schlechter

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 556, 575. HU, SM.

59. *Gomphichis adnata* (Ridl.) Schltr.

B: *Stenoptera adnata* Ridl.

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 271, 717. Colombia.

60. *Gongora gracilis* Jenny

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 688. Ecuador (Tipo).

61. *Lepanthes erepsis* Luer & Hirtz

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 258, 768. Ecuador (Tipo).

62. *Masdevallia odontopetala* Luer

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 595, 631, 675, 729. Ecuador (Tipo).

63. *Maxillaria brevifolia* (Lindl.) Rchb. f.

B: *Camaridium brevifolium* Lindl.

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 418, 763. PA. Bolivia, Ecuador, Colombia.

64. *Maxillaria guareimensis* Rchb.f.

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 235. Bolivia, Ecuador, Venezuela (Tipo).

65. *Maxillaria ochracea* (Rchb. f.) Garay

S: *Ornithidium ochraceum* Rchb.f.

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud, et al. 906.

66. *Maxillaria pachyneura* F. Lehm. & Kraenzl.

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 666, 682, 734, 765, 786. Ecuador (Tipo).

67. *Maxillaria stenophylla* Rchb. f.

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 410. Bolivia, Colombia, Ecuador, Venezuela (Tipo).

68. *Octomeria callosa* Luer

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 280, 652. Ecuador (Tipo).

69. *Oncidium abortivum* Rchb. f.

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 584, 645. Colombia (Tipo), Ecuador.

70. *Pleurothallis alveolata* Luer

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 693. Ecuador (Tipo).

71. *Pleurothallis brachiata* Luer

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 564, 599, 619. Ecuador (Tipo).

72. *Pleurothallis cardiantha* Rchb. f.

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 344, 563, 686, 724, 778. Ecuador, Venezuela.

73. *Pleurothallis cardiostola* Rchb.f.

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 373. Ecuador.

Nota: En Brako & Zarucchi (1993) está como no reconfirmado para Perú.

74. *Pleurothallis cernua* Luer

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 253. Ecuador (Tipo).

75. *Pleurothallis cordifolia* Richb.f. & Wagnen

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 345, 370, 372, 422, 444. Colombia, Ecuador, Venezuela (Tipo).

76. *Pleurothallis lemniscifolia* Luer

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 350, 352, 402. Ecuador (Tipo).

77. *Pleurothallis lilijae* Foldats

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 249. Ecuador, Venezuela (Tipo).

78. *Pleurothallis stenosepala* Rolfe

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 346, 364, 394, 598. Ecuador.

79. *Pleurothallis phyllocardioides* Schltr.

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 251, 566, 597. CU, HU. Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador (Tipo), Panamá.

80. ‡*Prosthechea aemula* (Lindl.) W.E. Higgins

B: *Epidendrum aemulum* Lindl.

S: †*Encyclia aemula* (Lindl.) Carnevali & I. Ramírez, *Encyclia fragans* subsp. *aemula* (Lindl.) Dressler, *Epidendrum fragans* var. *aemulum* (Lindl.) Barbosa Rodr., *Epidendrum lineatum* Salisb.

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 668; J. Campos et al. 4142. AM, HU, LO. Ecuador, Panamá.

81. ‡*Prosthechea hartwegii* (Lindl.) W.E. Higgins

B: *Epidendrum hartwegii* Lindl.

S: †*Encyclia hartwegii* (Lindl.) Vásquez & Dodson

E: CA, Prov. San Ignacio: G. Calatayud et al. 573. CU, JU. Ecuador.

82. ‡*Prosthechea pygmaea* (Hook.) W.E. Higgins

B: *Epidendrum pygmaeum* Hook.

S: † *Encyclia pygmaea* (Hook.) Dressler

E: CA, Prov. San Ignacio: *G. Calatayud et al* 560, 593. Colombia, Ecuador, Mesoamérica.

83. *Scaphyglottis bicornis* (Lindl.) Garay

B: *Hexadesmia bicornis* Lindl.

S: *Hexisea bicornis* (Lindl.) Dressler

E: CA, Prov. San Ignacio: *G. Calatayud et al.* 250, 445. Colombia, Ecuador, Venezuela.

84. *Specklinia fornicata* (Luer) Luer

B: *Pleurothallis fornicata* Luer

S: *Stelis fornicata* (Luer) Pridgeon & M.W. Chase

E: CA, Prov. San Ignacio: *G. Calatayud et al.* 585, 601, 730, 896. AM. Ecuador (Tipo del Basónimo).

85. *Stelis pichincha* Dodson & Garay

E: CA, Prov. San Ignacio: *G. Calatayud et al* 273, 332. Ecuador (Tipo).

86. *Stelis spathulata* Poepp. & Endl.

E: CA, Prov. San Ignacio: *G. Calatayud* 777. Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Venezuela.

87. *Trichosalpinx apoda* (Garay & Dunst.) Luer

B: *Pleurothallis apoda* Garay & Dunst.

E: CA, Prov. San Ignacio: *G. Calatayud et al.* 769. Ecuador, Venezuela (Tipo del Basónimo).

88. *Trichosalpinx chaetoglossa* (Luer) Luer

B: *Pleurothallis chaetoglossa* Luer

E: CA, Prov. San Ignacio: *G. Calatayud et al.* 747. Ecuador (Tipo del Basónimo).

POACEAE

89. *Setaria sphacelata* (Schumach.) M.B. Moss ex Stapf & C.E. Hubb

B: *Panicum sphacelatum* Schumach.

E: CA, Prov. San Ignacio: *J. Campos & W. Vargas* 3905; *S. Flores & E. Delgado* 219. Bolivia, Ecuador, Costa Rica, México. África & Madagascar.

PROTEACEAE

90. *Panopsis perijensis* Steyerem. ex K. S. Edwards

E: CA, Prov. San Ignacio: *J. Campos et al.* 5886, 5962; *C. Díaz & S. Fernández* 10197. Colombia, Ecuador, Venezuela (Tipo).

RUBIACEAE

91. *Ladenbergia chapadensis* S. Moore

E: CA, Prov. San Ignacio: *J. Campos & Z. García* 3956A. Brasil (Tipo).

92. *Psychotria cuspidata* Bredem. ex Roem. & Schult.

E: CA, Prov. San Ignacio: *R. Vásquez et al.* 26684; *J. Campos & S. Núñez* 4597. AM, LO, PA. Ecuador, Colombia, Venezuela (Tipo).

RUTACEAE

93. *Zanthoxylum quinduense* Tul.

S: *Fagara quinduense* (Tul.) Engl., *Fagara macrosperma* (Tul.) Engl., *Zanthoxylum macrospermum* Tul.

E: CA, Prov. San Ignacio: *R. Vásquez et al.* 20172; *C. Díaz & A. Torres* 7824. AM, LO, PI. Colombia (Tipo), Ecuador, Venezuela.

SOLANACEAE

94. **Larnax* sp.nov. ined. E. Rodr. & S. Leiva

E: CA, Prov. San Ignacio: *E. Rodríguez et al.* 2780 (Holótipo: HUT)

95. **Larnax* sp.nov. ined. E. Rodr. & S. Leiva

E: CA, Prov. San Ignacio: *E. Rodríguez et al.* 2888 (Holótipo: HUT)

VISCACEAE

96. *Dendrophthora luerii* Kuijt

E: CA, Prov. San Ignacio: *J. Campos et al.* 5569. AM. Colombia, Ecuador (Tipo).

ZINGIBERACEAE

97. *Renalmia fragilis* Maas

E: CA, Prov. San Ignacio: *E. Rodríguez* 689. LO. Colombia, Ecuador (Tipo).

Estado Actual de Conservación:

En 1998 con el tratado de Paz entre el Perú y Ecuador se establecieron los límites exactos de la frontera internacional en la región de la Cordillera del Cóndor, después de 160 años de conflicto fronterizo. Luego de firmado el tratado, la propuesta de incorporación del territorio al Sistema de Áreas Protegidas por ambos gobiernos sólo ha sido lograda en parte de su extensión. Acciones efectivas para la conservación de la región son urgentes y prioritarias.

Las iniciativas bi-nacionales de conservación entre los gobiernos de Perú y Ecuador, así como de la población nativa Aguaruna y Shuar cuyo territorio ancestral abarca la región entera, están en marcha. Sin embargo, se evidencia que los progresos son aislados, lentos, aunque a nivel local parecen estar funcionando mejor. En Ecuador, tres nuevas áreas protegidas dentro del Cóndor fueron declaradas por el Ministerio del Ambiente el año 2006. En Perú se han establecido dos áreas protegidas, las cuales se ubican en la región del Cóndor dentro de la "Zona Reservada Santiago-Comaina (S-C)", (Provincia Condorcanqui, Departamento Amazonas). Esta Zona Reservada fue provisionalmente creada el 21 de enero de 1999 (D.S. N° 005-99-AG) con 863, 277 ha, siendo ampliada a 1'642,576 ha en el año 2000, incluyendo toda la cuenca del Río Cenepa, y la parte peruana del Río Santiago y Nieva. Sin embargo, estas dos áreas protegidas no abarcan toda la extensión de la Cordillera del Cóndor en el lado peruano. Se plantea que en un futuro cercano, la conservación en la parte peruana debe involucrar un plan integral en toda su extensión.

Aunque, algunas partes han sido deforestadas para la ampliación de la frontera agrícola (e.g.: pasturas para ganado), sobre todo en el bosque alto, el área central de la región constituida por las mesetas de arenisca y vegetación esclerófila está en gran parte intacta. Sin embargo, la degradación ambiental y la pérdida de hábitat que resultan de la explotación minera en gran escala es una amenaza inminente, dado que las formaciones ígneas del Cóndor son ricas en minerales, particularmente en oro y cobre, constituyéndose esta actividad en uno de los más grandes desafíos para los planes de conservación.

Finalmente, se mencionará la importancia de los endemismos, aun en categorización (*León et al.*, en prensa), y su inminente amenaza por pérdida de hábitat a consecuencia de la deforestación con fines de ampliar la frontera agrícola, la expansión rural y por la actividad minera. Así mismo, una familia de gran interés es el de las orquídeas que se hallan representadas en la Zona Reservada Santiago-Comaina (Cenepa, Río Santiago y Nieva), esas mismas amenazas en la zona comprometen a sus poblaciones si el estado no implanta políticas de mayor cuidado y supervisión del cumplimiento de la Ley.

CONCLUSIONES

- El catálogo preliminar de la Flora para la Cordillera del Cóndor en el lado peruano presenta 167 familias, 694 géneros y 1382 especies.
- Se enfatiza que a partir de la publicación de Ulloa Ulloa y col. (2004) y Smith y col. (2005), existen 7 especies nuevas, 4 cambios taxonómicos y 86 registros nuevos para el país.
- Se plantea que la conservación en la parte peruana debe involucrar un plan integral en toda su extensión.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los directores y curadores de los herbarios F, HAO, HUT, LOJA, MO, QCNE, USM por el apoyo en la realización del trabajo. A *John D. and Catherine T. Mac Arthur Foundation* y *National Science Foundation (NSF)* por el soporte del Proyecto Flora del Perú y Proyecto Binacional «Inventario Botánico de la Región de la Cordillera del Cóndor, Ecuador y Perú, 2005-2007» respectivamente, al *Missouri Botanical Garden (MO)* y al *Herbarium Truxillense (HUT)* instituciones cooperantes, y al *Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA, Autorización N° 013 C/C-2005-INRENA-IANP)*. Un especial agradecimiento a M.O. Dillon (F), C. M. Taylor (MO), J. Kuijt (LEA), A. Hofreiter (MSB), J. Grant (NEU), L.E. Skog (US), C.C. Berg (BG), G.C. Tucker, G. Davidse (MO), H. Luther (SEL), P. Fryxell (TEX), C. Luer (MO), E. Hágsater (AMO), E. Christenson, D. Bennet, G. Calatayud (CUZ), M. Alford, A. Chanderbali (MO), S. Leiva (HAO), M. Zapata (HAO), C. Benítez (MY), C. Cristóbal (CETES) y J. Solomon (MO) por su magnífica ayuda científica. A los organizadores del XI Congreso Nacional de Botánica (XI CONABOT), Puno, Perú (18-21 de setiembre del 2006), por permitir su divulgación en este bien documentado evento. También, agradecemos sinceramente a los colectores y asistentes de campo 1995-2006 y a todos aquellos anónimos que colaboraron y siguen colaborando en la ejecución general del Proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, A. B.** 1981. White-sand vegetation of Brazilian Amazonia. *Biotropica* 13(3): 199-210.
- Beltran, H.; R. Foster & A. Galán de Mera.** 1999. Nuevas adiciones a la Flora del Perú. *Candollea* 54(1): 57-64.
- Beltrán, H. & A. Galán de Mera.** 2001. Nuevas adiciones a la Flora del Perú, II. *Arnaldoa*. 8(2): 63-66.
- Berry, P.E.; O. Huber & B.K. Holst.** 1995. Phytogeography of the Guayana Region. Pp. 170-192 *In* Steyermark, J.A., P.E. Berry & B.K. Holst (editors). *Flora of the Venezuelan Guayana*. Vol. 1: Introduction. *Missouri Botanical Garden, St. Louis*.
- Brako, L. & J. Zarucchi.** 1993. Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Garden*. Vol 45.
- Dinerstein, E.; D. M. Olson; D. J. Graham; A. L. Webster; S. A. Pimm ; M. P. Bookbinder & G. Ledec.** 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. *The World Bank/World Wildlife Fund, Washington, D.C.*
- Duivenvoorden, J.F. & J.M. Lips.** 1995. A land ecological study of soils, vegetation and plant diversity in Colombian Amazonia. *Tropenbos Series 12*. The Tropenbos Foundation, Wageningen, Netherlands.
- Farjon, A.** 2001. *World Checkl. Bibliogr. Conif. Second Edition*. 309 p.
- Foster, R. & H. Beltrán.** 1997. Vegetación y Flora de la Cordillera del Cóndor. *En CI - RAP Working Papers Seven*. Pp. 45-56.
- Gil-Rodríguez, W.; P. Baby & J.F. Ballard.** 2001. Structure et contrôle paléogéographie de las zone subandine péruvienne. *Comptes rendus Acad. sciences. Sér. II, Scienc. terre et des planètes* 333: 741-748.
- Holmgren, P.; N. H. Holmgren & L. C. Barnett.** 1990. *Index Herbariorum. Part I, The Herbaria of the world, 8th edition*. New York Botanical Garden. New York, NY, U.S.A.
- Neill, D.A.** 1999. Introduction: Geography, Geology, Paleoclimates, Climates and Vegetation of Ecuador. Pp. 2-25 *In* P.M. Jorgensen & S. León-Yáñez (editors). *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador*. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 75: 1-1181.
- Neill, D. A.** 2003. Flora de la Cordillera del Cóndor: Endemismo, contexto regional y relaciones fitogeográficas con los Altos de Guyana. Libro de Resúmenes del II Congreso de Conservación de la Biodiversidad en los Andes y la Amazonía y II Congreso Ecuatoriano de Botánica. Pág. 32.
- Neill, D.A.** 2005. Cordillera del Cóndor: Botanical treasures between the Andes and the Amazon. *Plant Talk* 41: 17-21.
- Rodríguez, E. & R. Rojas.** 2002. *El Herbario: Administración y Manejo de Colecciones Botánicas*. Edit. por R. Vásquez M., *Missouri Botanical Garden, St. Louis, U.S.A.*
- Rodríguez, E.; R. Vásquez; R. Rojas & J. Campos.** 2004. Nuevas Adiciones de Angiospermas a la Flora Peruana procedente de la Provincia de San Ignacio, Dpto. Cajamarca. *En Libro de Resúmenes del X Congreso Nacional de Botánica, 2 - 5 Mayo 2004, Trujillo - Perú*. Pág. 157.
- Rodríguez, E.; R. Vásquez; R. Rojas; B. León; G. Calatayud & J. Campos.** 2006a. Nuevas Adiciones de Angiospermas a la Flora del Perú. *Rev. peru. biol.* 13(1): 129-138.
- Rodríguez, E.; S. Arroyo; V. Medina; D. Neill; R. Vásquez; R. Rojas & J. Campos.** 2006b. Nuevas Adiciones de Angiospermas a la Flora del Perú procedentes de la Cordillera del Cóndor y Áreas Adyacentes. *Arnaldoa*. 13 (2): 318-322.

- Schulenberg, T.S. & K. Awbrey (editors).** 1997. The Cordillera del Cóndor region of Ecuador and Peru: A biological assessment. RAP Working Papers 7: 1-231.
- Smith, A.R.; B. León; H. Tuomisto; H. van der Werff; R.C. Moran; M. Lehnert & M. Kessler.** 2005. New records of Pteridophytes for the Flora of Peru. *Sida* 21(4): 2321-2342.
- Ulloa Ulloa, C.; J. L. Zarucchi & B. León.** 2004. Diez años de adiciones a la Flora del Perú: 1993-2003. *Arnaldoa* (Edic. Esp. Nov. 2004): 1-242.
- Ulloa Ulloa, C. & D.A. Neill.** 2006. *Phainantha shuariorum* (Melastomataceae), una Especie Nueva de la Cordillera del Cóndor, Ecuador, Disyunta de un Género Guayanés. *Novon* 16(2): 281-285.
- Vicuña, E. & J. Mostacero.** 2003. Notas sobre Podocarpaceas de cuatro Bosques Montanos de la Provincia de San Ignacio-Cajamarca, Perú. *Arnaldoa* 10(1): 19-44.
- Weigend, M.** 2002. Observations on the Biogeography of the Amotape-Huancabamba Zone in Northern Peru. In: K. Young et al., Plant Evolution and Endemism in Andean South America. *Bot. Review* 68(1): 38-54.
- Weigend, M.** 2004. Additional observations on the biogeography of the Amotape-Huancabamba zone in Northern Peru: Defining the South-Eastern limits. *Rev. per. biol.* 11(2): 127-134.

ESTUDIO ETNOMICOLÓGICO DE LA MICROBIOTA COMESTIBLE EN DOS COMUNIDADES NATIVAS DE LA CUENCA ALTO MADRE DE DIOS, RESERVA BIÓSFERA DEL MANU

ETNOMICOLÓGICO STUDY OF EDIBLE MYCOBIOTA TWO NATIVE COMMUNITIES OF THE ALTO MADRE DE DIOS BASIN, MANU BIOSPHERE RESERVE

Catherine Dávila-Arenas^{1,2}, Liduvina Sulca-Quispe², Magdalena Pavlich-Herrera³

¹Escuela Académico Profesional de Biología Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna. E-mail: katycits@hotmail.com

²Manu Learning Centre, Fundo Mascoitania, Manu, Madre de Dios.

³Laboratorio de Cultivo de Tejidos *In Vitro*, Facultad de Ciencias y Filosofía Alberto Cazorla Talleri, Universidad Peruana Cayetano Heredia de Lima.

RESUMEN

El Perú tiene aún exiguos registros de hongos reconocidos y utilizados por las comunidades nativas de la amazonía peruana, a pesar de que cuenta con una gran diversidad biológica y cultural que puede aprovecharse de forma sostenible a partir del conocimiento tradicional de los organismos que mantienen estos pueblos. El objetivo del estudio fue determinar la micobiota comestible en las comunidades nativas Palotoa-teparo y Shipetiari ubicadas en la cuenca Alto Madre de Dios en la zona cultural de la Reserva Biósfera del Manu. Entre julio y octubre del año 2009 se aplicaron entrevistas semi-estructuradas a 74 comuneros de la etnia Machiguenga para indagar acerca del uso comestible de especies fúngicas, utilizando cartillas fotográficas y la observación participativa. Los entrevistados se eligieron bajo el muestreo no probabilístico tipo bola de nieve. Se identificaron diez especies de hongos de uso comestible tradicional: *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn, *Pleurotus concavus* (Berk.) Singer, *Pleurotus* sp (Pleurotaceae), *Oudemansiella canarii* (Jungh.) Höhn (Physalacriaceae), *Schizophyllum commune* (Fr.) Fr. (Schizophyllaceae) y *Favolus brasiliensis* (Fr.) Fr., *Panus badius* Berk., *Polyporus tenuiculus* (P. Beauv.) Fr., *Polyporus* sp (Polyporaceae). Las comunidades han desarrollado sistemas empíricos de clasificación y muestran un instinto taxonómico para nombrar los hongos. Asimismo, practican su colección esporádicamente como parte de una actividad de subsistencia tradicional de reemplazo cuando hay escasez de alimento, los cuales son consumidos siempre cocinados en patarashca, guisos y sopas.

Palabras clave: Micobiota, comestibles, Machiguenga, conocimiento tradicional.

ABSTRACT

Peru don't have enough information about mushrooms that are recognized and used by Peruvian Amazon people, if that place has a great biological and cultural diversity that could be used to support their environment using their traditional knowledge about organisms that lands maintain through the time. The research's objective was determining the edible mushrooms in the native communities Palotoa-teparo and Shintuya from Alto Madre de Dios River, at Manu Reserve Biosphere's cultural zone. Seventy-four interviews were done to residents of Machiguenga ethnic group between July and October 2009 to know about the edible use of mushrooms. Plates and pictures were used to identifying of the organisms. The interviewed people were choosed with Snowball sampling. Ten edible mushrooms species were identifying: *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn, *Pleurotus concavus* (Berk.) Singer, *Pleurotus* sp (Pleurotaceae), *Oudemansiella canarii* (Jungh.) Höhn (Physalacriaceae), *Schizophyllum commune* (Fr.) Fr. (Schizophyllaceae) y *Favolus brasiliensis* (Fr.) Fr., *Panus badius* Berk., *Polyporus tenuiculus* (P. Beauv.) Fr., *Polyporus* sp (Polyporaceae). Communities have already developed empiric systems to classifying mushrooms that show a taxonomic instinct to appoint them. Also those people practice the recollection sometimes like a traditional subsistence practice to substitute other foods when they are limited. Mushrooms are eaten always cooked in patarashca, stew and soups.

Key words: Edible mushrooms, Machiguenga, traditional knowledge

Recibido: Julio 2012

Aceptado: Octubre 2012

INTRODUCCIÓN

En los territorios de la región Madre de Dios y en especial de la Reserva Biósfera del Manu, pese a tener una gran riqueza fúngica (Gazis, 2005), se ha estudiado escasamente la micobiota de la zona, debido a lo difícil y especializado de su colección y conservación (Pavlich, 1976; Rodríguez & Rodríguez, 1998).

La región amazónica también alberga una gran diversidad cultural, representada por comunidades nativas, mestizas y colonas. Cada uno de estos grupos, sobretodo los nativos han transitado por procesos históricos particulares, que ha generado en ellos percepciones del ambiente y manifestaciones culturales diversas (CNUDMA, 1992).

El factor biodiversidad y la diversidad cultural han desencadenado que los grupos humanos que habitan la amazonía peruana hayan constituido desde sus inicios concepciones diferentes de la naturaleza, así como diferentes formas de usarla y manejarla, producto de su cotidiana interacción con el medio desde tiempos remotos.

En el Perú existen trabajos que han abordado ciertos aspectos de la relación entre comunidades rurales y hongos (Door, C. & J. Abad, 1990; Franquemont y col., 1990; Rodríguez & Rodríguez, 1998; Pavlich, 2001). Sin embargo, el cómo los pueblos habitantes de la amazonía se relacionan con los hongos de su entorno, su conocimiento micológico tradicional así como los usos que les dan a estos organismos, son fenómenos a los que se les ha prestado atención insuficiente. Rodríguez & Rodríguez (1998) y Pavlich (2001) reportaron aspectos relacionados con los hábitats, clasificación tradicional y descripciones morfológicas de los hongos en varias comunidades rurales e indígenas de las regiones sierra y selva del país.

En el presente estudio se plantea determinar la micobiota comestible en las comunidades nativas Palotoa-teparo y Shipetiari ubicadas en la cuenca Alto Madre de Dios en la zona cultural de la Reserva Biósfera del Manu, así como la descripción y análisis de algunos aspectos relativos al proceso de su recolección y preparación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio:

El trabajo se llevó a cabo en las comunidades nativas Shipetiari y Palotoa teparo, ubicadas a orillas de los ríos Alto Madre de Dios y Palotoa, respectivamente en la zona cultural de la Reserva Biósfera del Manu en la región Madre de Dios (Fig. 1). El clima es cálido-húmedo con lluvias abundantes entre octubre y marzo cuyas precipitaciones anuales superan los 1000 mm³. La vegetación original predominante es la selva tropical húmeda que se distribuye en altitudes bajo los 600 msnm. Ambas comunidades están conformadas por nativos de la etnia Machiguenga en su mayoría, aunque también se registró la presencia de colonos y mestizos. Los habitantes de estas comunidades conservan varias de sus actividades de subsistencia tradicional, sin embargo, desde hace algunos años vienen desarrollando actividades extractivas, comerciales y turísticas que les proporcionan ingresos monetarios importantes (Tabla 1).

Shipetiari se localiza en la margen izquierda del río Alto Madre de Dios entre los 380-550 m, la comunidad se estableció en los años 80' con familias procedentes de los ríos Pinquén, Palotoa y de comunidades nativas de la cuenca del Urubamba, la comunidad cuenta con 32 familias y 135 habitantes aproximadamente.

Palotoa teparo está ubicada aguas arriba del río Palotoa entre los entre los 530-650m, la comunidad se conformó en el río Palotoa desde 1970 con familias de los ríos Shintuya, el Bajo Urubamba, Camisea y Manu. Limitan con la zona núcleo del Parque Nacional del Manu, la comunidad cuenta con 85 habitantes repartidos en 20 familias aproximadamente.

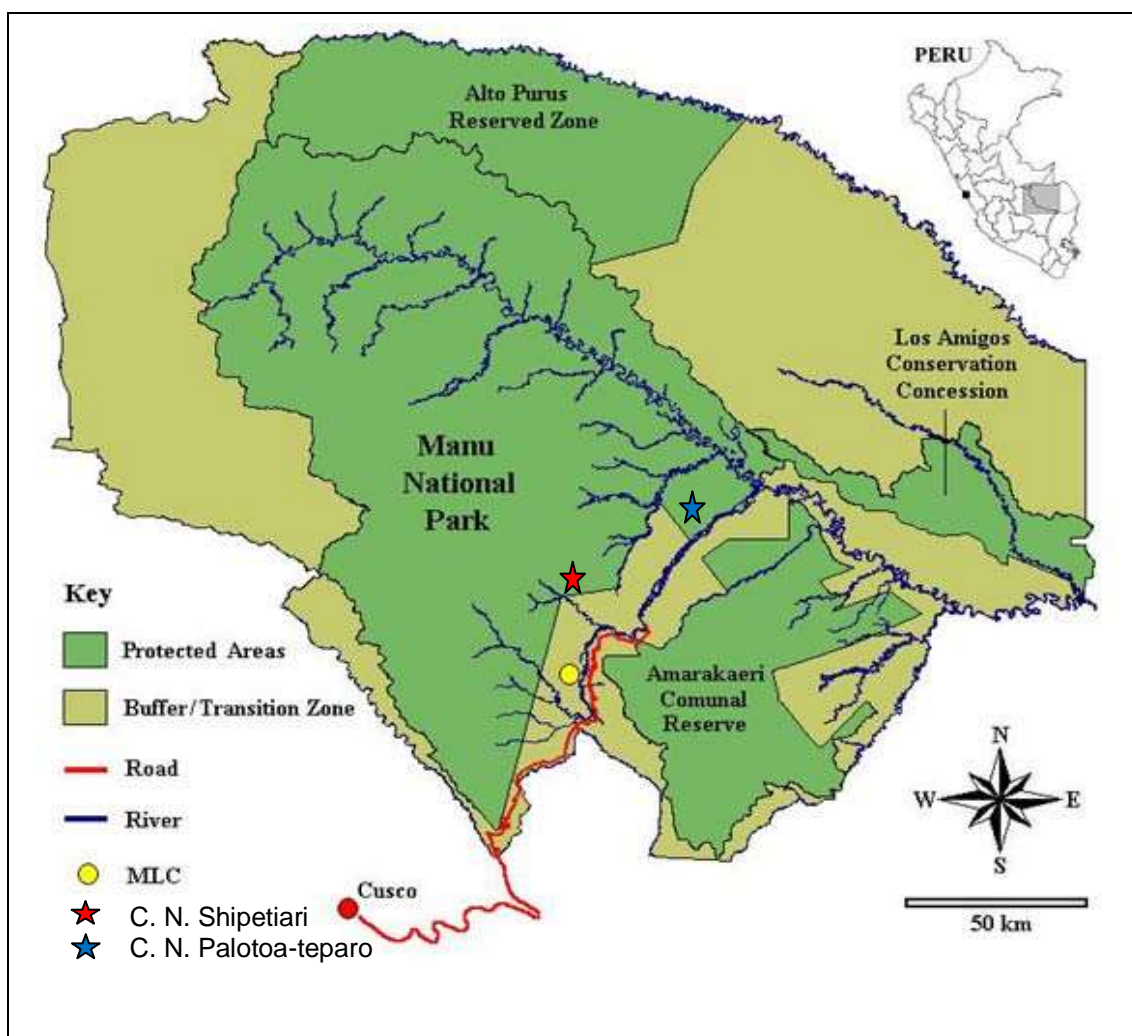


Fig. 1. Ubicación geográfica de las comunidades nativas visitadas.

Tabla 1. Datos demográficos de las Comunidades nativas Shipetiari y Palotoa-teparo.

Comunidad	Pueblo indígena	Lugar	Población	Tipo de población (%)	Actividades de subsistencia	Vivienda
SHIPETIARI	Matsigenka	Río Alto Madre de Dios	135	Predominantemente nativa	Agricultura, caza, pesca, extracción maderera, turismo, recolección	Madera, techos de hojas
PALOTEA TEPARO	Matsigenka	Río Palotoa	85	Predominantemente nativa	Agricultura, caza, pesca, recolección, turismo	Madera, techos de hojas

Fuente: Comunicaciones personales con los Jefes de cada comunidad.

Trabajo Etnomicológico:

En cada comunidad se realizaron de dos a tres estancias durante los meses de julio-octubre del año 2009. Se aplicaron 74 entrevistas semi-estructuradas (ver Tabla 2) con la ayuda de cartillas fotográficas de los hongos de la zona y mediante el método de observación participante se llevaron a cabo recorridos en compañía de informantes que fueran reconocidos por su pueblo como poseedores de un mayor conocimiento de los elementos silvestres de su medio, escogidos bajo el muestreo no probabilístico de tipo Bola de nieve (Azorín, 1990). La información generada a partir de la entrevistas fue registrada en un diario de campo para posteriormente sistematizarla en una base de datos etnomicológica por fichas temáticas.

Los ejemplares fueron fotografiados, descritos morfológicamente y preservados para su posterior identificación de acuerdo a las técnicas sugeridas por Mata y col (1999) y Largent & Stuntz (1977). La determinación taxonómica del material fue realizada en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos *In Vitro* de la Facultad de Ciencias y Filosofía Alberto Cazorla Talleri en la Universidad Peruana Cayetano Heredia de Lima, siguiendo los procedimientos convencionales de observación de estructuras al estereoscopio y microscopio, reacciones macroquímicas así como el uso de claves y descripciones especializadas en hongos macroscópicos (Pavlich, 1976; Singer, 1962; Dennis, 1970; Ryvarde, 1991). El material herborizado fue depositado en el Herbario Truxillense de la Universidad Nacional de Trujillo (HUT).

Tabla 2. Guía de preguntas para las entrevistas semiestructuradas*

Hongos comestibles. ¿Cuál es el hongo que le gusta más? ¿Cómo prepara los hongos? ¿Siempre los colecta, los intercambia o vende?
Nomenclatura. ¿Cómo llama a los hongos que conoce? ¿En su dialecto? ¿Por qué los llama así?
Principales usos. ¿Cuáles de los hongos que reconoce se pueden comer? ¿Con cuáles se puede curar? ¿Le enseña a sus hijos acerca de los usos y nombres?

Fuente: Elaboración propia

*Las preguntas no se realizaron de manera textual, sino que el lenguaje y las palabras se adaptaron según el contexto, circunstancias, tiempo y entrevistado.

RESULTADOS

Especies comestibles:

Los habitantes entrevistados de Shipetiari, de acuerdo a su perspectiva local consumen cinco diferentes tipos de hongos que comprenden a ocho especies bajo la perspectiva científica, mientras que los entrevistados de la comunidad Palotoa teparo reconocen a cinco hongos (perspectiva local) que corresponden a seis especies bajo la perspectiva científica (ver Tabla 3). Todos los hongos guardan similitud en cuanto a su naturaleza lignícola y su presencia permanente en las chacras y purmas de las comunidades nativas estudiadas durante épocas húmedas. *Favolus brasiliensis* es el hongo que ha sido más veces citado durante las entrevistas, seguido por las especies de *Pleurotus*. Menor importancia culinaria se les otorgó a *O. canarij*, *P. badius* y *S. commune*.

En total se identificaron diez especies de hongos (Figura 2):

PHYSALACRIACEAE

Oudemansiella canarii (Jungh.) Höhn. Figura 2A

Material Examinado: C. Dávila A. 03 (50494-HUT).

PLEUROTACEAE

Pleurotus concavus (Berk.) Singer. Figura 2B

Material Examinado: C. Dávila A. 08 (50520-HUT)

Pleurotus djamor (Rumph. ex Fr.) Boedijn. Figura 2C

Material Examinado: C. Dávila A. s.n.

Pleurotus ostreatus (Jacq.) P. Kumm. Figura 2D

Material Examinado: C. Dávila A. 06 (50496-HUT)

Pleurotus sp. Figura 2E

Material Examinado: C. Dávila A. 05 (50503-HUT)

POLYPORACEAE

Favolus brasiliensis (Fr.) Fr. Figura 2F

Material Examinado: C. Dávila A. 04 (50495-HUT)

Panus badius Berk. Figura 2G

Material Examinado: C. Dávila A.11 (50499-HUT)

Polyporus tenuiculus (P. Beauv.) Fr. Figura 2H

Material Examinado: C. Dávila A. 14 (50502-HUT)

Polyporus sp. Figura 2I

Material Examinado: C. Dávila A. 07 (50504-HUT)

SCHIZOPHYLLACEAE

Schizophyllum commune (Fr.) Fr. Figura 2J

Material Examinado: C. Dávila A. 12 (50500-HUT)

Nomenclatura y taxonomía tradicional:

Para identificar los hongos comestibles, el tipo de sustrato sobre el cual se desarrolla el hongo es la característica principal. Los entrevistados manifestaron que siempre se consumen hongos que fructifiquen en troncos de madera, caída o parada. Otro punto importante es la presencia de larvas sobre en los cuerpos fructíferos, los cuales les sirven como indicadores para saber qué hongos son potencialmente comestibles.

Con respecto a los criterios de clasificación que se han registrado, el más importante es la consistencia del hongo, aunque también tienen en cuenta otros caracteres morfológicos (como la presencia de estípites y forma del carpóforo). De acuerdo a esto, han nombrado a los diferentes tipos de hongos, la terminación "igémpita" está referida a la forma del cuerpo fructífero que toman los hongos tipo "oreja" y el nombre "kviteviro" es la denominación común para aquellos hongos que presentan estípites diferenciados. Sin embargo, aquellos hongos que se han consumido

tradicionalmente han ido tomando nombres propios que no siguen una estructura semántica correlativa entre sí (ver Tabla 3).

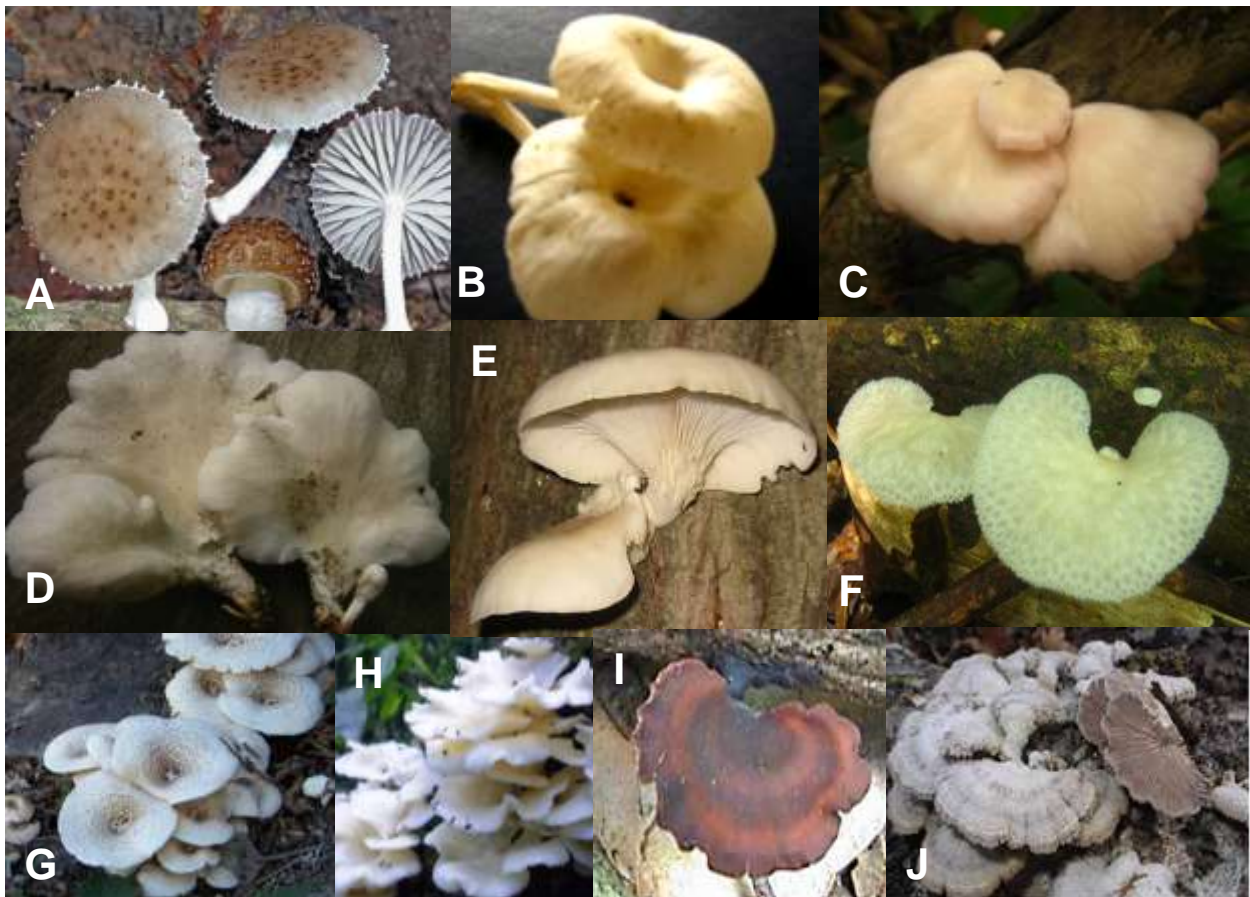


Fig. 2. A. *Oudemansiella canarii*; B. *Pleurotus concavus*; C. *Pleurotus djamor*; D. *Pleurotus ostreatus*; E. *Pleurotus* sp.; F. *Favolus brasiliensis*; G. *Panus badius*; H. *Polyporus tenuiculus*; I. *Polyporus* sp.; J. *Schizophyllum commune*.

Tabla 3. Especies de interés etnomicológico reconocidas en las Comunidades nativas de la Cuenca Alto Madre de Dios, Reserva Biósfera del Manu.

Especie	Shipetiari	Palotoa-teparo	Nombres locales
<i>Favolus brasiliensis</i>	+++	+++	"Kaevi", "oreja comestible"
<i>Oudemansiella canarii</i>	-	++	"Tsorero", "flemoso al cocinar"
<i>Panus badius</i>	-	+	Tsigevi
<i>Pleurotus concavus</i>	++	+++	Kviteviro
<i>Pleurotus djamor</i>	++	++	"Setipi", "Tontari", "doble oreja", "hongo grueso"
<i>Pleurotus ostreatus</i>	+++	+++	
<i>Pleurotus</i> sp.	++	-	
<i>Schizophyllum commune</i>	++	-	"Shitovi", "Shitoviro", "fibroso"
<i>Polyporus tenuiculus</i>	+++	-	"Kaevi", "oreja comestible"
<i>Polyporus</i> sp.	+++	-	

Símbolo "+" indica una estimación subjetiva de la apreciación de las especies fúngicas.
 Símbolo "-" indica que no se registró información sobre esa especie fúngica.

Fuente: Estudio etnomicológico.

Proceso de recolección y consumo:

El proceso que sigue la colecta de hongos es de carácter oportunista (limitado a la presencia de cuerpos fructíferos). En la gran mayoría de los casos, la colecta es exclusivamente para Autoconsumo, sin embargo, los comuneros (sobre todo mujeres) también los redistribuyen e intercambian entre sus vecinos y familiares. Este proceso se lleva a cabo irregularmente y que depende del trabajo de los comuneros en sus chacras y su disponibilidad de tiempo, es una práctica que se da con mayor frecuencia durante las faenas familiares.

Según los entrevistados, la recolección de frutos del bosque, y de hongos en particular, es un hábito que en la actualidad se realiza con menos frecuencia que antes. Sin embargo, ellos han señalado algunas de las pautas que tienen en cuenta al colectar los hongos, tales como la madurez del hongo (se prefieren hongos que aún no esporulen), presencia de indicadores biológicos como las larvas de coleópteros, temporada húmeda o presencia de lluvias, escasez de otros alimentos (especialmente los cárnicos).

Existe una gran variedad de formas de preparación de los hongos comestibles. Aunque no se tienen muy claras las razones, se mencionó como una generalidad, que los hongos deben hervirse primero y nunca comerse crudos, ya que pueden ocasionarles daño. La forma de preparación depende de la cantidad de hongos, si son pocos como patarasca, pero si hay suficientes se pueden consumir fritos o hacer un guiso o caldo con ellos. La Patarasca se llama así a la cocción del alimento a la brasa directa, envuelto en una hoja de *Heliconia sp* (platanillo), se puede agregar un poco de sal, para darle más sabor a los hongos. Los guisos o salteados son una preparación más elaborada en la que se incluyen especias y hortalizas, puede estar acompañados de carnes y en los caldos se hierven los hongos con un poco de sal en agua de plátano, y se sirven acompañados de palmito y yuca.

Tabla 4. Especies de interés etnomicológico, usos y formas de preparación reconocidos en las Comunidades nativas de la Cuenca Alto Madre de Dios.

Especie	Preparación
<i>Favolus brasiliensis</i>	Patarasca, Frito con yuca, caldo acompañado de pescado
<i>Oudemansiella canarii</i>	Guisos
<i>Panus badius</i>	Patarasca y Guisos
<i>Pleurotus concavus</i>	Patarasca y sopas
<i>Pleurotus djamor</i>	Sopas y guisos
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Patarasca y sopas
<i>Pleurotus sp.</i>	Patarasca y sopas
<i>Schizophyllum commune</i>	Guisos
<i>Polyporus tenuiculus</i>	Patarasca, Frito con yuca, caldo acompañado de pescado
<i>Polyporus sp.</i>	Patarasca, Frito con yuca

Fuente: Estudio etnomicológico.

DISCUSIÓN

Sin duda, uno de los hongos silvestres comestibles más importantes en la zona de estudio al igual que en otros países tropicales es *Favolus brasiliensis*. Es el hongo que se reportó más veces durante las entrevistas y el que se busca recolectar con mayor frecuencia. Los comuneros señalan que su textura suave y buen sabor le convierten en una comida muy especial. Se prepara en patarascas, sopas, guisos e incluso fritos. Para el reconocimiento, los entrevistados observan el

himenio formado por poros hexagonales de buen tamaño y el color blanquecino característico. Ha sido registrado en la etnomicología de varios grupos amazónicos de Latinoamérica (Dennis, 1970; Zent y col., 2004; Fidalgo, 1979; Prance, 1984; Morales y col., 2001; Door & Abad, 1990; Pavlich, 2001; Ruan-Soto y col., 2004; Zent y col., 2004) particularmente por su uso comestible. Este hongo tiene una distribución neotropical y por su carácter polimórfico, es posible que tome otros nombres y existan sinonimias (Borgues Da Silveira, 2006). De acuerdo al dialecto Machiguengas es conocido como **kaevi**, éste término ha quedado documentado en los diccionarios Machiguenga del Instituto Lingüístico del Verano en Perú (Snell, 1998; Nies, 1986); donde se refieren a este nombre vernáculo para llamar a los hongos comestibles en general, esto demuestra la importancia de *F. brasiliensis* en la dieta de las etnias amazónicas como parte de su tradición colectora. Asociados a esta especie están *Polyporus tenuiculus*, *Pleurotus ostreatus* y *P. djamor*, que son confundidos muchas veces ya que guardan cierta similitud en cuanto a su forma y color.

P. ostreatus y *P. djamor* son consumidas con menor regularidad, los denominan **sepiti** o **tontari**. Su uso es preferido en la preparación de sopas con yuca y pescado, esto debido a que le presta un peculiar sabor a modo de "condimento" a esta comida. Para el cultivo de estos hongos se han diseñado una gran variedad de sustratos lignocelulósicos y agroindustriales, incluso en zona rurales (Velazco, 2004).

Oudemansiella canarii, cuya apariencia carnosa le convierte en un alimento contundente. Sin embargo, los comuneros señalaron que su consumo es irregular debido a la dificultad de su recolección (consistencia débil) y a su consistencia flemosa o espesa en las comidas no era muy apetecible; es por eso que le denominan **tsorero** que quiere decir flemoso. Es considerado también en otras zonas tropicales como un hongo comestible y se han llevado a cabo varios estudios en producción a escala sobre sustratos lignocelulósicos con resultados favorables (Pavlich, 2001). A esta especie también se le han atribuido propiedades antifúngicas, antitumorales y leishmanicidas y se espera poder aislar los compuestos activos para la terapéutica (Luiz y col., 2005).

Panus badius y *Pleurotus concavus* son especies de menor importancia para los entrevistados, ya que su consistencia fibrosa los hace poco apetecibles, les llaman **tsigevi** o **kviteviro**. Los comuneros prefieren cocinarlos en guisos acompañados de carne. Hay registros de consumo entre los indígenas de Brasil y Colombia (Prance, 1984; Goes-Neto & Bandeira, 2003; Vasco-P, 2002). Otro de los hongos comestibles cuya referencia de las entrevistas fue poco apoyada, es *Schizophyllum commune*, al llaman **shitovi** o **shitoviro**, y es quizá por su apariencia seca y consistencia fibrosa que restringen su consumo. Sin embargo, *S. commune* es una especie ampliamente reconocida en varias sociedades micófilas, sobre todo en Centroamérica (Mata y col., 1999; Olivo-Aranda & Herrera, 1994; Ruan-Soto y col., 2004; Ruan-Soto y col., 2006) y otras regiones tropicales del mundo (en Brasil, Prance, 1984; Guatemala Sommerkamp, 1990). También se ha estudiado su actividad antibiótica y antitumoral con grandes resultados, además, se han hecho exploraciones genéticas, ya que es una especie de fácil manipulación en laboratorio (Olivo-Aranda, 1994 cita a [Muñoz & Dudovoy, 1979]).

En general, los hongos consumidos en las comunidades nativas estudiadas tienen registros anteriores de consumo en otras regiones pantropicales y comparte ciertas particularidades con los grupos humanos de zonas amazónicas.

CONCLUSIONES

1. Los hongos comestibles reportados por las comunidades nativas estudiadas fueron *Favolus brasiliensis*, *Pleurotus ostreatus*, *P. djamor*, *P. concavus*, *Pleurotus sp.*, *Oudemansiella canarii*, *Panus badius*, *Schizophyllum commune*, *Polyporus tenuiculus* y *Polyporus sp.*
2. La recolección de hongos es una actividad de subsistencia esporádica que se realiza ante la ausencia de otros alimentos siempre cocinados en Patarashca, guisos, sopas e infusiones; o aplicados directamente para el tratamiento de alguna enfermedad.

3. Son nombrados de acuerdo a sus características morfológicas, usos o hábitats bajo diferentes calificativos en sus propias lenguas nativas; “kaevi” es el nombre general para referirse a los hongos comestibles de las comunidades nativas estudiadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azorín, F.** 1986. Monografía: Métodos y aplicaciones del Muestreo Bola de Nieve. Madrid: Alianza.
- Borgues Da Silveira, R.** 2006. El Género *Polyporus* s. Str. (Basidiomycota) en el Cono Sur de América. *Biociências*. 14 (1): 3-14.
- CNUDMA**, 1992. Conferencia de las Naciones Unidas por el Desarrollo y Medio Ambiente. http://www.apiopr.org/files/Declaraci_nde_R_o_de_Janeiro_1992.pdf [acceso 12 de diciembre del 2009]
- Dennis, R.** 1970. Fungus flora of Venezuela and adjacent countries. *Kew Bull.*, add. ser. 3(1): 1-531
- Door, C. & J. Abad.** 1990. Identificación de hongos comestibles silvestres en el Bosque de Dantas Huánuco. *Rev. Forestal Del Perú*. 17(2): 21-37
- Fidalgo, O.** 1967. Conhecimento Micológico Dos Índios Brasileiros. *Rev. Antrop. Caixa* 15 (16): 25-34.
- Fidalgo, O. & J. Massarú.** 1979. Etnomicrología Caiabi, Txicao e Txucarramae. *Rickia* 8 (1): 1-5.
- Franquemont, C.; T. Plowman; E. Franquemont; S. King; C. Niezgoda; W. Davis & C. Sperling.** 1990. The ethnobotany of Chinchero, an Andean community in southern Peru. In *Book The ethnobotany of Chinchero, an Andean community in southern Peru*. City: Field Museum of Natural History. 24: 12-26.
- Gazis, R.** 2005. Inventario y Monitoreo de la Diversidad de Macro Hongos en la Región Amazónica del Sudeste del Perú. Proyectos Andes to Amazon biodiversity program. ACCA.
- Goes-Neto, A. & F. Bandeira.** 2003. A review of the Ethnomycology of Indigenous People in Brazil and its relevance to ethnomycological investigation in Latin America. *Rev. Mexicana de Micología* 17: 11-16.
- Largent, D. & D. Stuntz.** 1977. How to Identify Mushrooms to Genus I: Macroscopic Features. Mad River Press Inc. 1977, Eureka, California.
- Largent, D. & D. Stuntz.** 1977. How to Identify Mushrooms to Genus III: Microscopic Features. Mad River Press Inc., Eureka, California.
- Luiz, H.; B. Cota; K. Machado; C. Rosa & C. Zani .** 2005. Antifungal and other biological activities from *Oudemansiella canarii* (Basidiomycota). *World Journal of Microbiology & Biotechnology*. 21 (6-7): 983–987.
- Mata, M.; R. Halling & G. Mueller.** 1999. Macrohongos de Costa Rica. Vol. I. Santo Domingo de Heredia, Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Costa Rica.
- Morales, O.; M. Bran; R. Cáceres & R. Flores.** 2001. Contribución al conocimiento de los hongos comestibles de Guatemala. Proyecto Hongos Comestibles de Guatemala, Diversidad, Cultivo y Nomenclatura Vernácula, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Morales, D.** 2006. Las poblaciones prehistóricas amazónicas. *Bol. Investigaciones Sociales, Estudios en Arqueología*. 4(6): 71-92
- Nies, J.** 1986. Diccionario Piro (*Tokanchi gikshijikowaka-steno*). Serie Lingüística Peruana, 22. Yarinacocha: Ministerio de Educación and Instituto Lingüístico de Verano.
- Olivo-Aranda, F. & T. Herrera.** 1994. Las especies de *Schizophyllum* en México, su distribución ecológica y su importancia etnomicológica. *Revista Mexicana de Micología*. 10: 21-32.
- Pavlich, M.** 1976. Ascomycetes y basidiomycetes del Perú I. Con énfasis en especies de la ceja de montaña y selva tropical. *Memorias del museo de historia natural “Javier Prado” UNMSM, Lima- Perú*. 17: 1-89.
- Pavlich, M.** 2001. Los hongos comestibles del Perú. *Rev. Científica Biota*. 100 (18): 3-19.
- Prance, G.** 1984. The use of edible fungi by Amazonian Indians. *Advances in Economic Botany*. 1: 127–139.
- Rodríguez, M. & E. Rodríguez.** 1998. Registro de hongos superiores y sus hábitats en tres Comunidades Aguarunas próximas al río Marañón (Departamento de Amazonas, Perú). *Rebiol*. 18 (1 y 2): 41-48.
- Ruan-Soto, F.; Garibay-Orijel, R. & J. Cifuentes.** 2004. Conocimiento micológico tradicional en la planicie costera del Golfo de México. *Rev. Mexicana de Micología*. 19: 57-70.
- Ruán-Soto, F.; R. Garibay-Orijel & J. Cifuentes.** 2006. Process and dynamics of traditional selling wild edible mushrooms in tropical Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 2(3): 21-34.
- Ruan-Soto, F.; R. Mariaca; J. Cifuentes; F. Limón; L. Pérez-Ramírez & S. Sierra-Galván .** 2007. Nomenclatura, clasificación y percepciones locales acerca de los hongos en dos comunidades de la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Etnobiología*. 5: 1-20.
- Ryvarden, L.** 1991. Genera of Polypores. Nomenclature and taxonomy. *Synopsis fungorum* 5. Fungiflora, Oslo.
- Snell, B.** (compiler). 1998. Pequeño diccionario machiguenga-castellano. Documento de Trabajo, 32. Lima: Instituto Lingüístico de Verano.

- Singer, R.** 1962. Monographs of South American Basidiomycetes, especially those of the east slope of the Andes and Brazil. V. Gasteromycetes with agaricoid affinities (secotiaceous Hymenogastrineae and related forms). *Bol. Soc. Arg. Bot.* 10: 52-67.
- Sillitoe, P.** 1995. An ethnobotanical account of the plant resources of the Wola region, Southern Highlands Province, Papua New Guinea. *Journal of Ethnobiology*. 15(2): 201-235.
- Sommerkamp, Y.** 1990. Hongos comestibles en los mercados de Guatemala Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Vasco-Palacios, A.** 2002. Estudio etnobiológico de los hongos macromicetes entre los Uitoto de la región Araracuara (Amazonía colombiana). Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Vasco-Palacios, A.** 2008. Conocimiento etnoecológico de los hongos entre los indígenas Uitoto, Muiname y Andoke de la Amazonía colombiana. *Acta amazónica*. 38(1): 17-30.
- Velazco, J.** 2004. Manual Cultivo hongo Seta *P. ostreatus* en comunidades rurales de México. Producción Integral de Traspatio del Colegio de Postgraduados.
- Zent, E.; S. Zent & T. Iturriaga.** 2004. Knowledge and use of fungi by a mycophilic society of the Venezuelan Amazon. *Economic Botany*. 58(2): 214-226.

HISTORIA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

En 1929 se establece la Facultad de Ciencias Naturales en la Universidad Nacional de Trujillo. En 1930 se reconoce la Facultad de Ciencias Físicas y Naturales. En 1935 se crea la sección de Ciencias Biológicas, dentro de la Facultad de Ciencias. Sin embargo, este mismo año, en el libro de estadística de matrícula y exámenes aparece dicha sección como Facultad de Ciencias.

El 17 de Octubre de 1962, la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT), se separa en dos nuevas Facultades: Facultad de Ciencias Biológicas y Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Esta separación se hizo gracias a la gestión de 4 destacados docentes de ese entonces, el **Dr. Antonio Samanamud Romero** y el **Dr. Jesús García Alvarado**, por parte de Ciencias Biológicas; y los Doctores **Aníbal Espino Rodríguez** y **Horacio Condemarín Alva** por parte de Ciencias Físicas y Matemáticas.

En el mismo año se instala la primera junta asesora de la Facultad de Ciencias Biológicas cuyo primer Decano fue el Ing. Alfonso Chávez Cabrera (62-64), seguido por Antonio Samanamud Romero (64-67/DP*:70-75), Arnaldo López Medina (67-70/DP*:75-77), Alfonso Villanueva Vásquez (DP*:77-79), Pedro Castillo Becar (DP*:79-82), Héctor Aguado Legua (DP*:82-84). Desde 1968 hasta 1984, la Facultad de Ciencias Biológicas funciona como Director de Programa (D.P.).

Al Dr. Hugo Requejo Valdivieso (84-88), le corresponde, como Decano, reiniciar la vida facultativa en el año 1984, sucediéndole luego el Dr. Helí Miranda Chávez (89-92/98-00), Dr. Alvaro Tresierra Aguilar (92-95), Mag. Julio Arellano Barragán (95-98), Dr. Elmer Alvitez Izquierdo (2001-2004), Prof. Wilton Saldaña (Comisión Reorganizadora), Dr. Alejandro Fernández Honores (2005-2008), Dr. José Mostacero León (2008 - 2011) y el actual decano Dr. Hermes Escalante Añorga (2011-2014).

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

SAGASTEGUIANA es una publicación que difunde novedades científicas que puedan interesar tanto a estudiantes como a profesionales y profesores de todas las áreas de la biología.

Cualquier persona puede publicar en ella siempre que cumpla las siguientes normas a la hora de elaborar sus originales:

1. Todos los manuscritos deberán ser inéditos o contar con la autorización expresa del organismo que posea los derechos de reproducción. Además, deben tener alguna relación con el objetivo de la revista, los que simplemente reflejen opiniones se rechazarán directamente.
2. El formato del documento será Microsoft Word Office.
3. Debido a las restricciones de espacio, la extensión de los mismos no debe superar las 10 páginas; en caso contrario, el editor se reserva el derecho de dividirlo en varias partes que aparecerán en números distintos.
4. Las tablas, figuras, dibujos y demás elementos gráficos, en blanco y negro puros. Las figuras, las fórmulas y las gráficas deberán enviarse en formatos JPG, a una resolución de 300 dpi y al menos 8 bits de profundidad.
5. Cuando sean necesarias, las referencias bibliográficas se citarán (apellido y año) por orden de aparición entre paréntesis dentro del propio texto.
6. Todos los trabajos deben atenerse al código ético de la revista.

Dependiendo de la longitud y el enfoque, se consideran tres tipos de trabajos:

- **Artículos de investigación, Artículos originales o Trabajos originales:** trabajos originales sobre investigación en Biología o sus ramas, con una extensión de 4 a 10 páginas.
- **Notas breves científicas:** artículos con extensión de 2 a 4 páginas.
- **Revisiones bibliográficas,** hasta 10 páginas.

En casos especiales, se podrán aceptar otro tipo de trabajos como reseñas históricas, artículos de opinión o revisiones de metodologías, grupos sistemáticos, crónicas, obituarios, etc.

Preparación de manuscritos

1. General

Los trabajos estarán escritos en español o inglés.

La nomenclatura empleada en el manuscrito seguirá las normas de:

- El Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (4a edición de 1999, que entro en vigor en enero de 2000).
- El Código Internacional de Nomenclatura Botánica (2011; Melbourne Code).
- El Código Internacional de Nomenclatura de Bacterias (Revisión de 1990 y publicada en 1992).
- El Código Internacional de Clasificación y Nomenclatura de Virus (2002 y revisiones, la {ultima en 2005) publicado por el Comité Internacional de Taxonomía de Virus.

La primera vez que se escriba el nombre de una especie o género deberá incluirse el nombre de su autor o autores y, solo para los animales, el año de su publicación. Los nombres de los géneros y especies, así como categorías intermedias inferiores, deberán estar escritos en cursiva (ejemplo: *Nasa weigendii* E. Rodr.). Las claves taxonómicas deben ser dicotómicas.

El manuscrito deberá ser escrito en **A4**, con márgenes de 2 cm a cada lado, fuente **Arial** (título en mayúsculas en español e inglés: 12; nombres de los autores en minúsculas: 11; institución y dirección (cursiva): 10; resumen y abstract: 10; títulos de los apartados: 11; cuerpo: 11; referencias bibliográficas: 10). Emplee negrita solo en los títulos de los apartados y cursiva solo donde sea necesario. Sangrías en primera línea 0.5 cm.

En la primera página del manuscrito se deberá incluir: El título (ver más adelante), el nombre de autor o autores y dirección, un título resumido para emplear como encabezado de las paginas, el nombre, dirección y correo electrónico del autor responsable de la correspondencia. Las secciones en que se dividirá el manuscrito serán: Resúmenes y palabras claves, Abstract, key words, Introducción, Material y Métodos,

Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias bibliográficas, Tablas, Figuras y Leyendas.

2. Título

El título debe ser conciso e informativo. No excederá las tres líneas, en el formato de la revista (unos 160 caracteres, incluyendo espacios).

Si en el título aparece el nombre de un género o una especie, se debe incluir el autor y, solo en caso de animales, el año de publicación.

Preparar también un Titulillo que resuma el título de la investigación en un renglón (para ser colocado en la parte superior década página).

3. Nombre(s) del autor(es) del manuscrito

Se deben escribir completos, sin abreviaturas: **Francisco Collantes y Juan José Presa**, no F. Collantes & J.J.Presa. Si se emplean dos apellidos, por favor únalos con un guion: **Juan José Presa-Asensio**.

Así mismo, se deben proporcionar las direcciones postales de cada autor, en líneas diferentes y numeradas:

Pedro Sánchez-Gómez¹, Juan Jiménez² & Ramón Morales³

¹ *Departamento de Biología Vegetal, Universidad de Murcia, Campus de Espinardo, 30100, Murcia.*

² *Jardí Botanic, Universitat de Valencia, C/ Quart 80, 46008, Valencia.*

³ *Real Jardín Botánico de Madrid, Plaza de Murillo 2, 28014, Madrid.*

También se aconseja incluir la dirección de correo electrónico para los datos de correspondencia.

4. Resumen, abstract y palabras clave

Se deberá aportar **dos resúmenes, en español e inglés**, independientemente del idioma del manuscrito.

Deben ser concisos e informativos y no exceder de **900 caracteres** (incluyendo los espacios).

En ellos siempre se deben incluir los nuevos taxones o combinaciones propuestas.

A continuación de los resúmenes, se situará una lista de **3 a 6 palabras clave** que no estén presentes en el título, a excepción de los nuevos taxones o categorías taxonómicas superiores, cuya inclusión se recomienda.

5. Texto General

- a. **INTRODUCCIÓN**, incluye marco teórico-antecedentes, justificación del problema y objetivos.
- b. **MATERIAL Y MÉTODOS** empleados. Cuando se trate de técnicas o métodos ya conocidos, solamente se les mencionará por la cita de la publicación original en la que se dieron a conocer.
- c. **RESULTADOS** obtenidos. Presentación acompañada del número necesario de tablas o figuras de tamaño muy cercano al que tendrá su reproducción impresa (19 x 14 cm). Si se trata de fotografías estas deberán presentarse en blanco y en negro sobre papel blanco brillante y con tamaño cercano al descrito en los renglones anteriores.
- d. **DISCUSIÓN** concisa de los resultados obtenidos, limitada a lo que sea original y a otros datos relacionados directamente y que se consideren nuevos.
- e. **CONCLUSIONES** deben ser precisas.
- f. **AGRADECIMIENTOS** es opcional.

6. Referencias Bibliográficas

Solo se deben incluir libros, artículos, etc., citados en el trabajo. Las referencias se deben ordenar alfabéticamente respecto a sus autores y cronológicamente para los trabajos del mismo autor, añadiendo letras a, b, c, etc. en minúsculas, cuando hayan sido publicadas el mismo año. Los autores y coautores en negrita y separados por punto y coma (ver más adelante los ejemplos).

En el texto, las citas se harán de la forma convencional: "según Packer (1983)", "se han observado otras poblaciones (Margalef, 1983)", "en trabajos recientes (Ritley, 1998; Rufoss & Canno, 1999)", etc. Los autores se citarán por sus apellidos (sin iniciales) cuando no excedan de 2 (Kumagai & Hasezawa, 2000) y con la notación "*et al.*" cuando sean más (Sunderesan *et al.*, 1999). Si se citan varios trabajos de un mismo autor, solo se escribirá el nombre una vez, pero siempre los años completos (Cramer, 1995a; 1995b; 1996; Perico *et al.*, 2011a, 2011b). Colocar los autores colaboradores en cursiva (*et al.*).

El formato para la lista de referencias se ajustará a las siguientes normas (no use cursivas, salvo los nombres científicos):

a) Artículos de revistas:

- **Packer, C.** 1983. Sexual dimorphism: the horns of African antelopes. *Science* 221: 1191-1193.
- **Talavera, S.; P. Garcia-Murillo & H. Smit.** 1986. Sobre el género *Zannichellia* L. (*Zannichelliaceae*). *Lagasalia* 14 (2): 241-271.
- Por favor, escriba el nombre completo de las revistas.

b) Libros, tesis y otras publicaciones no periódicas:

- **Whelan, R.J.** 1979. *The ecology of fire*. Cambridge: Cambridge University Press.

c) Artículos o capítulos de libros:

- **Hueneke, L.F.** 1991. Ecological implications of genetic variation in plant population. En *Genetics and conservation of rare plants* (Falk DA & Holsinger KE, eds.). Oxford: Oxford University Press, pp. 31-44.

d) Recursos procedentes de internet:

- **Felsenstein, J.** 2005. PHYLIP (Phylogeny Inference Package) version 3.6. Distribuido por el autor. Department of Genome Sciences, University of Washington, Seattle. Disponible en <http://evolution.genetics.washington.edu/phylip.html> (accedido el 14 de diciembre de 2007).

7. Tablas

Debe presentar solamente filas horizontales. No utilizar Tablas predeterminadas de programas computarizados. Colocar correlativamente los números a la palabra Tabla e incluir en el texto. Ejemplo: "Tabla 1". Utilizar Arial 10.

8. Figuras

Se aceptarán fotos en blanco y negro o color de buena calidad. Se deben situar líneas de escala donde sean necesarias.

Todas las figuras, independientemente del tipo, se numeraran correlativamente y se hará referencia a ellas en el texto como "Fig. n". Utilizar Arial 10.

La posición final se ajustara al diseño del artículo.

9. Unidades y fecha

Se emplea el Sistema Internacional de Unidades (SIU).

En cuanto al empleo del separador decimal y separador de millares, aunque la Conferencia General de Pesos y Medidas adoptó la resolución de emplear la coma para los decimales y el punto para los millares, la costumbre lleva al uso de cada uno de estos signos dependiendo del idioma:

- Manuscrito en español: Se empleara la coma (,) como separador de decimales y el punto (.) como separador de miles.
- Manuscrito en inglés: Se empleara el punto (.) como separador de decimales y la coma (,) como separador de miles.

Para la fecha abreviada se empleará el formato día-mes-año (dd-mm-aaaa), con los meses en números romanos en mayúsculas: 17 de julio de 2010 = 17-VII-2010.

Envío del manuscrito

Como se ha indicado al principio, tanto si se ha aplicado el formato digital requerido como si se trata de un texto impreso, se requerirá a los autores que envíen los manuscritos como anexos al correo electrónico del editor principal, Prof. Julio Chico Ruíz. E-mail: jchico22@gmail.com

Los archivos correspondientes del trabajo se organizarán de la siguiente forma:

1. **Archivo del manuscrito:** Se incluirá el texto principal, las tablas y figuras.
2. **Archivos de figuras:** (consulte las directrices de nuestra revista)

Proceso de revisión

Los manuscritos recibidos por los editores serán revisados por, al menos, dos expertos recomendados por el Comité Editorial. Normalmente se les requerirá que realicen la revisión en el plazo máximo de un mes. Sin embargo, el proceso de revisión se puede alargar dependiendo de la longitud del manuscrito y de las indicaciones de los revisores.

Las propuestas de los revisores se comunicarán a los autores para que las acepten y modifiquen el manuscrito o las discutan.

Cuando el manuscrito sea aceptado definitivamente, el autor recibirá un archivo PDF como prueba de imprenta de su trabajo. El autor revisará el documento y solo podrá realizar modificaciones en cuanto a erratas tipográficas, nunca en lo concerniente a los contenidos ya aceptados.

En el documento definitivo se incluirán las fechas de recibido y aceptación

Código ético

La autoría

- La condición de autor no depende de la pertenencia a una profesión o posición jerárquica determinada ni al carácter de la relación laboral.
- Para tener la condición plena de autor de una investigación, es necesario:
- Haber contribuido de forma sustancial al proceso creativo, es decir, al diseño del mismo, o al análisis e interpretación de los datos.
- Haber contribuido a la preparación de las comunicaciones y publicaciones resultantes.
- La adquisición o aportación de fondos no constituye un derecho a la autoría.
- La persona vinculada al grupo de investigación que, por su posición jerárquica, solicite constar como autor *ex officio*, viola la libertad académica y los principios de la justicia. Inversamente, la omisión de un contribuidor/a en las publicaciones de una investigación supone una apropiación indebida de la autoría intelectual.
- Con respecto al orden de firma de los autores, se seguirá la regla general siguiente:
- En primer lugar, la persona que ha hecho el esfuerzo más importante en la investigación y ha preparado el primer borrador del artículo.
- El participante senior que dirige y/o tiene la última responsabilidad en el protocolo de investigación es el último autor o autora.
- El resto de autores/as son las demás personas que hayan contribuido y participado, a menudo ordenados por orden de importancia, y a veces por orden alfabético.
- El autor que se hace cargo de la correspondencia tiene la responsabilidad principal en todo el proceso editorial y en las interacciones futuras que se deriven de la publicación del trabajo.
- Todo autor debe aceptar el redactado final del original que se enviara para su publicación.
- Los agradecimientos de una publicación deben ser estrictos y evitar menciones gratuitas. Las personas aludidas tienen el derecho de declinar su mención, por lo que los autores tratarán de obtener su permiso.

La edición

- Los editores consideraran la publicación de los manuscritos de forma imparcial, de acuerdo a sus méritos científicos, estructuración adecuada y cumplimiento de las normas de publicación de la revista.
- Los editores procesarán los manuscritos con la mayor diligencia.
- Los editores tiene la responsabilidad y la autoridad para aceptar o rechazar los manuscritos recibidos, y pueden confiar en el consejo editorial para tomar esta decisión.
- Los editores no deben revelar ninguna información sobre un manuscrito en proceso de revisión o publicación a ninguna persona fuera de aquellos a los que se les solicite consejo profesional.
- Información no publicada no debe ser usada por los editores para su propia investigación, a menos que cuente con el permiso del autor.
- Si a los editores o al consejo editorial se les presenta evidencias de que la esencia o las conclusiones de un trabajo publicado en la revista son erróneas, el editor debe facilitar la publicación de un trabajo apropiado, carta al autor, o fe de erratas señalando el error y, si es posible, su corrección.

La revisión por expertos

- Tras la supervisión inicial de los editores, los manuscritos serán revisados por, al menos, dos expertos recomendados por el Comité Editorial.
- Las revisiones deben ser objetivas, es decir, basadas en criterios científicos y no en criterios de opinión e ideas personales. Hay que rechazar una revisión si se existen conflictos de interés.
- Los informes y escritos sujetos a revisión son siempre información confidencial y privilegiada. En consecuencia, esta documentación:
- No puede ser empleada por la persona que efectúa su revisión hasta que la información haya sido publicada.
- No puede ser compartida con ningún otro colega sin permiso explícito del editor.
- No se puede retener ni copiar a menos que lo permitan los editores. Lo usual es que el material se destruya o se devuelva tras la revisión.
- Los revisores deben explicar y apoyar sus juicios adecuadamente, de manera que los editores y los autores puedan entender las bases de sus comentarios.
- Cualquier declaración de que una observación, derivación o argumento han sido previamente reportados debe ser acompañada de cita.

- Un revisor debe llamar la atención del editor en el caso de que surgiese alguna semejanza substancial entre el manuscrito y cualquier otro trabajo.
- Las propuestas de los revisores se comunicarán a los autores para que las acepten y modifiquen el manuscrito o las discutan.
- Cuando el manuscrito sea aceptado definitivamente, el autor recibirá las pruebas de imprenta de su trabajo. El autor revisará el documento y solo podrá realizar modificaciones en cuanto a erratas tipográficas, nunca en lo concerniente a los contenidos ya aceptados. De esta forma, el autor es corresponsable de la versión final del trabajo.

La elaboración del manuscrito

- La redacción debe ser en versión Arial.
- Debe evitarse la publicación fragmentada de una investigación unitaria. La fragmentación solo está justificada por razones de extensión.
- La publicación duplicada o redundante se considera una práctica inaceptable.
- Un trabajo debe contener detalles suficientes y referencias a fuentes de información públicas para hacer posible que otros expertos reproduzcan el trabajo.
- Hay que incluir la referencia de los trabajos directamente relacionados con una investigación y evitar aquellas referencias injustificadas.

.....