

REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

LA ACADEMIA ES ÓRGANO CONSULTIVO DEL GOBIERNO NACIONAL

VOLUMEN XXXVII

JUNIO DE 2013

NÚMERO 143

DIRECTORA DE PUBLICACIONES: MARGARITA PEREA DALLOS



CONTENIDO - CONTENTS

	Pág.		Pág.
Antropología (Anthropology)		Geología (Geology)	
Un curioso manuscrito etnográfico [A curious manuscript ethnographic]		Paleosuelos del mioceno en el desierto de la Tatacoa [Miocene paleosols in the desert Tatacoa]	
<i>Santiago Díaz-Piedrahita</i>	159	<i>María T. Flórez M., Luis N. Parra S., Daniel F. Jaramillo J., José M. Jaramillo M.</i>	229
Botánica (Botany)		Química (Chemistry)	
Cactaceae de Santa Marta, Magdalena, Colombia [Cactaceae of Santa Marta, Magdalena, Colombia]		Producción y caracterización de recubrimientos de bismuto producidos con magnetrón desbalanceado pulsado [Production and characterization of bismuth coatings produced with pulsed unbalanced magnetron]	
<i>Eduino Carbonó-Delahoz, Ana Barros-Barraza, Joaquín Jiménez-Vergara</i>	177	<i>M. F. Ortiz, J. E. Alfonso, J. J. Olaya, S. E. Rodil</i>	245
La iconografía vegetal en piedra en el Taj Mahal (Agra, India) y su asignación taxonómica [The plant iconography in stone of the Taj Mahal (Agra, India) and its taxonomic assignment]		Zoología (Zoology)	
<i>Diego Giraldo Cañas</i>	189	Especies richness, densities and biomass of nine primate communities in Eastern Colombia [La riqueza de especies, la densidad y la biomasa de las nueve comunidades de primates en el este de Colombia]	
Redescubrimiento de <i>Miconia imbricata</i> (Melastomataceae) y su transferencia al género <i>Killipia</i> , y comentarios sobre la posición de la inflorescencia [Rediscovery of <i>Miconia imbricata</i> (Melastomataceae) and his transference to genus <i>Killipia</i> , with comments about the inflorescence position]		<i>Thomas Defler</i>	253
<i>Juan Mauricio Posada-Herrera, Humberto Mendoza-Cifuentes</i>	207	Mamíferos (Mammalia) del departamento de Putumayo, Colombia [Mammals (Mammalia) of the department of Putumayo, Colombia]	
Fitopatología (Plant Pathology)		<i>Héctor E. Ramírez-Chaves, Elkin A. Noguera-Urbano, Miguel E. Rodríguez-Posada</i>	263
Caracterización del agente causante de la roña del maracuyá (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> DEGENER) en Colombia [Characterization of the causal agent of passion fruit (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> DEGENER) scab in Colombia]		Constitución de la Academia (Members of the Academy)	287
<i>Carlos Germán Delgado-Méndez, Jairo Castaño-Zapata, Bernardo Villegas-Estrada</i>	215	Publicaciones de la Academia (Publications of the Academy)	290

UN CURIOSO MANUSCRITO ETNOGRÁFICO

Santiago Díaz Piedrahita*

RESUMEN

Díaz Piedrahita S.: Un curioso manuscrito etnográfico. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* **37** (143): 159-176, 2013. ISSN 0370-3908.

Se transcribe y comenta un manuscrito titulado *Antigüedades indígenas* y que incluye un *Diccionario Etnológico de Colombia*, obra de autor desconocido y que contiene información a sobre once tribus o grupos a saber: Caberres, Caribes, Chocoes, Caparras, Catíos, Culimas, Coconucos, Chiricoas, Conchas, Correguajes y Cunas. El texto además incluye unas notas tituladas: *Apuntes sobre la lengua Caribe, tomados por un antiguo misionero del Orinoco cuyo nombre se ignora por haberse perdido las primeras páginas del importante manuscrito de que estas fojas hacían parte*. Por sus características, estos textos fueron redactados en el siglo XIX y hacían parte de una obra mayor..

Palabras clave: Etnografía, antropología, Colombia.

ABSTRACT

The manuscript entitled *Indian Antiques*, which includes an anonymous *Ethnological Dictionary of Colombia*, is transcribed and commented. The text contains information about eleven tribes or indigenous groups known as: *Caberres, Caribes, Chocoes, Caparras, Catíos, Culimas, Coconucos, Chiricoas, Conchas, Correguajes* and *Cunas*. It also includes some notes entitled: *Annotations on Caribbean Language*, written by a former missionary of the Orinoco whose name remains unknown, as the first few pages of this important manuscript are missing. Due to its characteristics, these texts were written in the nineteenth century.

Key words: Ethnography, anthropology, Colombia.

Introducción

En la Biblioteca de la Provincia Franciscana de la Santa Fe de Colombia, concretamente en el Convento de San Francisco en Bogotá se conserva un pequeño librito manuscrito titulado *Diccionario Etnológico de Colombia*. Esta obra consta de varios fascículos reunidos en un cuadernillo de cerca de 17 cm. de largo por 11 cm. de ancho, con 93 folios, algunos en blanco. Tal cuadernillo no es homogéneo en su

configuración, pues fue conformado al unir varias libretas, cada una numerada a partir de su primera página. Aparentemente se trataba de una obra de mayor envergadura en la que se tratarían todas las etnias residentes en el territorio colombiano. Esto parece indicar el título, el cual implica una presentación ordenada de temas relativos a una materia determinada. Infortunadamente los cuadernillos que se conservan y que se transcriben en el presente texto corresponden únicamente a las letras **C** y **CH** (hoy incorporada a la **C** en

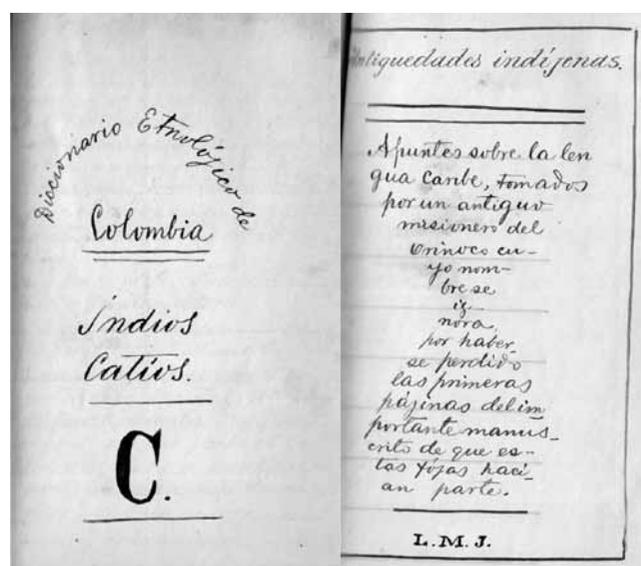
* Académico de número.

el alfabeto español), faltando las notas correspondientes a las demás letras. La grafía y el papel, en las distintas libretas, son similares, exceptuando unos folios, escritos en papel de otra calidad y con una grafía más antigua. Este fascículo titulado: *Antigüedades Indígenas* lleva una portadilla redactada por el autor del resto de la obra y que señala que tal fragmento corresponde a unos: *Apuntes sobre la lengua Caribe, tomados por un antiguo misionero del Orinoco cuyo nombre se ignora por haberse perdido las primeras páginas del importante manuscrito de que estas fojas hacían parte*. El autor de este cuadernillo parece corresponder a las iniciales **M. D. M.**, que figuran al inicio de la segunda página. Con excepción de este pequeño fragmento, las demás libretas debieron ser redactadas por una misma persona, pues corresponden a mismo estilo y a una misma grafía. El autor del *Diccionario Etnológico de Colombia*, cuyas iniciales son **L. M. J.**, pudo ser un humilde fraile misionero, pero la lectura del texto indica que el autor debió ser un fraile estudioso y conocedor de la etnología colombiana cuyo propósito era el de redactar una obra general de mayor aliento organizada alfabéticamente para conformar su diccionario. Lamentablemente, de este trabajo sólo se conservan los apartes que cubren, en su orden, lo relativo a los indios Caberres, Caribes, Chocoes, Caparras, Catíos, Culimas, Coconucos, Chiricoas, Conchas, Correguajes y Cunas.

El contenido de cada una de las doce libretas que se conservan aparece perfectamente ordenado e incluye la información pertinente a un grupo o nación; cada cuadernillo lleva una numeración consecutiva y el texto carece de enmiendas, circunstancia que sugiere se trate de una versión final, a la que el autor hizo algunas adiciones a manera de notas aclaratorias. Por ello pensamos que era su objetivo elaborar una obra general, como lo sugiere el título. En un acápite del texto el fraile etnólogo menciona un *Atlas Etnográfico de Colombia*. Allí dice textualmente: “En la P. 2 de nuestro Atlas* se encuentra publicado un diseño del tipo de los coconucos”. Desafortunadamente, esta obra, en la que fueron ilustrados los indígenas tratados en el texto permanece refundida. En otro fascículo le da el nombre de *Galería Etnológica*.

Lo que se conserva de la obra dejan abierta la posibilidad de que el autor fuese un verdadero conocedor de los temas etnológicos, interés que le habría surgido durante el desempeño de su labor misionera, tiempo en el cual habría recopilado la información pertinente a algunos grupos, información que enriqueció y complementó utilizando otras fuentes. Este fraile etnógrafo debió redactar su obra durante la segunda mitad del siglo XIX. Esta hipótesis se desprende, tanto del tipo de

papel de los cuadernos como del estilo de letra utilizado, de las normas ortográficas vigentes en la época y especialmente de algunos autores de ese periodo a quienes se menciona en el texto. Entre los personajes citados cabe nombrar al coronel Agustín Codazzi cuya obra es comentada, aparte de que el autor manifiesta haber observado en la Biblioteca Nacional de Bogotá las láminas elaboradas por los pintores de la Comisión Corográfica. Nuestro etnólogo también consultó la *Geografía de los Estados Unidos de Colombia* del general Tomás Cipriano de Mosquera, la *Historia de la Literatura en Nueva Granada* de José María Vergara y Vergara, de quien también menciona *Los indios de Andaquí* y *Memorias de un viajero*, obra conjunta de Vergara y de Evaristo Delgado. Cita también otros autores de ese periodo como el médico y botánico bogotano Francisco Bayón Fernández, el viajero Charles Saffray, el reconocido botánico Alphonse De Candolle y el arqueólogo inglés John Lubbock, autor de *El Origen de la civilización y la condición primitiva del Hombre*, uno de los mayores difusores de las teorías antropológicas promulgadas entonces. Igualmente alude a Carlos Calvo y a Fernando Cardín. Además de estos autores, propios del la segunda mitad del siglo XIX, nuestro personaje menciona el *Diario* de Cristóbal Colón, cita a algunos cronistas de Indias como José Gumilla, autor del *Orinoco Ilustrado*, Lucas Fernández de Piedrahíta, autor de las *Elegías de varones Ilustres de Indias* y Pedro Cieza de León, autor de la *Crónica del Perú*. También nombra a Antonio de Herrera y Tordecillas, autor de la *Historia General de los hechos de los castellanos en las Islas de Tierra Firme del Mar Océano*, obra más conocida como las *Décadas* y al naturalista alemán Georg Marcgraff, autor de *Historia Naturalis Brasiliae*. Menciona



Portadillas de dos de los cuadernillos del Diccionario Etnológico de Colombia.

* Infortunadamente este Atlas, donde están ilustrados los indígenas tratados, permanece refundido.

también a Alcedo y a Alejandro de Humboldt y se refiere a otros trabajos como *History of the Caribby Islands y Travel in South America*.

Se trata de una persona culta y erudita por haber leído mucho, que conoce los clásicos griegos entre quienes menciona a Plinio el Viejo y a Porfirio, así como a Estrabon el gran geógrafo de la Grecia Antigua.

Los notas de pie de página marcadas con asterisco (*) corresponden a notas incluidas por el etnólogo. Las distinguidas con una numeración seriada corresponden a observaciones del transcriptor.

Diccionario etnológico de Colombia** Indios Caberres

C

Indios Caberres.

Los Caberres, habitantes de las márgenes del Orinoco a 400 leguas de su desembocadura y algunos de sus afluentes, usan por gala muchas sartas de dientes y muelas de gente, para expresar por ellas, que esos son los despojos de los enemigos que han matado.

Usan comunmente estos adornos, la flauta o *fatuto* y la macana, cada cual con sus borlas, para sus faenas y viajes ordinarios; pero en sus fiestas de casamientos o cumpleaños de sus caciques, se pintan con diversos colores preparados en combinación con la resina caraña***, y se forman en todo el cuerpo hermosos y complicados dibujos que de lejos presentan un vistoso aspecto, y asemejan vestidos de punto, bien matizados; los músicos, además de sus pinturas, se adhieren por medio de la resina, plumas de hermosos colores, y se ponen diademas de plumajes, con lo cual presentan el más singular aspecto.

Estos plumajes de la cabeza los usan también mientras navegan y cuando trabajan en las faenas del campo, pues los protege contra los ardores del sol.

Las mujeres usan además largas sartas de cuentecillas que labran de caracoles primorosamente, y que llaman *quiripa*, sartas de dientes de mono y otros animales, y en cada oreja se atraviesan un gran colmillo de caimán; las mujeres se aprietan desde que nacen, con fuertes cordeles de pita, hacia arriba de los tobillos, y abajo de las rodillas, con lo cual lo-

gran que las pantorrillas engrosen notablemente, lo cual es entre estos indios hermosura.

Copiosa es en pueblos y gentes esta nación, y sobrepuja a muchas en valor y ferocidad; contra ellos se estrellaban las armadas Caribes; pues son brutales en su venganza; buscan y persiguen a sus enemigos para devorarlos, pero cuando están de paz, son tratables y complacientes.

Pueblan el Orinoco y su región occidental hasta la boca del Ariari, sosteniendo en el Guaviare sus sangrientas guerras con los formidables Caribes.

Preparan el color rojo, mejor que todos los otros pueblos salvajes, pues solo los igualan en ello los Guasipunabis.

- Población y guerras -

La nación Caberre, aun más carnicera y bárbara que la Caribe, es tan numerosa, que hace frente a las invasiones de los Caribes, que suben, ya con 80 ya con 100 piraguas de guerra a invadirlos, pero que siempre han llevado el peor partido, porque aunque procuran tomar por asalto, con mil precauciones sus colonias, los Caberres se juntan y los rechazan, pues inmediatamente tiene el aviso que les dan los centinelas o atalayas que siempre mantienen en las lomas más altas de su territorio, desde donde se domina gran parte del Orinoco, provistos de grandes y retumbantes tambores, en los cuales tocan su llamada a las armas, y bien pronto este llamamiento, transmitido de pueblo en pueblo, se hace general, saliendo de sus casas los numerosos y valientes caberres a combatir o esperar a pecho descubierto al enemigo, que al verse descubierto, para a respetable distancia, y sigue a llevar su exterminio a otras menos belicosas naciones.

Sus grandes tambores consisten en un tronco hueco de árbol bastante grueso, de modo que a veces ni dos hombres pueden abarcar, con el espesor de un dedo, y de unas tres varas de largo. Las dos extremidades quedan abiertas, lo cual logran a fuerza de fuego, apagándolo con agua cada vez que es necesario. En la parte superior les hacen sus claraboyas, al modo de las del arpa y en medio le forman una media luna, como una boca, por donde la repercusión sale con más fuerza; y abajo, en el centro de la caja, en sitio perpendicularmente correspondiente a la media luna, hay fijada con el betún peraman,* una piedra de unas dos libras de peso****; luego tapan las dos bocas extremas; golpean con mazos envueltos en una

** En la transcripción, y para facilidad de los lectores, se ha modificado la ortografía de acuerdo con las normas actuales.

*** La caraña es una resina extraída de árboles de la familia Burseraceae, casi siempre de *Bursera simaruba*.

* Especie de lacre fabricado con cera negra y otras resinas derretidas, que sirve para curar las fracturas y así la usan también los indios.

**** El peramán corresponde a *Simphonia globulifera* L.f., planta de la familia Clusiaceae, tradicionalmente utilizada por los indígenas de la cuenca del Orinoco como medicinal, especialmente para las cefalalgias y también para calafatear.

resina, currucay, sobre la media luna del medio, con lo cual suenan tan estrepitosamente como ya dijimos; pero no debe esta formidable caja tocar con el suelo, sino que la cuelgan con dos bejucos de a cuatro o seis brazadas de un palo horizontal suspendido de dos estacas.

Este tambor cuyo sonido tanto se pondera, es invención caberres, según dicen los indios y así parece, pues aunque otras tribus también lo usan, nunca lo fabrican tan bien como estos.

En valor solamente los Otomacos imitan algo a los Caberres, pues aunque los Caribes tienen fama de ser muy valientes, más puede en ellos la astucia, el número y la traición, que otra cosa, pues de suyo son muy temerosos y cobardes.

Es solamente entre los indios caberres, en la región del Orinoco, donde se fabrica el mortal veneno curare^{*****} que mata instantáneamente al inocularse en la sangre porque la coagula o hiela en pocos segundos. Ellos guardan el secreto, y sólo lo venden una vez fabricado y guardado en botecillos de barro nuevos que contienen unas cuatro onzas. Vienen o mandan de todas las demás naciones del Orinoco a comprarles este mortal veneno que guardan como bálsamo precioso, del cual se sirven en sus cacerías de toda clase de fieras, sin que ello impida comer la carne de la bestia envenenada, pues el efecto no lo produce este veneno por las vías digestivas.

El curare ha sido ensayado con buen éxito contra las convulsiones, la coréa, el histérico [y] la epilepsia.

Datos sobre el Curare.

“Este es el Rouhamon Curare de De Candolle y de la familia de las Loganiaceas, cuyos caracteres sacados del texto latino son los siguientes”:

“R. Curare, fruticosum scandens, ramis fuscescenti tomentosiss, foliis ovato – oblongis acuminatis reticulato triplinervis glabris, ciliatis petiolo nervoque medio fuscenti – tomentosiss.”

Arbusto tortuoso de ramas sarmentosas cubiertas de pelos extendidos, largos y aleonados; de hojas sentadas oval – oblongas, agudas, membranosas, trinerviadas, aleonado peli erizadas, por ambas caras con pelo largo, y largas de 3 a 4 pulgadas; bayas, flores color de fuego con baya globosa, lampiña del tamaño de una manzana regular, con 10 a 20

semillas oblicuamente arriñonadas, discoideas y anchas de una pulgada.

“La preparación del curare es muy sencilla, dice el señor de Humboldt; la planta o bejuco de que se saca esta sustancia se cría con abundancia en las serranías que hay entre los ríos Tepete y Majagua; importa poco que el macavure (curare) sea fresco, o que haga algunas semanas que se le haya cogido; en la corteza y en la parte correspondiente de la albura, es donde está el veneno. Rállanse con un cuchillo las ramas de Macavure (curare) de 4 o 5 líneas de diámetro, muélense las ralladuras hasta volverlo hebras muy finas, y siendo el zumo amarillo, comunica ese color a la maza (sic). Se vierte en una vasija, se deslíe en agua fría y luego se filtra por medio de una alquitara; el líquido que pasa gota a gota, tiene un color amarillento, que se concentra por evaporación y adquiere luego un sabor muy amargoso; entonces es preciso darle cuerpo o hacerlo pegajoso, lo que se consigue mezclándole un sustancia glutinosa”.

Como su acción ataca a los nervios de la vida animal, paraliza los músculos de la respiración y produce la muerte por asfixia, mientras que no interesa de manera alguna a los de la sensibilidad.” (Bayón)^{*****}

Dice el padre Gumilla, que este veneno lo extraen de una raíz de color pardo, del mismo nombre, que se desarrolla entre los pantanos y aguas estancadas, la cual sacan los caberres, y después de lavada y machacada la ponen a hervir en grandes ollas a fuego lento, y para tal faena mandan a la india más vieja de su tribu a rebullir las ollas, y si cae muerta por la continua respiración de los vapores del curare, mandan otra vieja a reemplazarla, sin que esto sea extraño, pues bien saben todos que es ese el destino y fin de las viejas; cuando el cocimiento toma un color de arroyo^{*} claro, y se disminuye en una tercera parte, condensado ya, avisa la vieja que está fabricado y entonces acude el cacique con los capitanes y demás gente a examinar el veneno; para esto, moja en él la punta de una flecha y la pone a cierta distancia de una herida que se hace alguno de los concurrentes; si la sangre se detiene al salir, es porque ya está el veneno a punto.

Mucha es la duración que tiene aun estando seco en las flechas, pues no pierde en muchos años su vigor y basta mojar con agua o saliva la flecha, para que este suba de punto, y el efecto sea más rápido.

Los Caberres y Caribes usan por gala sargas de dientes y muelas humanas.

***** El curare es por lo general una mezcla de zumos de varias plantas e incluso de exudados de algunos animales, especialmente ranas, empleado como veneno de flechas y virotes. El principal ingrediente se extrae de varias especies de bejucos del género *Strichnos* de la familia Loganiaceae.

***** Alude a Francisco Bayón Fernández (18 - 1), médico y naturalista bogotano, la mayor autoridad en su tiempo en temas botánicos.

* Mosto cocido hasta la consistencia de miel.

Diccionario Etnológico de Colombia Indios Caribes

C

Indios Caribes

La nación sobresaliente y dominante en Orinoco, dice Gumilla, es la nación Caribe, que se extiende por la costa oriental hasta la Cayana (sic.)^{*****}, y aun hoy vive mucha gente de ellos en la Trinidad de Barlovento, y las tres islas de Colorados, que están junto a la Martinica; ni se que haya en aquellos países nación que le iguale en extensión y gentío, si ya no es, que después de descubierta enteramente la de los Caberres, la iguale o exceda.*

Son los Caribes de buen arte, altos de cuerpo y bien hechos; hablan desde la primera vez con cualquiera, con tanto desembarazo y satisfacción, como si fuera muy amigo y conocido. En materia de ardides y traiciones son maestros aventajados, por lo mismo que de suyo son muy temerosos y cobardes. Preguntados estos, de donde salieron sus mayores? no saben dar otra respuesta, que esta: Ana cariná róte, esto es: Nosotros solamente somos gente. Esta respuesta nace de la soberbia con que miran al resto de aquellas naciones, como esclavos suyos; y con la misma lisura se lo dicen en su cara con estas formales palabras: Amucón paporóro intóto nantó: todas las demás gentes son esclavos nuestros. Esta es la altivez bárbara de esta nación cariba; y realmente trata con desprecio y con tiranía a todas aquellas gentes, rendidas unas, y otras temerosas de su yugo.

Los caribes castigan con la muerte el adulterio, cosa rara entre las naciones del Orinoco, que poco alto hacen en este delito, pues algunas llevan su compción (?)^{*****} hasta tener establecido el cambio de mujeres por tiempo convencional entre los contratantes.

En cambio usan la poligamia y Gumilla habla del jefe Jaguarica, que tuvo 30 mujeres, cada una de nación diferente.* Estas mujeres eran robadas a los pueblos vecinos, costumbre muy practicada por estos salvajes; y es fama que tenían tan pocas comunicaciones con ellas, que los hombres hablaban el caribe, y las mujeres sus respectivas lenguas maternas. El origen del matrimonio, después del comunismo de mujeres que sin duda existió en los primitivos tiempos, fue independientemente de toda consideración sagrada o social, el afecto

***** Se refiere a Cayena, capital de la Guayana Francesa.

* Alcedo dice que las márgenes del Vichada estaban pobladas de caribes, entre los cuales fundaron misiones los jesuitas en el siglo XVII, pero estos salvajes las destruyeron y mataron a varios padres.

***** Quizá es una forma castellanizada de *compecco*, pecar con.

mutuo o la simpatía; no tuvieron que ver en ello un consentimiento mutuo era inútil, y el matrimonio consistía, no en demostraciones amorosas por un lado, un tierno dévouement^{*****} por otro, sino en violencia brutal y en sumisión forzada.**

Es notable el descuido con que los caribes crían a sus hijos, pues de chicos los idolatran, y al crecer los abandonan y no los reprenden por temor de que al ser hombres los maten.

Entre los caribes, cuando alguno de sus capitanes muere, acostumbran colgarle acostado en una hamaca de algodón que suspenden de las dos puntas, y allí permanecen cerca de treinta días sus mujeres o concubinas remudándose para custodiarle sin cesar, no obstante el mal olor que desde el segundo día comienza a desprender el cadáver al entrar en putrefacción, particularmente en los climas cálidos de sus dominios; ellas no permiten que mosca ni insecto alguno se pose sobre el cuerpo de su señor, y al llegarse el día del entierro, los hijos y parientes del difunto, después de ponerle a un lado en la sepultura su arco, flechas, macana rodela y demás armas, le tienden al otro lado una de esas sus mujeres para que en la otra vida le cuide y acompañe, para lo cual encogen regularmente a la más anciana, o a la madre del hijo mayor al cual tocan en herencia las demás mujeres. Al año sacan los restos, y encerrados en una caja, los cuelgan de los techos de sus casas para perpetua memoria.

Entre los caribes, como entre los otomacos, giraras, aincos y sálibas, abundan mucho los indios altos, corpulentos y bien proporcionados.

Los caribes llaman a Dios o el Espíritu Superior, Quiyumocón, es decir nuestro padre grande, pero según hace notar el P. Gumilla, no está bien averiguado si esta voz tiene por objeto la causa primera o si se refiere al más antiguo de sus abolengos.

La numerosa nación caribe dividida en varias parcialidades que hablan el mismo idioma, podía poner, según nos dice Gumilla, en su tiempo, hasta 12.000 indios sobre las armas en las regiones del Orinoco y costa venezolana marítima de barlovento.

***** Alude a la abnegación.

** Véase Lubock. O. de la Civilz., p 96. Esta nota aparece en los folios r y v. (La grafía correcta es Lubbock. y el título de la obra citada es: El Origen de la civilización y la condición primitiva del Hombre.)

En sus matrimonios poco cuidado ponen en que sus mujeres sean o no parientas cercanas, escrúpulo que tienen otras parcialidades y especialmente la de los Betoyes.

Opina el P. Gumilla que de las islas de Barlovento se transportaron los caribes a la tierra firme de Paria, Santa Marta, Cabo de Vela a toda la costa actual de Venezuela y al Orinoco, en donde hoy se les encuentra en número considerable y lo mismo dice Alcedo. Aquellas islas se llamaron Caribales por que eran Caribes gran parte de los que las poblaban, y aun se conservan en algunas de ellas estos crueles salvajes, a quienes decretaron los reyes Fernando* e Isabel que por su barbaridad se les tratase como a esclavos. Apoya esta opinión la mucha afición que aun tienen como antiguo isleños a la continua navegación; se lanzan con increíble destreza, en piraguas rasas, hasta perder en el mar de vista la costa, llegan a la Martinica y otras islas de barlovento, y vuelven a la tierra firme sin riesgo de ahogarse; y si alguna oleada de tempestad les vuelve la piragua, hacen lo que Colón notó en su Diario; la ponen otra vez flotante, pues con los pies nadan y con las manos la enderezan.

Hoy han quedado, dice Alcedo, muy pocos que viven en tal cual isla, y la mayor parte en la Dominica que poseen enteramente.

Adoran un hombre que dicen fue increado y el primero de todos, que bajó del cielo, llamado Longuo, de cuyo ombligo nacieron algunos; y otros de una de sus piernas, que él mismo se abrió con un hierro; creen en la inmortalidad del alma y en un principio bueno y otro malo, y cuando muere alguno, entierran con él a sus esclavos y criados. Son polígamos, crueles y muy diestros en el manejo de las armas.

El citado autor dice también que esta nación está dividida en marítimos y mediterráneos; los primeros, que viven en las llanuras y costas del Atlántico, y los segundos, al sur del nacimiento del río Caroní; aquellos son los más crueles, que infestan los pueblos de las Misiones del Orinoco, y a quienes llaman también Galibis, y estos, de genio más pacífico, a quienes empezaron a reducir los regulares de la extinguida Compañía en 1738.*****

Los Caribes llaman Caribana la tierra que habitan. Los antiguos historiadores llamaban también por antonomasia Caribes a todos los indios antropófagos que se hallaban en

América. Se distinguieron siempre las razas descendientes de Caribes por su tendencia feroz a la antropofagia.

Fuera de los lobos, algunos peces y otros animales, los demás no se alimentan de sus semejantes, a no ser que sean impelidos por el hambre. En el hombre, por el contrario la antropofagia es instintiva, es un estado económico anterior a la protección individual, un periodo ovular de las sociedades rudimentarias, de que hay rastros entre las más remotas civilizaciones. Plinio, Strabon*****, Porfirio***** etc. demuestran que el canibalismo existía entre esclarecidos pueblos de la antigüedad. Los escitas, los judíos y los romanos se entregaban a veces a la antropofagia. Los sajonios fueron antropófagos cuando terminó la guerra de Treinta años. En Francia en 1030, se salía a caza de hombres para devorarlos; los parisienses en 1590 dieron ejemplos de canibalismo. En las Capitulares de Carlo Magno se hallan castigos impuestos a los comedores de gente. Está elevada a institución política y religiosa entre diversos pueblos la antropofagia. En la Polinesia, en Sumatra, en el África Central especialmente entre los Jagas; entre los salvajes de Brasil es también muy común el canibalismo.

Los Jumas, Parintintins, Mairunas, Miranhas y Pariquis son gentiles del valle del Amazonas de los más célebres como antropófagos, mas entre ellos solamente la venganza y el amor supremo arrastran al canibalismo una vez declarada la guerra entre dos tribus, los muertos y los prisioneros pertenecen al vencedor. Transforman los cráneos de aquellos en trompas, los huesos largos en membys bárbaros, las cabezas momificadas en trofeos, los dientes en collares; los prisioneros los engordan para comerlos. Estos indios jamás devoran a los de su misma tribu sino para darles dentro de sí un túmulo condigno de sus afectos.

Algunos de estos indios trafican con las Indias Holandesas y Francesas y participan de sus costumbres.

Eligen estos indios sus jefes por medio de asambleas generales y solamente cuando van a la guerra. En tiempos de paz, cada familia se rige a su antojo y no reconoce otra supremacía que la de la naturaleza. Tienen sin embargo, capitanes que son los principales de cada horda o tribu, y los que los conducen a la guerra bajo la dirección del jefe principal.

Lengua cariba

De esta lengua se derivan, según el P. Gumilla, conocedor profundo de los idiomas de la región del Orinoco, en donde

* Herrera. Decad. I. Lib. 6. Cap. 10.

***** Se refiere a los padres jesuitas expulsados de sus territorios por Carlos III.

***** Estrabón fue un viajero griego que vivió entre el año 58 a.C y 25 d. C. Es autor de una extensa Geografía.

***** Alude a Plinio El Viejo, autor de varios escritos científicos

vivió muchos años de misionero, la lengua guayana, la palenca, güiri, guayaquiri, mapuy y cumanagota; fuera de que casi todas las lenguas indígenas de la región oriental y norte de Sur América, se encuentran raíces o radicales de la lengua caribe.

Los caribes, dice Lafitan^{*****}, explican los eclipses suponiendo, ya que la luna está enferma, ya que ella ha sido atacada por enemigos; ellos tratan de prender a estos últimos por medio de danzas, gritos y agitando la crecelle^{*****} sagrada*

Los caribes, lo mismo que los pieles rojas, creen que cada hombre tiene más de un alma; las pulsaciones del corazón y de las arterias les han dado probablemente esta convicción, porque ellos miran estas pulsaciones como pruebas de vidas independientes. De ese modo explican la inconstancia del carácter.

En las mismas tribus en donde las ideas de una alma y de una vida futura están más desarrolladas, están lejos de tomar siempre la misma dirección que las nuestras.

[F r] Origen del nombre caribe

Don Carlos Calvo^{*****} halla entre los guaranis el significado de brujo, y asimila la palabra cariba a caraya, nombre dado al mono más grande de las selvas.

Descompone la palabra en cará que quiere decir habilidad, astucia, etc. y yá, ser disimulado.

Según Fernando Cardín^{*****}, caribe designaba entre algunos indios al santo o fetiché.

Marcgraff^{*****} dice que ese término significa tanto al sacerdote como al poder sacerdotal, etc. etc.

***** El padre Lafitan, por su estudio de los iroqueses, es considerado como el primer gran etnólogo, aunque es posterior a Bernardino de Sahagún.

***** Palabra francesa que significa Carraca.

* Laf. T 1. p 248, 252, History of the Caribbi islands p. 272. Defons. Travels in South America, t 1, p. 127.

***** Abogado y hombre público nacido en Uruguay pero llevado a los pocos años a Buenos Aires. Como diplomático, representó a Paraguay y Argentina en Alemania, Bélgica, Francia, Gran Bretaña, Rusia y Austria. Fue uno de los fundadores del Instituto de Derecho Internacional Público de Gante. Además fue miembro de la Academia de Ciencias Morales y Políticas del Instituto de Francia y de la Real Academia de la Historia de España.

***** Se trata del presbítero, Fernando Cardín y Materón, religioso Capuchino, Cura coadjutor y Beneficiado de la Villa de Dalías (provincia de Almería, Andalucía, España), muerto durante una epidemia de cólera-morvo, el 30 de Julio de 1855.

***** Georg Markgraf o Marcgraf, naturalista y astrónomo sajón na-

Antigüedades indígenas

Apuntes sobre la lengua caribe, tomados por un antiguo misionero del Orinoco cuyo nombre se ignora por haberse perdido las primeras páginas del importante manuscrito de que estas fijan hacían parte.^{*****}

L. M. J.

Verbos 1ª Conjugación

Soy: uguí. **Tu:** amecre caene. **Aquel:** image caene. **Vos:** anamozu caene.

2a **Yo cazo:** uguí apicaene. tu: amecaene apicaque. **Aquel:** moje naficane. **Vos:** anamoru aficateque. **Aquel:** maramarai naficane.

Yo duermo: yonifiai, tu: emecae nonifiai. **Aquel:** moge nonifiai. **Vos:** anamoru nonifiai.

Tengo sueño: mone poro huai. **Tengo mucho:** yuri sehuai.

Tengo calentura: yatu nai. tu: matunaneca. **Aquel:** moge natunane. **Vos:** ana natunane.

Yo estoy: uguí nai.

cido en 1611, es considerado como el explorador más importante de Brasil en el siglo XVII. Es autor de *Historia Naturalis Brasiliae*.

***** Cabe señalar que ninguno de los vocablos mencionados en este vocabulario coincide o se parece a los publicados por Marcos Jiménez de la Espada en su *Vocabulario de la lengua general de los indios del Putumayo y Caquetá*, dados a conocer en la Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos de Madrid en 1904.

Yo estoy bravo: Atasirabai. **Tu:** Atasicamanai. **Aquel:** Atasicamenai. **Nos:** atasica ananai. **Vos:** atasica menatei. **Aquel:** vocamuru atasicanai.

Estoy borracho: Yesinemai. **Tu:** Mesinemai. **Aquel:** Esinemai. **Vos:** Mesimatei **Nos:** Asia nesimaido. Mocamuru nesimane.

Yo tengo miedo: inomebai. **Tu:** inomemanai. **Aquel:** inome-nai. **Nos:** inane ananai. **Vos:** inane camanatei. **Aquel:** mocamuru inomenai.

M. D. M

Pronombres, nombres y verbos de la lengua caribe.

Pronombre

Yo: ugui. **Tu:** emeere. **Aquel:** moge. **Nos:** Ina. **Vos:** anamoru. **Aquellos:** mocamoru.

El dativo es como el nominativo pospuesta la partícula a: ya: //a. **mi:** ugui ia.

El ablativo con la pos porción mare que significa con de comp. o la pos porción que de con instrumental. **Conmigo:** ugui mare, ibasa que.

Nombres, sustantivos y adjetivos

Nominativo: Guiini: Hombre. **Genitivo.** Gui ini. **Dativo.** Guini ya **Vocativo:** Guiini. **Ablativo:** Guiini mare. Pl. Guiyamo. &a.

Guanin, mujer. Pl. Naozamo. Nota. La Z has de pronunciar como valenciano. Mi mujer dicen: Viti.

Bueno, buena, bueno. Malo mala malo

Cure, Cure, Cure Nepiosa

Relativos

Encé: el que mira.

Posesivos

Mio: ye. **Tuyo:** E. **Suyo:** Eninguirisi **Nuestros:** Anginguiriri

Vuestros: anamoru inguiriri. **De aquel:** mocamuru inguiriri.

Casa: mina, quitche, cuai.

Bara: cheve Aytinai, guacurima, Pucata abotari.

Estantillos: mina ejuru.

Bejuco: nimate.

Olla: arina

Plato: guajija

Tiesto: erijo

Chinchorro: iteti

Hacha o tiradera: Firehuare

Arco: hurraja

Flecha: Huirajariri

Estudios Etnológicos de Colombia

Indios Chocoos

CH

Indios Chocoos

“Habitan el las provincias de Antioquia que llaman equinociales; imitan en las trazas y traición (sic) [tradición] a los chimilas, aunque en las armas se diferencian, porque usan dardos de una braza. Son dilatadísimas y ricas estas provincias de oro, y aunque se han hecho muchas entradas en ellas por diferentes capitanes con gran copia de gente, y fundándose algunas ciudades, las han asolado los indios lastimosamente, y de ordinario han perecido a sus manos los capitanes más valerosos, como lo fueron Martín Bueno, Pereira y don Alejo de Andrada, que perdió la empresa con muerte irreparable de toda su gente, de que se hallan con tanta soberbia que no excusan de venir a las manos con los españoles sin ventajas de arides. No hay en todas ellas pueblo alguno reducido a nuestra santa fe, ni esperanza de que se reduzcan”. (Piedrahita).*****

Diccionario etnológico de Colombia.

Indios Caparras

C

Indios Caparras*****

“La provincia de Caparra, dice Cieza de León* está 12 leguas de la ciudad de Cartago, asentada en unas sierras muy ásperas rasas, sin haber en ellas montaña más de la cordillera de los Andes, que pasa por encima.”

Refiere el mismo autor que la raza de esta nacionalidad era robusta, hombres altos y de buen parecer con el rostro más alargado que los otros indios, y las mujeres también altas y fornidas.

Sus casas eran bajas y cubiertas con palma, y algunos de sus señores, bastante grandes. Dentro de estas, y en grandes bóvedas o cuevas construidas a propósito, enterraban los cadáveres de sus difuntos parientes, a los cuales acompañaban también a la tumba sus mujeres, sus armas, útiles de casa & &.

***** Resulta claro que el fraile etnólogo no estuvo en esta región y por ello, para su obra incluye, entre comillas, el texto de Lucas Fernández de Piedrahita.

***** Como en el caso anterior, el autor cita a Cieza de Leon, por no haber realizado observaciones directas en la región habitada por los indígenas caparras.

* La Chronica del Perú. Part. I, Cap. XXIII.

Cuando algunos de estos salvajes se sentía enfermo, los médicos, que a la vez eran sacerdotes y se decían tener relaciones y hablar con sus dioses, procedían a hacer grandes sacrificios, hasta que se mejoraba o moría el enfermo.

Eran muy dados a la borrachera, y tan viciosos en tomar chicha que, según Cieza de León “se bebe un indio de una asentada una arroba y más, no de un golpe, sino de muchas veces, y teniendo el vientre lleno de este brebaje, provocan a vómito, y lanzan lo que quieren, y muchos tienen con la una mano la vasija con que están bebiendo, y con la otra el miembro con que orinan.” En cambio, para la comida eran sobrios, lo cual dependía, sin duda, del mismo vicio.

Al tiempo de la conquista su principal soberano era Irrua, cacique que en otro tiempo había gobernado en un valle grande y poblado que se extiende entre las provincias de Carrapa y Quimbaya, pero que, a consecuencia de las continuas guerras que tienen que sostener con los habitantes de esta última, se vio precisado a abandonar su patria, y entró mañosamente en la de Carrapa, y como tirano y poderoso la dominaba casi toda.

En su territorio hay muchas minas de oro que entonces ellos explotaban, y fabricaban bellísimos vasos y piezas de este metal, que después se han encontrado en sus sepulturas y de que se servían para los usos domésticos y para beber la chicha de maíz.

Si los señores morían sin hijos entraba a gobernar la principal de sus mujeres, y muerta ésta, heredaba la corona el sobrino del muerto, como entre los chibchas, pobladores del valle de Bogotá; pero siempre que fuera hijo de una hermana, pues de otra manera se desconfiaba respecto a la nobleza de su sangre.

No tenían templos ni lugar alguno de adoración, pero sus agoreros se jactaban de hablar con los seres sobrenaturales en quienes crían.

Los nobles se casaban con sus sobrinas frecuentemente, y algunas veces hasta con sus hermanas, y practicaban la poligamia.

En la guerra eran feroces, y como los demás pobladores de esas regiones, antropófagos. Marchaban a la pelea ricamente adornados con coronas y brazaletes de oro, y llevaban al frente banderas de mucho color. Cieza de León dice: Yo ví una que dieron en presente al capitán Jorge Robledo, la primera vez que entramos con él en su provincia, que pesó 3000 y tantos pesos, y un vaso de oro también le dieron que valió 290, y otras dos cargas de este metal en joyas de muchas maneras; la bandera era una manta larga y angosta puesta en una vara llena de unas piezas de oro pequeñas, a manera de estrellas, y otras con tallo redondo”.

Eran sus vecinos los Quimbayas, en cuyo territorio se fundó a la ciudad de Cartago.

Diccionario Etnológico de Colombia Indios Catíos

C

Datos sobre los indios Catíos

Esta nación, una de las más notables que al tiempo de la conquista habitaban lo que es hoy el Estado de Antioquia, demoraba hacia la región occidental del río Cauca, y se componía de varias parcialidades agricultoras y bastante adelantadas en civilización.

El padre Simón***** dice sobre estos indios lo siguiente:

“Eran gente vestida y de más despabilado entendimiento; escribían sus historias en jeroglíficos pintados en mantas. Usaban de peso y medida. No usaban veneno en sus flechas y dardos. Querían mucho a sus hijos y mujeres, que eran más blancas que ellos y de buen parecer, y se adornaban con arracados y otras joyas de oro. No tenían santuarios, adoraban las estrellas y tenían confusa idea del diluvio. Creían en un Dios, en la inmortalidad del alma, algunos en la metempsicosis. Sus alimentos eran raíces nutritivas, pero sus tierras eran estériles para el maíz de que hacían sus bebidas.”

La provincia de los Culimas fue conquistada por el capitán don Lope de Orvico, don Antonio Toledo y don Gutiérrez de Ovalle, siendo entonces cacique “Ferama”, general de los ejércitos de los indios “Murca” y su oráculo “Parripari”. Fue fundada primeramente La Palma por Toledo en el sitio de “Manipi” y 3 años después trasladada al actual sitio por Gutiérrez de Ovalle con el nombre de Nuestra Señora de la Palma de la Ronda.

Diccionario Etnológico de Colombia Indios Coconucos

C

Datos sobre los indios Coconucos.

La antigua Provincia de Popayán estaba habitada por los indios algo civilizados Coconucos, Polindaras y Guambías,

***** Alude a Fray Pedro Simón y a sus *Noticias Historiales de las Conquistas de Tierra Firme en las Indias Occidentales*.

* Alcedo dice: Cucunuco. Montaña de la provincia y gobierno de Popayán, a levante, que siempre está cubierta de nieve; nace de ella el río Puracé y el de La Plata. Toma el nombre de una nación de indios, que la habitaba, de que ya no han quedado más que unos pocos, reducidos a la fe. Está en 2 grados 27 minutos de latitud boreal.

pero entre estas tres tribus sobresalía la de los primeros por ser más civilizada, y ejercer en cierto modo algún dominio sobre sus vecinas.*

Vivían los coconucos al oeste del punto donde hoy existe la ciudad de Popayán y su raza se conserva hasta la fecha casi en estado de completa pureza; una de sus principales poblaciones era la de Puben, nombre primitivo que daban a la mencionada capital. El idioma de estos indios se conserva también en nuestros días, y lo usan entre sí, valiéndose del castellano cuando necesitan entrar en negociaciones con los pobladores de las ciudades a donde salen. En este idioma está puesto en único verso en lengua india que se conserva entre nosotros; lo traen, el general Mosquera en su “Geografía de los Estados Unidos de Colombia” y el señor José María Vergara y Vergara en su “Historia de la Literatura en Nueva Granada”; fue hecho indudablemente después de la Conquista y demuestra que su autor o su pueblo, podrían haber hecho composiciones de mérito, y dignas de ser conservadas; este verso lo cantan todavía hoy los coconucos como canción, la cual puede muy bien inferirse que no es más que el triste recuerdo de la conquista que les sometió y de los tiempos en que empezaba a enseñarse la religión cristiana. Sabido es que los españoles ponían en la cima de los montes o cerros una cruz, y esta costumbre la han continuado los habitantes de los campos. La canción dice así:

Surubu loma
Nevin va
Canan cruz
Nigua gra

Cuya traducción es la siguiente:

Subí a una altura,
Allí me senté,
Encontré una cruz,
Me puse a llorar.

Como en su idioma no existe la palabra cruz, el indio adoptó la castellana, y por un cerro ponen loma, porque no tienen como expresar mejor su idea, pero el pensamiento se puede traducir así: “Allá en la altura, donde está la cruz, me siento a llorar mi desgracia”, y efectivamente los indígenas que saben castellano convienen en que eso es lo que ellos quieren decir con esas palabras de su lengua.

El sitio principal de residencia de los coconucos era el pintoresco valle de Coconuco que todavía conserva esa denominación, y en el que existe también el pueblo del mismo nombre, a cuyas inmediaciones hay aguas termales tibias y calientes. Por dicho valle va actualmente el camino que conduce a las altas explanadas de Paletará y nevados llamados igualmente de los Coconucos, de donde los descendientes

de los primitivos indígenas sacan semanalmente nieve para llevar a Popayán.

Estos descendientes, que como hemos dicho, conservan todavía puro el idioma de sus progenitores, conservan también en sus facciones el tipo de los antiguos indígenas de Coconuco.

Su estatura es pequeña, y su constitución generalmente es robusta. El color de estos indios es bronceado, y frecuentemente muy moreno; la boca grande, los labios gruesos y el inferior mucho más pronunciado que el superior, los pómulos algo salientes, nariz arqueada, pelo negro y muy lacio y mirada triste y expresiva a veces.

Marchan casi siempre cargados con enormes fardos de sus víveres o de nieve; son muy esforzados, y como los guajiros gustan mucho de la coca^{*****}, que van mascando constantemente mezclada con cal, y tienen grandes campos sembrados de esta planta.

Si la mirada de estos indios fuera más viva y tuviera más altanería, su parecido con los pieles rojas de los Estados Unidos sería completo, en la parte física. En la P. 2 de nuestro Atlas^{*****} se encuentra publicado un diseño del tipo de los coconucos.

Usan estos indios en el invierno unas capas fabricadas de fique y perfectamente cubiertas de paja larga y tupida que preserva por completo del agua. Las mujeres reemplazan las naguas por medio de una tira de bayeta que se envuelven a la cintura, y que aprietan por medio de una faja de pita con bonitas labores de color, que ellas mismas fabrican.

La montaña de Coconuco, de donde nace el río Puracé y el de la Plata, toma el nombre de la nación que la habita.

Vida nómada (Para los chiricoas y c^a.)

El hombre primitivo, el que no tenía por armas y por útiles sino la piedra tallada, vivía casi exclusivamente del producto de la caza. Como los salvajes de nuestros días, tenía necesidad de grandes espacios para asegurar su subsistencia. Además, le era necesario cambiar frecuentemente de territorio para seguir en sus emigraciones a los animales, para buscar comarcas en que la caza fuera más abundante y menos feroz que en los parajes de tiempos atrás habitados. Su vida era forzosamente nómada. Su instalación sumaria le costaba poco trabajo y la dejaba sin dolor; toda su fortuna consistía

***** Se refiere a la costumbre de consumir hojas de coca (*Erythroxylon coca*). El mambe es la mezcla de las hojas secas y tostadas con cal.

***** Infortunadamente este Atlas, donde están ilustrados los indígenas tratados, permanece refundido.

en algunos instrumentos groseros y algunas pieles de bestias. Unidos a esta necesidad de moverse por carencia de medios para hacer vida sedentaria, unidos el atractivo de los desconocido, el humor aventurero, la persecución de un ideal muy natural, un país rico en frutos y en caza, con cuya posesión, en esta vida y la otra, sueña el salvaje; así se explica cómo los primeros grupos humanos se alejaron de sus centros de origen.

Galería Etnológica Colombiana Indios Chiricoas

CH

Uno de los alimentos favoritos de estos indios, es la carne de Buios o Güios, grandes culebras o boas, lo que hace que en el verano anden en tropas trasegando lagunas y quebradas y los ríos Meta, Cravo, Guanapalo y otros. Persiguen también al armadillo que cogen sin otra diligencia que prender fuego a las sabanas en que tienen cuevas, y acá encuentran los vívares a cada paso y cavando en las madrigueras los sacan.

(Nota) Los datos de los Guajibos son aplicables a los Chiricoas.

Diccionario Etnológico de Colombia Indios Conchas

C

Indios Conchas

Los Conchas habitaban al Norte de Santa Marta y eran vecinos de los Tagangas.

Diccionario Etnológico de Colombia Indios Correguajes

C

Datos sobre los indios correguajes

Habitan los indios Correguajes entre los ríos Yarí, Caguán y Ortegusa, en el territorio del Caquetá. Andan sin vestido, pues solamente los hombres usan el fono que fabrican de corteza de maderas en forma de un cinturón, del que sale el delantal, y las mujeres casadas usan una concha de nácar pendiente por delante. Son bien formados, ágiles y buenos bogas; se dedican a la pesca y a la cacería dejando a cargo exclusivo de las mujeres el cuidado y las faenas del campo.

Su lengua es distinta de la de los Guaguas, pudiéndose decir, según Codazzi^{*****}, que es un dialecto de la de los Tamas,

***** Se trata de Agustín Codazzi, el director de la Comisión Corográfica.



Indios coreguajes con sus adornos, Acuarela de Manuel María Paz. No. 75.

con quienes se entienden. Viven sin gobierno, y cada familia, compuesta de 50 o 60 personas, se reúne en una o dos casas, a las orillas de los ríos o cerca de las lagunas. Extraen bastante cera blanca, con cuyo producto se procuran herramientas, chaquiras, &. Hombres y mujeres acostumbran quitarse las cejas haciendo uso para eso de una goma de un árbol, la cual al adherirse a estas partes, arranca los cabellos que las forman. Codazzi calculó su número en 1000.

Entre las láminas hechas por la Comisión Corográfica, y que existen en la Biblioteca Nacional, se encuentra una (No. 75) que representa tipos de indios correguajes con sus adornos, y de la cual hemos tomado la que se encuentra en la Pl. de nuestro Atlas y que da una idea de los tipos y aderezos de estos indios. También existe en la mencionada colección otra lámina, No. 97, que representa a dichos salvajes cazando con la bodoquera^{*****}. Ambas láminas, a la aguada, son incorrectas, tanto en el dibujo desproporcionado y duro, como en el colorido que es falso y chillón, pero son sin embar-

***** Se refiere a dos láminas elaboradas por Manuel María Paz en julio y agosto de 1857 en territorio del Caquetá.

go importantes por la idea que, a pesar de su imperfección dan, acerca del tipo, los vestidos, los adornos, instrumentos y costumbres de estos salvajes. En la primera, a las orillas de un caudaloso río están en el primer plano cuatro indios, uno tocando el tamborcillo, otro una especie de trompa y otro una flauta de tocar verticalmente o pífano de caña, mientras otro, con un arpón de chonta en la mano baila; todos llevan grandes collares de colmillos y de granaticos de colores, delantales cortos, cinturones de corteza, ligaduras de plantas aromáticas, capillos de plumas, llevan pendientes hasta aves enteras desecadas, diademas con plumas, y cruceros en el pecho. En el segundo plano hay tres mujeres, una de ellas con un niño en las espaldas, y un hombre. Van ellas más desnudas que ellos, pues su delantal es pequeñísimo y de forma triangular, que cubre apenas las partes genitales y sostiene atado en la cintura y por la entrepierna con cordones. Todos llevan en las orejas palillos; y el rostro, brazos y piernas están pintados de rojo.

En la segunda hay, entre un tupido bosque, un hombre que dispara una saeta por su cerbatana; el vestido es solamente



Indios coreguajes cazando con bodoquera. Acuarela de Manuel M. Paz. No, 97.

un fajón y el delantal, leva como los macaguajes, pendiente el el tarrillo con las flechas, y el calabacito de veneno. Otro indio, sentado en el tronco de un árbol espera. con la cerbatana vertical, y la saeta envenenada en la mano, seguramente a que tire el otro, para hacerlo luego él.

Los coreguajes usan en sus fiestas grandes adornos y siempre escogen para ellos los colores más vistosos; traen sobre la cabeza, los de rango más alto, una corona de una pulgada de ancho, hecha con las alas externas de un coleóptero verde, las cuales encajan, unas sobre otras. Por detrás pónense en esta corona, y paradas verticalmente, varias plumas grandes y de los más primorosos colores; cuélganse también de la cabeza varios pájaros disecados de los más bellos que han cogido, colgados de hilos con plumas, chaquiras y conchas de perla, y pepas silvestres de muchos matices.

El pelo lo tienen echado para atrás y lo sujetan con peines fabricados por ellos de palo y a manera de los que llamamos peines tupidos, a veces los construyen también de las fibras que dan las hojas de las palmas; hemos visto en el Museo Nacional de Bogotá, uno de estos peines, con adornos muy curiosos.

Sobre las orejas tienen palillos que proyectan a los lados de la cara y en cuyo extremo hay en cada uno un cordel con bellísimas y pequeñas plumas. Al cuello tienen sartaes de los colmillos de tigres y otros animales feroces que ellos mismos han de haber matado, y en lo cual puede bien conocerse el rango y valor del que los trae.

Píntanse la frente y las mejillas con caprichosas rayas rojas, lo mismo que los brazos y las piernas en los cuales se forman círculos de puntos y de rayas a manera de fajas que os rodean. Abajo de las rodillas se atan también lo mismo que en los brazos y las muñecas, en sus días de gala, con ramas de bejucos, cuerdas con hojas verdes y olorosas, las cuales forman un raro contraste sobre la piel rojiza de los salvajes y las listas rojas que los circundan.

Sus armas son la flecha y la macana, hechas del palo negro y duro que también llaman macana y púas de la misma madera, en forma de lanzones, y que construyen en agudísima punta.

Curioso es ver a los coreguajes en sus días festivos danzar al son de sus tambores, pífanos y trompas, haciendo sonar en confuso traqueteo todos sus cascabeles y caracoles.

Terciados sobre los hombros, y pasándoles por debajo de los brazos, llevan sartaes de piedrezuelas y cordones de colores, y sobre el pecho les cuelgan anchos collares azules y rojos, formados con cuentas de vidrio y cuando no las tienen, las

fabrican de semillas duras y relucientes, a lo cual añaden sargas de dientes de tigre, leones y monos y de frutas olorosas con que se cruzan el pecho y parte del cuerpo, completando los adornos, como ya dijimos, con brazaletes y ajorcas de hojas muy aromáticas que mantienen y renuevan cuidadosamente.

Los hombres llevan un fuerte y ancho cinturón de corteza de árbol que les ciñe el vientre y sujeta un pequeño delantal, mientras que las mujeres casadas se contentan con una concha de nácar, más por ostentación y distintivo de su estado, dice Codazzi, que por cubrir lo que las solteras dejan al aire libre.

Ponen estos indios mucho cuidado, y manifiestan ingenio en la fabricación de las bodoqueras, de dos y hasta tres metros de largo, hechas del tallo delgado de la palma llamada macana, perfectamente pulimentadas por dentro y aferradas por fuera con un compacto tejido de cuerda encerada. Tejen redes para la pesca, poniéndoles pedrezuelas en vez de plomo, de que carecen.

Sus fiestas consisten en bailes y borracheras, ya con ocasión de un casamiento, ya por el cumpleaños de un muerto, ora porque los adivinos prometen una buena cacería de puercos, ora después de ella o de una cacería hecha en común. No hay festín, no hay danza, no hay entierro en el que la chicha no haga el primer papel; sus danzas, monótonas al principio, se hacen bulliciosas con el licor; hombres y mujeres se exaltan, cantan y gritan hasta más no poder, y estas diversiones salvajes, que hacen su existencia en extremo feliz, se celebran al son de una especie de arpa, pitos, zampoñas, tambores y cornetas de barro cocido.

No se encuentra entre estos salvajes vestigio alguno de adoración ni culto, pues no se les conocen adoratorios ni ídolos, ni se les ha visto demostración alguna de culto, ni los casamientos tienen allí nada de religioso; los médicos, que también son sus adivinos, son muy venerados por estos bárbaros; son estos unos charlatanes y embusteros que se dicen conocedores del porvenir, y que son mirados con un respeto que casi puede llamarse supersticioso.

Sus caseríos se componen de miserables cabañas de techo cónico y sin más muebles que algunas olas y cántaros para la chicha.

Como dijimos al principio, una vez que los hombres derriban los árboles y preparan los terrenos para la siembra, cada año, dejan exclusivamente al cuidado de sus mujeres la dicha siembra y demás faenas del campo, porque tienen la preocupación de que así como ellas saben parir, deben también saber sembrar mejor para que la tierra pueda producir las semillas o raíces que se han depositado en su seno.

Cultivan la yuca, el plátano, las piñas, y unas pocas matas de caña y de maíz. En el verano extraen cera blanca para hacer sus pagos, pero a causa de su habitual pereza y vanidad, las empresas de estos salvajes avanzan poco, pues la mayor parte del día la pasan, como los afeminados salivas, tendidos en la hamaca, recreándose en el espejo, y pintándose el cuerpo con el achiote y la jagua. Y solo cuando se ven muy impedidos por la necesidad, salen a buscar en la pesquería y la caza un alimento que les dura pocos días. Tienen para ello embarcaciones más o menos grandes, y puertos señalados en los ríos que atraviesan su territorio. Pero sus canoas son sumamente incómodas, lo que agregado a la rapidez de aquellos ríos anchurosos de las soledades tan salvajes como sus habitantes, hace que sea insoportable la navegación para las personas que a ella no están acostumbradas.

Cuando se enferma algún indio, esperan tranquilamente en la hamaca la hora de la muerte; llegada esta, la mujer, hijos y parientes del difunto, pintan cuidadosamente todo el cuerpo, y presididos de una vieja, que marcha tocando un mate, dan vuelta al rededor del difunto, ostentando los hombres cucharas, macanas, arcos de flechas, bodoqueras y cuantas armas tienen. Durante esta ceremonia cantan y lloran, arrojando los trastos del difunto a la candela; si el difunto dejó algunos animales, los matan, y si algunos sembrados, los arrancan. En seguida lo llevan en la hamaca en que murió, al monte, y allí lo dejan colgado para que se lo coman los animales y queden limpios los huesos. Cuatro o cinco días después van a recogerlos, y la persona más allegada trae la cabeza a las espaldas, colgada de una cuerda, mientras llegan con la carga fúnebre preparan una hoguera de caimito verde, donde arrojan los huesos y guardan su ceniza para pintarse con ella, teniendo el primer derecho los parientes. Esta ceremonia sirve para olvidar la memoria del que murió un año antes, y así concluyen los tres días de esta fiesta, en los cuales han agotado una gran cantidad de chicha y bailado sin interrupción.

En un curioso cuaderno publicado en 1855 en Popayán, por los señores José M. Vergara y Vergara y Evaristo Delgado, cuyo título es: "Los indios del Andaquí. Memorias de un viajero." por el presbítero Manuel María Albis, Sacerdote que recorrió el Caquetá, Se encuentran noticias muy importantes sobre estos y otros indios. De allí hemos tomado algunos datos para nuestro trabajo, y el pequeño vocabulario de la lengua correguaje que a continuación insertamos:

- A -

Aca,	Perdiz
Achi,	Hermano
Anameo,	Rayo
Anoco,	Sapallo, Aullama
Anzo,	Yuca
Aña,	gusano, culebra.

- C -			
Caá,	Lienzo	Guaneyo,	Cuñado
Cagüi,	Manzana	Guaten,	Machete
Cajorosó,	Oreja	Guati,	Diablo
Capai,	Aguacate	Guao,	Mono volador
Casegui,	Calzón	Guce,	Casa
Cata,	piedra	Guetio	Guineo
-Ch-		Gueco,	Loro
Chaca,	Caraguaja	- I -	
Chai,	Tigre	Inchi,	Peña
Chajio,	Maduro	Incocho,	Rabo
Chao,	Barro	Insijema,	Te regalo
Chao,	Nutria	- J -	
Chausense,	Cerrillo	Jamuchai,	Perro
Chaipué,	Hilo	Jaque,	Taita
Chichi,	Viscaino	Jao,	Hoja, gavilán
Chimenú,	Lengua	Jaore,	Hamaca
Chipo,	Bofe	Jentequechepiú,	Brazo
Choa,	Tierra	Jeoñi,	Bodoquera
Choachoqui,	Batea	Jete,	Mano
Choacurí,	Oro (metal)	Jeteigachapa,	Flauta
Choje,	Primo	Jie,	Canasto
Choque,	Canoa	Jinquepuí,	Nariz
Chú,	Algodón	Jochagüi,	Enaguas
- C -		Joja,	Pez bocachico
Coami,	Malo	- M -	
Coe,	Tortuga	Maá,	Guacamaya
Cijjiní,	Dientes, muelas	Maguatí,	Cuchillo
Coapi,	Pié	Maja,	Cera
Cop,	Guaraja	Majapai,	Pariente
Cucharí,	Cuchara	Manoco,	Estrella
Cuejepí,	Huevo	Mayeme,	Ardita
Cuiña,	Camarana	Mayuso,	Sábalo
Cura,	Gallina	Meca,	Guadua
Curisocó,	Plata	Mecó,	Temblón
- D -		Miño,	Dedo
Daimué,	Viene	- N -	
Daña,	Cabello	Naicagua,	Espejo
Dea,	Duro	Naje,	Nieto
Decocho,	Corazón	Narajá,	Naranja
Domi,	Mujer	Naso,	Mono churuco
- E -		- Ñ -	
Ea,	Chaquira	Ñacountigue,	Cejas
Eamochíe,	Te quiero	Ñama,	Venado
Eeco,	Malva	Ñamaredeome,	Bueno
Eemuri,	Mono cotudo	Ñancoca,	Ojos
Ense,	Sol	Ñonse,	Picudo
Entesará,	Camisa	Ñayenteca,	Pescuezo
Emiud,	Hombre	- O -	
- G -		Ocaraimé,	Aguacero
Guaí,	Carne	Ocho,	Murciélagos
		Ochoguai,	Dentón

Oco,	Agua
Ocopo,	Empeine
Ocopui,	Calabazo
Ocoroyai,	Caimán
Ocotei,	Mate
Ocucurume,	Trueno
Oje,	Pecho
Ojecho,	Teta
Oguai,	Bagre
Oo,	Plátano

- P -

Pai,	Gente
Paimanzo,	Bracilargo
Paimia,	Luna
Petó,	Dátil
Pio,	Ají
Pito,	Anzuelo
Popoi,	Lechero
Punza,	Achiote

- Q -

Queneme.	Cielo
Quegue,	Danta
Quitasaio,	Gallinaza
Queguate,	Peña
Quesene,	Lanza

- S -

Sañú,	Vamos
Sarapuid,	Horqueta
Scajeu,	Coge
Sea,	Garrapatero
Semeñu,	Hígado
Seme,	Mansa
Setegui,	Nalgas
Siapue,	Frente
Siacha,	Río
Sii,	Hijo
Sijope,	Cabeza
Sincapuid,	Rodilla
Siguati,	Negro
Sio,	Chagra
Sinsi,	Caña
Sima,	Veneno
Sotoro,	Olla
Sotoquiquichó,	Olleta
Sueno,	Ruana
Sunguiñi,	Espinazo
Supó,	Hacha
Suí,	Paujil

- T -

Tanque,	Mico
Tantatu,	Hombro
Tea,	Gaviota

Tecoqueti,	Vaso
Toapi,	Pierna
Tochachai,	Tigrillo
Tocorogua,	Codo
Totoreagua,	Plato
Toro,	Lagartija
Turupí,	Mochila
Tuiro,	Sombrero
Tuapi,	Canilla
Tutu,	Viento

- U -

Ua,	Sal
Uchepe,	Gorda
Ujepui,	Papaya
Uje,	Sardina
Uncupó,	Tórtola
Umu,	Mochilero

Diccionario Etnológico de Colombia Indios Cunas

C

Datos sobre los indios cunas.

Hacia la desembocadura del río Atrato, y en la costa y la serranía que se hallan sitiadas al oriente del Golfo de Urabá, habitaban antiguamente y habitan aun los indios Cunas, los cuales van en sus correrías hasta las márgenes del río Carepa. Encuéntraseles también hacia la parte occidental de dicho golfo, en donde estuvo situada la Antigua del Darién, y en casi todos los bosques de la vecina cordillera.

Los antiguos vecinos de esta tribu numerosa y compuesta de varias parcialidades, eran los Mandingas y Anachunas que vivían desde la costa de San Blas hasta el golfo de Urabá en las costas del Darién y en toda la antigua provincia de este nombre; hoy parece que de esas nacionalidades no quedan descendientes, y que solamente los indomables caimanes acompañan a los cunas en sus bosques y comparten con ellos y las fieras el imperio de esas vírgenes soledades. Allí se han conservado independientes de todo poder extraño; trafican con los extranjeros, mas sin que ese comercio sea causa para que ellos abandonen las costumbres ni olviden las tradiciones de sus antepasados.

Las poblaciones cunas son muy numerosas, pero todas están unidas entre sí por alianzas ofensivas y defensivas. Se rigen por un cacique o jefe, que ordena los trabajos públicos y comunes y a quien dan todos parte de sus ocupaciones; empero, parece que su mando es solamente temporal y que es electivo.

Tienen además médicos y adivinos que hacen también de sacerdotes. Estos son por lo común ancianos, y en su derredor se juntan todos los días los indios para oír la tradición de los sucesos pasados y las pasadas guerras, lo mismo que las proezas militares de sus mayores. Es de esta manera como los cunas conservan su historia, la cual, grabada de este modo profundamente en la memoria de todos, les es más provechosa y conocida, y contribuye en gran manera a conservar en ellos el espíritu de libertad e independencia que tanto amaron sus mayores.

Estos augures, que como ya dijimos, son también los médicos, pasaban antiguamente, en el desempeño de esta última misión, por pruebas terribles. Los maliciosos indígenas tenían establecido que, cuando uno de sus jefes u hombres principales se enfermaba, el médico tenía el deber de tomar la mitad de todos los medicamentos que prescribía; en el caso de morir el paciente, introducíanle en la boca un polvo compuesto de fragmentos de sus uñas, de un puñado de su cabello, y de una misteriosa planta, conocida solamente por ellos, y preguntábanle si el médico había tomado exactamente los remedios. Tenían sus señales especiales para conocer cuando era positiva la respuesta y cuando no lo era, y en este último caso, vigilábase al falso Esculapio durante los funerales, y terminados estos, los parientes del difunto lo apaleaban, sacábanle los ojos y le mutilaban horrorosamente.

Son estos indios de regular estatura, cuerpo bien formado y robusto, frente alta, ojos algo oblicuos, nariz saliente, boca grande, labios gruesos, cara ancha, cabello muy negro y liso, piel cobriza y mirada expresiva.

Andan por el campo, desnudos, pero al entrar a los poblados se visten algo, para lo cual llevan consigo su sencillo traje en un cesto. Cuando están en los bosques se limitan a cubrirse el cuerpo con pintura de base de orellana o de chica, que se obtiene de las bignonias y produce una fécula de color rojo, que es la que los indígenas utilizan como tinte. El árbol llamado chica, es de hojas lustrosas de color carmesí. Puestas estas a cocer al fuego, despiden su color tan espeso, que dejándolo reposar algunos días, se halla una masa roja que era la que los indígenas empleaban y aun emplean para pintarse ellos y pintar sus mantas.

Los antiguos cunas, como casi la totalidad de las tribus indígenas americanas, usaban la bodoquera o cerbatana en sus cacerías, además de la flecha. El veneno que a sus dardos aplicaban, de una ranilla que es muy abundante en toda la región del Chocó. El doctor Saffray, que tuvo ocasión de examinar científica y detenidamente este animal, dice que es la especie *Phyllobates melanorrhinus*, cuyo veneno solo ejerce su acción sobre los órganos locomotores, y mata, como el curare, por asfixia. Es este gekco, de unas tres pulgadas de largo, dorso amarillo con manchas rojas, los ojos grandes

y negros, y una mancha del mismo color en la nariz. Los indios conservan esta rana, o una variedad de vientre negro, en nudos de bambú, de donde la sacan cuando la necesitan, y atándola a una rama verde, la exponen a un fuego lento, en donde se cubre de un moho blanquecino, y luego de un aceite amarillo, que recogen frotando la piel de la víctima; muchas veces las ranas sobreviven a esta terrible operación, y nuevamente guardadas les sirven para otras ocasiones.

Los egipcios conocieron también una especie venenosa de gekco, del cual se servían para envenenar también sus dardos, circunstancia que de paso anotamos, por ser tantas las semejanzas que contribuyen a hacer creer que, entre las colonias que poblaron la América, vino precisamente una emigración egipcia. (Véase "La Patria", nos. 20 y sigs. Primera memoria sobre las probabilidades de la venida de una emigración egipcia a América muchos siglos antes de la Conquista.).

Actualmente los cunas que sostienen ya algún comercio con las poblaciones de las márgenes del Atrato, han cambiado sus rústicas armas por las de fuego que consiguen en cambio de conchas y productos de sus vírgenes bosques. Cumplidores exactos de sus promesas y contratos, y teniendo además la gran ventaja de su situación sobre la costa del golfo de Urabá, mantienen igualmente con los navegantes extranjeros, y aprenden a bordo de sus buques la marina costanera.

Estiman muchísimo las escopetas inglesas principalmente, y a cambio de ellas, de pólvora, municiones, ropa, herramientas, espejos, cuantas de vidrio y aguardiente, dan sus maderas, su caucho y demás resinas, el carey que obtienen en abundancia por medio de la constante pesca de la tortuga que lo produce, los cocos, la tagua o marfil vegetal, el maíz y todas sus otras producciones.

Activos en sus especulaciones, pasan estos indios de las cabeceras de los ríos Tarena, Caquí y Anquí al Tapalisa o Paya, tributario del Tuira que cae al Chucunaque. Por el río Quía pasan al Neque, que cae al Tuira, y por el el Truandó van al Juradó, sobre el Pacífico, en el estado de Panamá, donde hay muchos cunas que fabrican embarcaciones, las que llevan a vender a las poblaciones costaneras.

La caza y la pesca suministran a estos indígenas, junto con el producto de sus siembras, lo necesario para vivir. Dejan a la manera de los chocoes, las cosechas fáciles al cuidado de sus mujeres, tomando ellos a su cargo los desmontes y trabajos que requieren un esfuerzo mayor.

Los cunas han sido llamados también cunacunas, lo cual ha dado lugar a que se crea por muchos, que estas son dos tribus

diferentes, pero estos no eran sino dos nombres diferentes aplicados a una misma nación; hemos hallado la confirmación de esto en un documento manuscrito e inédito que existe en la Biblioteca Nacional, y el cual prueba claramente lo que dejamos dicho. Es este, el contenido en el volumen II de manuscritos de la Sección “Pineda” y en el cual aparece una carta dirigida al rey de España en el año 1787 por varios miembros del Cabildo de la ciudad de Cali, pidiendo se adjudique la misión de los Cunas o Cunacunas, “que se sitúan inmediatos a la provincia del Citará del gobierno del Chocó,” a los religiosos del Convento de San Francisco de Cali, por haberse acabado, a consecuencia de las viruelas, la que tenían a su cargo estos religiosos en la provincia del Raposo, y quedar muy distante de ellas la de Caquetá, que en reemplazo de esta se les había adjudicado.

Los cunas fueron en otro tiempo temibles por su ferocidad y continuos ataques, tanto para los que navegaban las aguas del Atrato, como para los habitantes de las poblaciones situadas en las cercanías de este río. El pueblo de Pavarandó, por ejemplo, fue completamente destruido y saqueado en los últimos años del siglo pasado, motivo por el cual lo abandonaron sus moradores, lo mismo que al de Urabá. Según refería un anciano que vivía todavía en 1853, y que fue de los pocos que se escaparon, se sabe que motivó este suceso, el haber azotado y expulsado el alcalde de Paravandó a unos indios; este corrió y dio el aviso a sus compañeros de tribu, quienes un día al amanecer atacaron y destruyeron por completo el pueblo, y después, cuando se estableció una aduana en la isla del muerto, hacia las bocas del Atrato, todavía manifestaban su rencor molestando a los empleados de dicha oficina, y haciéndoles comprar por temor, cantidades dobles y aun triples de víveres para su manutención.

Todavía, en la actualidad, después de haber sido ocupado el territorio de los cunas por tantas personas, y en tan repetidas ocasiones, les causa desagrado el que algún extranjero se establezca en él, mas debe tenerse en cuenta que ha dado origen a su odio, la conducta aleve de los aventureros, quienes en diversas épocas se han apoderado violentamente de los esfuerzos industriales de los indígenas, y han violado todos sus derechos.

El lenguaje cuna, que estos indígenas hablan, ha sido hasta la fecha poco estudiado. Sin embargo, hemos visto la gramática y vocabulario de dicho idioma que el señor doctor José Vicente Uribe, que habitó algún tiempo entre estos indios, ha escrito en unión del muy ilustrado y distinguido literato, señor Dn. José María Quijano Otero. Esta obra no será ya simplemente un estudio comparativo, como las que los antiguos misioneros escribieron en los primeros tiempos de la Conquista y colonización, sino que también tendrá su parte verdaderamente filosófica; ella vendrá a dar una página más,

con las Celedón y Uricoechea, a la filosofía colombiana, y contribuirá, sin duda, a demostrar la unidad de raíces de todas las lenguas indias derivadas según lo creen autoridades literarias de primer orden, de una lengua madre única, a pesar de las grandes diferencias que a primera vista se notan entre unas y otras, diferencias producidas, según lo opinan Humboldt y otros sabios, del grande aislamiento en que vivían casi todas las nacionalidades americanas, las cuales, bajo la influencia de climas diferentes y situaciones topográficas distintas, tuvieron con el tiempo diversidad de idiomas, de costumbres y de religiones. La lengua cuna parece que es inmediatamente derivada de la caribe, pues es casi un hecho demostrado hoy, que hubo en épocas lejanas una comunicación entre las diversas secciones del Continente Suramericano, y que las naciones guaraní y quechua ejercieron una gran influencia sobre los pueblos del norte. La nación Caribe, desde el Amazonas, el Ríonegro y el Orinoco, hasta las Antillas, participó de la civilización de esas dos naciones. La topografía de la región oriental, con sus inmensas llanuras, en donde el Orinoco y el Amazonas se dan un solitario abrazo, facilitó por medio de ellas y de sus caudalosos ríos, la emigración que vino del sur, dando lugar a nuevas nacionalidades y a la importación de vocablos que más o menos adulterados han llegado hasta nosotros sin perder su tipo y origen primitivos. En este caso se halan las sílabas hua y gua, de origen guaraní y quechua respectivamente, y aceptadas y propagadas por los caribes, las radicales del agua, para, y quiare, uni, y otras raíces de las cuales ha quedado el sello en multitud de nombres propios desde Paraguay (río de las coronas según Ruiz Montoya, y gran río, según otros), hasta Panamá, corrupción de Paramá (agua abundante en peces).

Contribuye a comprobar esta creencia, además de las razones filológicas, el haberse conservado entre los cunas, los tai-ronas, los guajiros y demás habitantes indígenas de la costa Atlántica, las costumbres bélicas y el valor indomable de los feroces caribes, valor que les ha hecho conservar hasta hoy su independencia.

En el Chocó se conservan todavía una gran cantidad de palabras y nombres geográficos indígenas. Así, por ejemplo, desde la misma palabra chocó, todas las acabadas en ó aguda son de origen cuna; la terminación do quiere decir río en este idioma; por ejemplo Murindó (nombre que aun llevan un río y un pueblo), significa río del oro (murin, oro, dó, río).

Probable es que el nombre Atrato sea una corrupción de Atradó. Significando río la terminación dó, ella tiene que ser mas abundante en los nombres indígenas de estos y así la hallamos en : Amburibidó, afluente del Atrato, Aporó, Apurimiandó, Buchadó, Baudó, Corredó, Chintadó, Chichadó, Chigiridó, Chaquinandó, Catugadó, Chuigó, Curundó, Cardó, Chandó, Chiguarrodó, Capurandó, Cuchadó, Dogadó,

Dopordó, Dotenedó, Docoró, Doroputó, Guaitadó, Humadó, Juradó, Merendó, Mongudó, Ogadó, Urodó, Nagaradó, Partadó, Taridó, Vigudó, Taparó, Tundó, Tumbutumbudó, Tutunendó, Saudó, Pató y más de cien más.

Posteriormente se han fundado poblaciones a orillas de esos ríos, y ellas han tomado los nombres de estos; también es probable que varios pueblos cuyos nombres tiene dicha terminación, existieran desde el tiempo de los primitivos indígenas con las mismas denominaciones de hoy; entre nombres de poblaciones tenemos los siguientes: Antadó, Baudó, Bagadó, Lloró, Murindó, Quibdó, Tadó &. En cuanto a los demás nombres geográficos, puede atribuírseles el mismo origen, así, la laguna Truandó, es formada por el río de este nombre; igual cosa sucede con la laguna Pacurucundó. La misma cosa puede decirse de los cerros y montañas, como Iró, Tengadó, Yarapetó, Baudó &.

Es muy notable, y contribuye a corroborar lo dicho ya atrás sobre unidad de origen de las lenguas americanas, el que se

encuentren algunas raíces comunes entre las lenguas de pueblos tan separados como lo estaban los cunas y los chibchas, y sin embargo, estas raíces comunes existen; así por ejemplo Nemocón, lamento del león entre los chibchas significa la misma cosa entre los cunas con solo el cambio del con en cun y quirá que entre aquellos era asiento (v.g. Zipaquirá, asiento del Zipa), también lo es entre estos.

Agradecimientos

Expreso mi sincero agradecimiento al reverendo Padre Luis Carlos Mantilla Ruiz O.F.M., quien me facilitó el manuscrito objeto de este trabajo.

Recibido: 22 de marzo de 2013

Aceptado para su publicación: 4 de junio de 2013

BOTÁNICA

CACTACEAE DE SANTA MARTA, MAGDALENA, COLOMBIA

Eduino Carbonó-Delahoza *, Ana Barros-Barraza **, Joaquín Jiménez-Vergara ***

RESUMEN

Carbonó-Delahoza E., A. Barros-Barraza, J. Jiménez-Vergara: Cactaceae de Santa Marta, Magdalena, Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. **37** (143): 177-188, 2013. ISSN 0370-3908.

Se presenta una sinopsis de la familia Cactaceae de la región de Santa Marta, Magdalena, Colombia, que incluye claves para las especies, nomenclatura actualizada, observaciones taxonómicas e información sobre nombres vernáculos. Se registran trece especies que representan diez géneros pertenecientes a las subfamilias Cactoideae, Opuntioideae y Pereskioideae.

Palabras clave. Cactaceae, Santa Marta, Taxonomía, zonas secas.

ABSTRACT

A synopsis of the plant family Cactaceae from the region of Santa Marta, Magdalena, Colombia, is presented. Keys to the species, updated nomenclature, taxonomic observations and information on vernacular names are provided. Thirteen species in ten genera belonging to the subfamilies Cactoideae, Opuntioideae and Pereskioideae are registered for the region.

Keywords. Cactaceae, Santa Marta, Taxonomy, drylands.

Introducción

La familia Cactaceae Juss incluye entre 100 y 150 géneros y de 1866 a 2000 especies (Stevens 2001, Godínez-Álvarez *et al.* 2003) y es considerada endémica del continente americano, excepto por la ocurrencia de *Rhipsalis baccifera* (J. S. Muell.) Stearn como especie nativa en los paleotrópicos; no obstante, muchas de sus especies han sido introducidas

alrededor del mundo (Britton & Rose 1963). La familia presenta tres grandes centros de diversificación, así: sudoeste de los Estados Unidos y el desierto central mexicano, el sudoeste de la región andina de Argentina, Perú y Bolivia y la caatinga del oriente de Brasil (Ogburn & Edwards 2010), y caracteriza a los ambientes áridos y semiáridos, aunque algunos géneros son plantas epífitas de selvas húmedas.

* Herbario UTMC, Universidad del Magdalena, Carrera 32 No. 22-08, Santa Marta-Colombia. eduinoc@yahoo.com, eduinochz@gmail.com

** Especialista en Biología. adoba65@hotmail.com

*** Especialista en Biología. joaquinjimenezvergara2010@gmail.com

La clasificación de la familia ha sido controversial debido al amplio rango de variabilidad entre las especies y a multiplicidad de conflictos nomenclaturales y taxonómicos (Croizat 1943, 1944, Britton & Rose 1963). En las últimas décadas, como resultado del trabajo colaborativo de un grupo amplio de botánicos del mundo, se ha elaborado un listado de géneros (Taylor 1997) con base en el cual se han preparado catálogos de nombres específicos que intentan superar esa gran confusión taxonómica. Investigaciones filogenéticas moleculares recientes han contribuido con nuevas hipótesis e interpretaciones acerca de las relaciones naturales y tendencias evolutivas dentro de la familia, información que ha permitido clarificar aspectos acerca de la edad, la diversificación y la clasificación general del grupo (Edwards *et al.* 2005, Griffith & Porter 2009, Nyffeller & Eggl 2010, Arakaki *et al.* 2011, Bárcenas *et al.* 2011, Hernández-Hernández *et al.* 2011, Majure *et al.* 2012).

En Colombia se han contabilizado 27 géneros y 83 especies (Fernández-Alonso & Estupiñán 2005). Los 27 géneros representan a tres de las cuatro subfamilias integrantes de Cactaceae (Nyffeller & Eggl 2010, Bárcenas *et al.* 2011, Majure *et al.* 2012). La mayor diversidad de Cactáceas en el país está en los valles secos interandinos donde se han registrado 42 especies (Ruíz *et al.* 2002), en la región Caribe se encuentran 12 géneros y 26 especies y subespecies (Rivera Díaz & Rangel-Ch. 2012), varias de ellas de ocurrencia común en la zona seca de baja altitud de la región de Santa Marta (Schnetter 1968, Cleef 1984, Lozano 1986).

A pesar de que se cuenta con numerosos estudios de la riqueza y composición florística del bosque seco tropical de la región Caribe colombiana, la familia Cactaceae constituye un taxón de características morfológicas, fisiológicas, ecológicas y taxonómicas poco estudiadas en nuestro medio. Esa carencia de un inventario florístico actualizado que permita el conocimiento de la diversidad y composición de la familia en la región fue el objetivo del trabajo presente; con el estudio se propuso contribuir al conocimiento de la flora de cactus en los alrededores de Santa Marta y elaborar una clave que permita la identificación de las especies.

Materiales y métodos

El área de estudio corresponde a la faja de tierra localizada entre el mar y las estribaciones noroccidentales de la Sierra Nevada de Santa Marta, que en algunos sitios alcanza solo algunos cientos de metros de ancho, incluida en lo que Sarmiento (1976) definió como "Caribbean Dry Lands", presente en forma casi continua a lo largo de la costa desde la península de Araya en Venezuela (64 ° W) hasta cerca de Cartagena, Colombia (75 ° W), en tanto, Sudgen (1982) la llamó "zona seca del Caribe" que abarca desde la isla de Tri-

nidad hasta el norte de Colombia, caracterizándose por tener una precipitación menor a 1000 mm y tiempo seco durante buena parte del año.

La cobertura vegetal predominante en esta zona está formada por bosques y matorrales de piso isomegatérmico, con caracteres xeromórficos pronunciados, paisaje que es común sobre el litoral de los departamentos de La Guajira, Magdalena, Atlántico, Bolívar, Córdoba y Sucre (Ruíz *et al.* 2002), cuyas características fisonómicas y florísticas son definidas como las de un zonobioma subxerofítico tropical (Hernández-C. & Sánchez-P. 1992).

Las asociaciones vegetales y su distribución en el área de Santa Marta dependen de las propiedades del suelo, el microclima y la influencia antrópica. Estas asociaciones muestran un rango de variación que va desde una vegetación baja, de pequeños matorrales abiertos de características semidesérticas, hasta un bosque seco que surge en lugares donde la disponibilidad de agua retenida por el suelo es más favorable y las especies arbóreas pueden alcanzar alturas hasta de 12 y 15 m. (Schnetter 1968). La flora está integrada, especialmente, por especies de las familias Leguminosae, Cactaceae, Euphorbiaceae, Burseraceae y Capparaceae (Dugand 1970, Sarmiento 1976).

Este estudio se realizó con base en la recolección de material botánico obtenido en salidas de campo entre el occidente del Parque Nacional Natural Tairona, municipio de Santa Marta y el oriente de la Isla de Salamanca, municipio de Pueblo Viejo; en la revisión de las colecciones de Cactáceas depositadas en el Herbario de la Universidad del Magdalena (UTMC) y en información obtenida de bibliografía especializada. Se analizó el área de distribución general de las especies presentes y el hábitat en que se registra su presencia. La nomenclatura se actualizó con la base de datos THE PLANT LIST (<http://www.theplantlist.org>). Las claves elaboradas para las especies se basan en los límites de variación morfológica encontrados en la zona de estudio para estos taxones.

Resultados

Se encontraron trece especies de Cactaceae, que se incluyen en diez géneros. Los géneros registrados son pertenecientes a las subfamilias Cactoideae (*Cereus*, *Hylocereus*, *Melocactus*, *Pilosocereus*, *Pseudorhipsalis*, *Rhipsalis*, *Stenocereus*) Opuntioideae, (*Nopalea*, *Opuntia*) y Pereskioideae (*Pereskia*). Los géneros *Cereus* y *Pereskia* son los más diversificados con dos especies cada uno, de los demás, se registra una especie. Tres de las especies crecen como epífitas en la región.

Tratamiento Taxonomico

Cactaceae

Plantas de tallos generalmente suculentos, en ocasiones leñosos (*Pereskia*) con hojas bien desarrolladas, alternas, simples o arbustivas, herbáceas o epífitas afilas, con o sin espinas. Tallos columniformes, globosos o aplanados. Hojas usualmente muy reducidas, caducas y cilíndricas. Las ramas con estructuras circulares o alargadas y esponjosas llamadas aréolas donde generalmente nacen las hojas y espinas; en el género *Opuntia* las aréolas con pelos cortos irritantes llamados gloquídios.

Flores generalmente solitarias en cada areola o algunas veces, como en *Pereskia*, formando grupos. En algunos géneros nacen en una estructura terminal formada por una masa de pelos y cerdas conocidas como cephalium donde se forma una inflorescencia; frecuentemente grandes y vistosas, perfectas, regulares o algunas veces irregulares; tépalos generalmente numerosos y en espiral, más o menos vistosos y petaloides, o frecuentemente los exteriores más sepaloides pero no evidentemente diferenciados; todos más o menos unidos en la base para formar un tubo o hipanto. Perianto epígino de segmentos erectos y expandidos de prefloración imbricada en diferentes formas y colores. Estambres comúnmente numerosos cortos o alargados en una secuencia espiral o en grupos; anteras pequeñas, oblongas, tetrasporangiadas y bitecadas, abriéndose por una hendidura longitudinal. Ovario ínfero (en algunas especies de *Pereskia* las flores periginas y el ovario súpero), unilocular y con óvulos números, anátropos; estilo corto o alargado; estigma con dos o más lóbulos. Fruto usualmente indehiscente, carnoso, baciforme raramente seco o dehiscente abriéndose por un opérculo o un poro basal; semillas numerosas rectas o curvadas, embrión con dos cotiledones y sin endospermo verdadero.

Clave de las especies de la familia Cactaceae e Santa Marta

1. Plantas terrestres o arraigadas en el suelo.....2
- 1'. Plantas epífitas.....11
2. Plantas de tallos leñosos y hojas desarrolladas3
- 2'. Plantas de tallos suculentos, sin hojas o con ellas reducidas4
3. Árbol silvestre, hojas obovadas, flores amarillas, frutos esféricos*Pereskia guamacho*
- 3'. Árbol cultivado, hojas elípticas, flores rojas, fruto truncado*Pereskia bleo*
4. Tallos de contornos cilíndricos con costillas, cortos en forma de barril o alargados, areolas sin gloquídios5

- 4'. Tallos aplanados, areolas con gloquídios.....10
5. Tallos cortos, globosos, con cefalio blanquecino.....
.....*Melocactus curvispinus*
- 5'. Tallos alargados, cefalio ausente.....6
6. Tallos reclinados, poco ramificados, de 3 a 7 costillas.....7
- 6'. Tallos erguidos, ramificados, de 8 a 9 costillas.....8
7. Tallos de 3 a 4 costillas, areolas sin lana, fruto espinoso
.....*Acanthocereus tetragonus*
- 7'. Tallos de 6 a 7 costillas, areolas lanosas, fruto liso, sin espinas.....*Cereus fricii*
8. Areolas superiores con abundante lana, espinas delgadas, aciculares.....*Pilosocereus lanuginosus*
- 8'. Areolas superiores sin lana, espinas fuertes y gruesas....9
9. Ramas desde la base generalmente formando constricciones marcadas, areolas con más de 15 espinas, frutos sin espinas.....*Cereus repandus*
- 9'. Ramas desde la base sin constricciones, areolas con menos de 15 espinas, fruto espinoso.....*Stenocereus griseus*
10. Planta silvestre, areolas con 2 a 3 espinas, flores amarillas
.....*Opuntia caracassana*
- 10'. Planta cultivada, areolas sin espinas, flores rojas.....
.....*Nopalea cochenillifera*
11. Tallos con tres costillas, espinas cónicas.....
.....*Hylocereus costaricensis*
- 11'. Tallos sin costillas, cilíndricos o aplanados.....12
12. Tallos cilíndricos, delgados*Rhipsalis baccifera*
- 12'. Tallos aplanados, festoneados en los márgenes.....
.....*Pseudorhipsalis amazónica*

1. *Acanthocereus* (Engelm. ex A. Berger) Britton & Rose,
Contr. U. S. Natl. Herb. 12 (10): 432. 1909.

Tipo: *Acanthocereus baxaniensis* (Karw.) Borg.

Plantas terrestres de 2 a 4 m de altura; tallos suculentos, erguidos a reclinados, poco ramificados, áfilos, angulosos, con articulaciones. Ramas arqueadas y más o menos trepadoras, con 3-4-5-6 costillas. Areolas sin gloquídios, con lana corta o sin ella y con varias espinas fuertes. Una flor de tubo largo (10 a 25 cm) y delgado en cada areola, con pocas areolas sostenidas por pequeñas escamas. Fruto espinoso o desnudo, carnoso, rojo, con numerosas semillas.

Distribución y hábitat: Género de 7 especies usualmente establecidas en bajas altitudes y en regiones semidesérticas del sur de Estados Unidos, México, América Central, las islas del Caribe, Venezuela y Colombia, también se conoce del Brasil.

1.1 *Acanthocereus tetragonus* (L.) Hummelinck, *Succulenta* (Netherlands) 20: 165. 1938.

Nombre vulgar: Pitahaya.

Sinónimos: *Acanthocereus pentagonus* (L.) Britton & Rose, *Contr. U. S. Natl. Herb.* 12: 432. 1909; *Acanthocereus colombianus* Britton & Rose, *Cact.* 2: 122. 1920; *Acanthocereus pitajaya* (DC.) Dugand ex Croizat, *Caldasia* 2: 135. 1943.

Distribución y hábitat: Se encuentra en Florida y Texas, Cuba, Dominica, Grenada, Guadalupe, Martinica, Antillas Holandesas, St. Lucia, Trinidad and Tobago, México, Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Colombia y Venezuela. Ha sido naturalizada en Australia y Nueva Caledonia. Crece por debajo de 500 m de altitud.

Material examinado: MAGDALENA: Isla de Salamanca, 4 m, 3 sep 2000, J. Jiménez & A. Barros 80 (UTMC), 3 sep 2000, A. Barros & J. Jiménez 082, 083 (UTMC), 8 oct 2000, A. Barros & J. Jiménez 109 (UTMC); Pueblo Viejo, Alrededores de Tasajeras, 22 jul 1966, Romero-Castañeda 10307 (UTMC); Santa Marta, Cerro La Llorona, 45 m, 3 jul 2000, A. Barros & J. Jiménez 65, 66 (UTMC), 30 m, 3 jul 2000, A. Barros & J. Jiménez 067 (UTMC), Neguanje, cerca a la playa, 20 m, 1 oct 2000, A. Barros & J. Jiménez 086 (UTMC).

2. *Cereus* Mill., *Gard. Dict.* Abr. 308. 1754.

Tipo: *Cereus hexagonus* (L.) Mill.

Plantas de tallos generalmente engrosados, columnares, erectos, de contornos cilíndricos, algunas veces cortos en forma de barril, con seis a ocho costillas, areolas sin gloquidios, con más de 15 espinas, con lana corta pero nunca con pelos largos. Ramas desde la base, generalmente formando constricciones marcadas. Flores nocturnas, infundibuliformes, con tubo casi siempre desnudo. Ovario con unas pocas escamas desnudas en sus axilas. Fruto carnoso, liso, rojo, raramente amarillo, sin espinas, frecuentemente comestible.

Distribución y hábitat: Género distribuido en América del Sur y el Caribe.

2.1. *Cereus fricii* Backeb., *Monatsschr. Deutsch. Kakteen-Ges.* 2: 164. 1930.

Nombre vulgar: Cardón.

Sinónimos: *Cereus russelianus* Otto, *Cact. Hort. Dyck. ed.* 2: 201. 1850; *Pilocereus russelianus* (Otto) Rumpler; Foerster. *Handb. Cact. Ed.* 2. 682. 1886; *Cephalocereus russelianus*



Figura 1. *Cereus fricii* Backeb. Rama en floración.

(Otto) Rose, *Stand. Cycl. Hort.* 2: 715. 1914; *Subpilocereus russelianus* (Rumpler) Backeb. *Beitr. Sukkulantenk. Sukkulantenpflege* 1941: 59 1941; *Cephalocereus fricii* (Backeb.) Borg, *Cacti ed.* 2: 149. 1951.

Distribución y hábitat: Crece en zonas áridas y bosques secos del norte de Sudamérica, en Venezuela y Colombia.

Material examinado: MAGDALENA: Pueblo Viejo, Isla de Salamanca, 4 m, 8 oct 2000, A. Barros & J. Jiménez 101, 103 (UTMC); Santa Marta, Cerro San Fernando, 145 m, 27 mar 2000, A. Barros & J. Jiménez 044 (UTMC), Cerro La Llorona, 45 m, 30 may 2000, A. Barros & J. Jiménez 053, 054 (UTMC), 85 m, 11 jun 2000, A. Barros & J. Jiménez 061 (UTMC); 35 m, 7 ago 2000, A. Barros & J. Jiménez 68 (UTMC), Neguanje, cerca de la playa, 60 m, 1 oct 2000, A. Barros & J. Jiménez 092 (UTMC).

2.2. *Cereus repandus* (L.) Mill., *Gard. Dict. ed.* 8. 5. 1768.

Nombre vulgar: Cardón.

Sinónimos: *Cactus repandus* L., *Sp. Pl.* 467 1753; *Cactus peruvianus* L., *Sp. Pl.* 467. 1753; *Cereus lanuginosus* Mill., *Gard. Dict. ed.* 8. 3. 1768; *Cereus russelianus* Salm-Dyck, *Cact. Hort. Dyck* (1849). 201 (-202). 1850; *Cereus margaritensis* J. R. Johnst., *Proc. Amer. Acad. Arts* 40: 693. 1905; *Cereus grenadensis* Britton & Rose, *Cact.* 2: 18, 223. 1920; *Cereus remolinensis* Backeb., *Monatsschr. Deutsch. Kakteen-Ges.* 2: 162. 1930; *Pilocereus fricii* Backeb., *Möller's Deutsche Gärtn.-Zeitung* 45: 81. 1930; *Cereus atroviridis* Backeb., *Neue Kakteen* 69. 1931; *Acanthocereus horribarbis* (Salm-Dyck) Borg, *Cacti* 133. 1937; *Subpilocereus margaritensis* (J.R. Johnst.) Backeb., *Beitr. Sukkulantenk.*

Sukkulentenpflege 1941: 60. 1941; *Subpilocereus repandus* (L.) Backeb., *Cact. Succ. J. (Los Angeles)* 23: 123. 1951; *Subpilocereus grenadensis* (Britton & Rose) Backeb., *Cactac.: Handb. Kakteenk.* 4: 2383. 1960.

Distribución y hábitat: Se encuentra en Grenada, Aruba, Curazao, Bonaire y América del Sur. Crece en zonas áridas y bosques secos. Naturalizado en el sudeste de Francia.

Material examinado: MAGDALENA: Pueblo Viejo, Isla de Salamanca, 4 m, 8 oct 2000, A. Barros & J. Jiménez 106, 107 (UTMC); Santa Marta, Don Jaca, 27 dic 1966, Romero-Castañeda 10776 (UTMC), Punta de Gaira, 100 m, 20 mar 2000, A. Barros & J. Jiménez 026 (UTMC), cerros al este de Gaira, 140 m, A. Barros & J. Jiménez 028 (UTMC), Cerros al este de Taganga, 100 m, 20 mar 2000, A. Barros & J. Jiménez 024 (UTMC), Cerros del Rodadero, camino a Punta Gaira, 40 m, 4 mar 2000, J. Jiménez & A. Barros 124, 125 (UTMC), Cerro La Llorona, 65 m, 23 abr 2000, A. Barros & J. Jiménez 033 (UTMC), Cerros del Rodadero, cerca al Ziruma, 40 m, 5 mar 2000, A. Barros & J. Jiménez 014 (UTMC), Cerro San Fernando, 230 m, 27 may 2000, A. Barros & J. Jiménez 046 (UTMC).

3. *Hylocereus* (A. Berger) Britton & Rose, *Contr. U.S. Natl. Herb.* 12(10): 428. 1909.

Tipo: *Hylocereus triangularis* (L.) Britton & Rose

Plantas trepadoras o más frecuentemente epífitas. Tallos alargados, decumbentes, normalmente con tres costillas y ramas que emiten raíces aéreas entre las costillas. Areolas prominentes con fieltro y varias espinas cortas. Flores muy grandes, nocturnas en forma de embudo. Ovario y el tubo con grandes escamas foliáceas pero no espinas. Los segmentos del perianto similares a las escamas del tubo pero más largas. Fruto con varias o muchas escamas foliáceas, comestible, con semillas negras.

Distribución y hábitat: Las especies son nativas de México, Honduras, Guatemala, Costa Rica, Cuba, Haití, República Dominicana, Jamaica, Puerto Rico, Grenada y en el noroeste de Sudamérica en Colombia y Venezuela. Varias especies tienen frutos comestibles y son cultivadas.

3.1. ***Hylocereus costaricensis*** (F.A.C. Weber) Britton & Rose, *Contr. U. S. Natl. Herb.* 12: 428 1909.

Nombre vulgar: Cardón marica

Sinónimos: *Cereus trigonus* var. *costaricensis* (Britton & Rose) F.A.C. Weber, *Bull. Mus. Hist. Nat. (Paris)* 8: 457. 1902; *Cereus costaricensis* (Britton & Rose) A. Berger, *Kakteen* 122, 337. 1929.

Distribución y hábitat: Se encuentra desde Nicaragua, Costa Rica y Panamá hasta Perú. Crece en bosques secos desde el nivel del mar hasta 1500 de altitud. Es cultivada por el fruto comestible.

Material examinado: MAGDALENA: Santa Marta, Neganje, cerca de la playa, 5 m, 1 oct 2000, J. Jiménez & A. Barros 96, 97, 113 (UTMC). 1 oct 2000, A Barros & J. Jiménez 099 (UTMC), 16 oct 2000, A Barros & J. Jiménez 112, 113 (UTMC); Santa Marta, Alrededores de la Universidad, 30 ago 1996, E. Carbonó 3340A (UTMC).

4. *Melocactus* Link & Otto, *Verh. Vereins. Beförd. Gartenbaues Königl. Preuss. Staaten* 3: 417. 1827.

Tipo: *Melocactus communis* (Aiton) Link & Otto

Plantas solitarias o en grupos; globulares o un cilindro corto, una sola coyuntura con 9 a 20 costillas; areolas con grupo de espinas. Inflorescencias en una masa compacta de pelos y cerdas formando un cephalium en el extremo superior de la planta, frecuentemente muy grande y alargado. Flores pequeñas, tubulares. Fruto desnudo, rojo o raramente blanco.

Distribución y hábitat: El género tiene cerca de 40 especies que crecen en matorrales secos y abiertos, desde el nivel del mar hasta 2500 m de altitud. Se ha registrado en México, El Salvador, Puerto Rico, Cuba, Islas Vírgenes, Española, Haití, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil.

4.1 ***Melocactus curvispinus*** Pfeiff. subsp. *lobellii* (Suringar) Fern. Alonso & Xhonneux, *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 26 (100): 353-365. 2002.

Nombre vulgar: Gorro de obispo.

Sinónimo: *Melocactus lobellii* Suringar, *Verh. Kon. Akad. Wetensch. Amst.* 2 (5): 7, t. 1.1. 1896.

Distribución y hábitat: Crece en matorrales secos y abiertos por debajo de 1000 m de altitud. Se registra del norte de Colombia en Magdalena y La Guajira y en el norte de Venezuela.

Material examinado: MAGDALENA: Santa Marta, Cerros al norte de Bastidas, 120 m, 16 mar 2000, A. Barros & J. Jiménez & 031 (UTMC), Cerros del Rodadero, cerca del Ziruma, 60 m, 8 mar 2002, J. Jiménez & A. Barros 17 (UTMC), Cerros del Rodadero. Trayecto cerro Ziruma-Balneario turístico del Rodadero, 60 m, A. Barros & J. Jiménez 16 (UTMC), Cerro San Fernando, 20 m, 16 abr 2000, A. Barros & J. Jiménez 048 (UTMC), Cerro San Fernando, 140 m, 27 may 2002, J. Jiménez & A. Barros 47 (UTMC).

5. *Nopalea* Salm-Dyck, *Cact. Hort. Dyck.* 64. 1850.

Tipo: *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck.

Arbustos o árboles, con tronco distinguible. Ramas aplanadas, carnosas (cladodios), generalmente estrechas. Areolas con lana blanca, gloquídios y a menudo con espinas. Flores originadas en las areolas en general cerca de los bordes de las ramas aplanadas. Sepaloides y petaloides de color rojo o naranja, erectos, adpresos sobre los estambres y el estilo y estos mas largos que el perianto. Fruto carnoso, en general inerme y con abundantes semillas ariladas.

Distribución y hábitat: El género tiene 10 especies, probablemente originarias del sur de México o norte de Centroamérica (Guatemala). Algunas son ampliamente cultivadas en muchas regiones del mundo.

5.1 *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck, *Cact. Hort. Dyck.* 64. 1850.

Nombre común: Tuna.

Sinónimos: *Cactus cochenillifer* L., *Sp. Pl.* 468. 1753.; *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill., *Gard. Dict. (ed. 8) Opuntia* No. 6. 1768; *Opuntia cochinelifera* (L.) Mill. *Gard. Dict. ed. 8.* 6. 1768. *Nopalea cochenillifera* (L.) Lyons. *Pl. Nam.* 261. 1900.

Distribución y hábitat: Cultivada y naturalizada en muchas regiones del mundo para utilizarla como forraje, cerca viva y ornamental. Puede crecer del nivel del mar hasta 1500 m.

Material examinado: MAGDALENA: Santa Marta, Barrio Los Naranjos, 20 m, 20 oct 2000, A. Barros & J. Jiménez 118 (UTMC).

6. *Opuntia* Mill., *Gard. Dict. Abr.* vol. 2. 1754.

Tipo: *Opuntia vulgaris* Mill.

Tronco definido o más frecuentemente ramificado desde la base. Ramas expandidas y reclinantes, articulaciones aplanadas o cilíndricas. Areolas con gloquídios, usualmente con espinas y hojas muy reducidas en las ramas jóvenes. Flores una en cada areola, de perianto amarillo a rojizo, abierto en la antesis. Ovario usualmente con espinas y gloquídios. Frutos en baya, espinosos o desnudos, globulares, ovoides o elipsoides.

El nombre *Opuntia* se originó de una ciudad de Grecia donde dice crecían algunas plantas parecidas a cactus. Las especies son numerosas y muy diversas han sido agrupadas por diferentes autores en varios géneros, por ejemplo: *Austrocylindropuntia*, *Brasiliopuntia*, *Cylindropuntia*.



Figura 2. *Opuntia caracassana* Salm-Dyck. Rama con flor abierta.

Distribución y hábitat: El género tiene cerca de 200 especies que crecen naturalmente desde Massachusetts y Columbia Británica hasta el sur en el estrecho de Magallanes; varias han sido naturalizadas convirtiéndose en invasoras de zonas áridas de Australia, la región Mediterránea y África. Algunas especies están distribuidas en toda América.

6.1. *Opuntia caracassana* Salm-Dyck, *Cact. Hort. Dyck.* 238. 1850.

Nombre vulgar: Tuna, arepa.

Sinónimo: *Opuntia wentiana* Britton & Rose, *Cact. 1:* 116. 1919.

Distribución y hábitat: Es una especie común en el norte de Sudamérica en Colombia y Venezuela. Crece en matorrales secos y abiertos por debajo de 1000 m.

Material examinado: MAGDALENA: Ciénaga, 8 feb 1962, *Romero-Castañeda 9204* (UTMC); Santa Marta, Cerros al norte de Bastidas, 175 m, 12 mar 2000, A. Barros & J. Jiménez 021 (UTMC), Cerros al norte de Bastidas, 160 m, 12 mar 2000, A. Barros & J. Jiménez 022 (UTMC), Cerro de El Cundí, 50 m, 2 feb 2000, A. Barros & J. Jiménez 001, 002, 003, 004, 005 (UTMC), Cerros al este de Gaira, 85 m, 9 abr 2000, A. Barros & J. Jiménez 029 (UTMC), Cerro La Llorona, 80 m, 23 abr 2000, A. Barros & J. Jiménez 034 (UTMC), Cerros del Rodadero cerca al Ziruma, 56 m, 27 feb 2000, A. Barros & J. Jiménez 008, 009 (UTMC), Cerros del Rodadero cerca al Ziruma, 20 m, 30 abr 2000 A. Barros & J. Jiménez 036 (UTMC), Cerro San Fernando, 20 m, 27 may 2000, A. Barros & J. Jiménez 043 (UTMC), Cerros del Rodadero camino a Punta Gaira, 40 m, 4 mar 2001, A. Barros & J. Jiménez 121, 122 (UTMC), Neguanje cerca a la playa, 60 m, 1 oct 2000, A. Barros & J. Jiménez 093 (UTMC).

7. *Pereskia* Mill., Gard. Dict. Abr. 3. 1754.

Tipo: *Pereskia aculeata* Mill.

Arbustos de ramas leñosas, trepadoras leñosas o árboles de hasta 20 m, con areolas en las que se forman grupos de espinas y hojas. Hojas alternas carnosas o no, persistentes o caedizas durante las épocas secas. Flores solitarias o en grupos, blancas, amarillas, magentas o rojas. Frutos esféricos de hasta 5 cm de diámetro, a veces con pequeñas hojas alrededor. Semillas regularmente negras.

Distribución y hábitat: El género tiene 17 especies distribuidas desde México, América Central, las islas del Caribe y Sudamérica, en Guyana, Venezuela, Colombia, hasta el este de Brasil, norte de Argentina, norte de Uruguay, Perú y Bolivia. Generalmente crecen en bosques secos y matorrales espinosos, secos y abiertos, sin embargo por lo menos una especie (*P. bleo*) puede crecer en bosque húmedos.

7.1 *Pereskia bleo* (Kunth) DC., Prodr. 3: 475. 1828.

Nombre vulgar: Bleo de chupa, guamacho extranjero, rosa cachaca.

Sinónimos: *Cactus bleo* Kunth, *Nov. Gen. Sp.* 6: 69. 1823; *Pereskia panamensis* F.A.C. Weber, *Dict. Hort.* 2: 939. 1898; *Rhodocactus bleo* (Kunth) F.M. Knuth, *Kaktus-ABC* 97. 1935; *Pereskia corrugata* Cutak, *Cact. Succ. J. (Los Ángeles)* 23: 173. 1951. *Rhodocactus corrugatus* (Cutak) Backeb., *Cactaceae* 1: 118. 1958.

Distribución y hábitat: Especie nativa de Centroamérica, probablemente de Panamá. Crece en bosques secundarios por debajo de 500 m de altitud en Colombia y Venezuela. Cultivada como ornamental tiene algunos usos en medicina tradicional.

Material examinado: COLOMBIA: sin localidad, 26 abr 1963, *Romero-Castañeda* 9749 (UTMC), MAGDALENA: Santa Marta, Colinas del Pando, 15 m, 12 dic 2000, *J. Jiménez & A. Barros* 117 (UTMC).

8.2 *Pereskia guamacho* F.A.C. Weber, *Dict. Hort.* 2: 938. 1898.

Nombre vulgar: Guamacho.

Sinónimos: *Pereskia colombiana* Britton & Rose, *Cact.* 1: 17. 1919; *Rhodocactus colombianus* (Britton & Rose) F.M. Knuth, *Kaktus-ABC* 97. 1935; *Rhodocactus guamacho* (F.A.C. Weber) F.M. Knuth, *Kaktus-ABC* 97. 1935.

Distribución y hábitat: Crece desde México hasta el norte de Sudamérica. En Venezuela y Colombia se encuentra en bosques secos y muy secos por debajo de 500 m de altitud.



Figura 3. *Pereskia guamacho* F.A.C. Weber. Flor.

Material examinado: MAGDALENA: Isla de Salamanca, 4 m, 8 oct 2000, *J. Jiménez & A. Barros* 108 (UTMC); Pueblo Viejo, alrededores de Tasajeras, sin fecha, *Romero-Castañeda* 10308 (UTMC); Santa Marta, Cerros al norte de Bastidas, 85 m, 28 may 2000, *A. Barros & J. Jiménez* 049, 050 (UTMC), Cerros al este de Gaira, 65 m, 30 abr 2000, *A. Barros & J. Jiménez* 037, 038 (UTMC), Cerros al este de Taganga, 10 m, 31 may 2000, *A. Barros & J. Jiménez* 055, 056, 057 (UTMC), Cerro La Llorona, 65 m, 21 may 2000, *A. Barros & J. Jiménez* 040 (UTMC), Cerros La Llorona. Al sur, cerca de las colinas del Pando, 65 m, 21 may 2000, *A. Barros & J. Jiménez* 41 (UTMC), Neguanje, 15 m, 1 oct 2000, *J. Jiménez & A. Barros* 95 (UTMC). Neguanje, 4 m, 16 oct 2000, *J. Jiménez & A. Barros* 110 (UTMC).

8. *Pilosocereus* Byles & G.D. Rowley, *Cact. Succ. J. Gr. Brit.* 19(3): 66. 1957.

Tipo: *Pilosocereus leucocephalus* (Poselger) Byles & G.D. Rowley

Planta terrestre; ramas columnares alargadas, con costillas y areolas espinosas. Areolas de la parte superior del tallo con lana abundante formando estructuras parecidas a almohadillas pero no un verdadero cefalio. Flores acampanadas o infundibuliformes, nocturnas. El tubo floral con escamas, sin espinas. Frutos globosos, carnosos con abundantes semillas negras.

Distribución y hábitat: El género tiene distribución amplia en zonas tropicales de América y la cuenca del Caribe, con el centro de diversificación en el este de Brasil. Las 36 especies que lo integran son comunes en bosques secos y deciduos, algunas son cultivadas.



Figura 4. *Pilosocereus lanuginosus* (L.) Byles & G.D.Rowley.
Rama en floración.

8.1 *Pilosocereus lanuginosus* (L.) Byles & G.D. Rowley, *Cact. Succ. J. Gr. Brit.* 19: 67. 1957.

Nombre común: Cardón pastelito.

Sinónimos: *Cactus lanuginosus* L., *Sp. Pl.* 467. 1753; *Cereus lanuginosus* (L.) Haw., *Syn. Pl. Succ.* 182. 1812; *Pilocereus lanuginosus* (L.) Rumpler & C.F. Först., *Handb. Cacteenk.* (ed. 2) 2: 672. 1886; *Cephalocereus columbianus* Britton & Rose, *Contr. U. S. Natl. Herb.* 12: 416. 1909; *Cephalocereus lanuginosus* (L.) Britton & Rose, *Contr. U. S. Natl. Herb.* 12: 417. 1909; *Cereus colombianus* (Rose) Vaupel, *Monatschr. Kakteenk.* 23: 23. 1913.

Distribución y hábitat: Se encuentra en Trinidad, Aruba, Bonaire, Curazao, Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú. Crece en bosques secos y matorrales espinosos.

Material examinado: MAGDALENA: Santa Marta, Cerro La Llorona, 65 m, 4 jun 2000, A. Barros & J. Jiménez 059 (UTMC), Cerro La Llorona, 70 m, 4 jun 2000, A. Barros & J. Jiménez 060 (UTMC), Cerro La Llorona. Cerca a la antena de RCN radio, 35 m, 7 ago 2000, A. Barros & J. Jiménez 69 (UTMC), Cerro San Fernando, 125 m, 27 may 2000, A. Barros & J. Jiménez 042 (UTMC), Neguanje, cerca de la playa, 20 m, 1 oct 2000, A. Barros & J. Jiménez 087 (UTMC), Neguanje, cerca de la playa, 60 m, 1 oct 2000, A. Barros & J. Jiménez 091 (UTMC) Cerro San Fernando, 125 m, 27 may 2000, J. Jiménez & A. Barros 042 (UTMC).

9. *Pseudorhipsalis* Britton & Rose, *Cactaceae* 4: 213. 1923.

Tipo: *Pseudorhipsalis alata* (Sw.) Britton & Rose

Epifítica, ramificada con articulaciones alargadas y aplanadas, márgenes crenadas. Flores solitarias sobre areolas laterales, estrechamente campanuladas, con un tubo definido,

corto, de igual o mayor longitud que el limbo. Ovario y fruto globulares, con varias escamas. Semillas negras.

Distribución y hábitat: Género con 6 especies distribuidas en América Central y el Caribe, una especie crece en Sudamérica. Las especies son comunes en zonas húmedas, por debajo de 1000 m de altitud.

9.1 *Pseudorhipsalis amazonica* (K.Schum.) Ralf Bauer, *Haseltonia* 9: 101. 2002.

Nombre vulgar: Calaguala

Sinónimos: *Wittia amazonica* K.Schum., *Monatschr. Kakteenk.* 13: 117. 1903; *Wittia panamensis* Britton & Rose, *Contr. U. S. Natl. Herb.* 16: 241. 1913; *Disocactus amazonicus* (K.Schum.) D.R. Hunt, *Cact. Succ. J. Gr. Brit.* 44: 2. 1982; *Wittiocactus panamensis* (Britton & Rose) Rauschert, *Taxon* 31: 559. 1982; *Wittiocactus amazonicus* (K. Schum.) Rauschert, *Taxon* 31(3): 559. 1982; *Pseudorhipsalis amazonica* subsp. *panamensis* (Britton & Rose) Ralf Bauer, *Haseltonia* 9: 106. 2002.

Distribución y hábitat: Se distribuye en Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Brasil. Crece en bosques húmedos por debajo de 500 metros de altitud.

Material examinado: MAGDALENA: Santa Marta, Camino de Constante a Pueblito, 100-400 m, 2 may 1959, *Romero-Castañeda* 8026 (UTMC), Cuenca del río Mendihuaca, 80 m, 30 jul 2001, J. Jiménez & A. Barros 123 (UTMC).

10. *Rhipsalis* Gaertn., *Fruct. Sem. Pl.* 1: 137. 1788.

Tipo: *Rhipsalis cassytha* Gaertn.

Plantas epifíticas que crecen en bosques húmedos de tierras bajas, a veces litofíticas. Muy ramificadas, ramas cilíndricas y delgadas, péndulas, en algunos casos aplanadas o angulosas, regularmente carentes de espinas, o estas presentes sólo en estados juveniles. En una especie los tallos y frutos con cerdas. Flores solitarias, muy pequeñas, segmentos del perianto delgados y escasos, por lo regular blanquecinas, a veces con tintes amarillentos o rojizos. Fruto pequeño, carnoso, globular, casi siempre sin espinas.

Distribución y hábitat: Género con 35 especies que se encuentran en Centro América, parte del Caribe y el norte de Sudamérica, con mucha diversidad en Brasil. Es el único género con ocurrencia natural fuera de América, encontrándose en África, Madagascar y Sri Lanka. Común en bosques húmedos a muy húmedos.

10.1. *Rhipsalis baccifera* (J. S. Muell.) Stearn, *Cact. J. (Croydon)* 7: 107. 1939.

Nombre común: No se registra ningún nombre local.

Sinónimos: *Cassytha baccifera* J. S. Muell., *Sexual Syst. Linn. Class. 1: ord. 1. 1771*; *Cactus pendulus* Sw., *Prodr. Veg. Ind. Occ. 77. 1788*; *Cassytha polysperma* Aiton ex Gaertn., *Fruct. Sem. Pl. 1: 137. 1788*; *Rhipsalis cassutha* Gaertn., *Fruct. Sem. Pl. 1: 137. 1788*; *Rhipsalis parasitica* (Lam.) Haw., *Syn. Pl. Succ. 187. 1812*; *Rhipsalis parasiticus* Haw., *Syn. Pl. Succ. 205, 1812*; *Rhipsalis fasciculata* (Willd.) Haw., *Suppl. Pl. Succ. 83. 1819*; *Cactus caripensis* Kunth, *Nov. Gen. Sp. 6: 66. 1823*; *Cactus cassythoides* Moç. & Sessé ex DC., *Prodr. 3: 476. 1828*; *Cereus caripensis* (Kunth) DC., *Prodr. 3: 467. 1828*; *Cassytha baccifera* Mill. ex DC., *Prodr. 3: 476. 1828*; *Cereus quadrangularis* Pfeiff., *Enum. Diagn. Cact. 106 1837*; *Hariota cassytha* Lem., *Cact. Gen. Sp. Nov. 75. 1839*; *Cereus parasiticus* Haw. ex Steud., *Nomencl. Bot. ed. 2, 1: 335. 1840*; *Cereus bacciferus* (J.S.Muell.) Hemsl., *Biol. Cent.-Amer., Bot. 1: 548. 1880*; *Rhipsalis prismatica* (Lem.) Rumpler, *Handb. Cacteenk. (ed. 2) 884. 1885*; *Rhipsalis minutiflora* K. Schum., *Fl. Bras. 4(2): 271. 1890*; *Rhipsalis pilosa* F.A.C. Weber ex K. Schum., *Fl. Bras. 2: 300. 1890*; *Hattoria fasciculata* (Willd.) Kuntze, *Revis. Gen. Pl. 1: 262. 1891*; *Rhipsalis madagascariensis* Weber ex Weber, *Rev. Hort. 424. 1892*; *Rhipsalis suareziana* F.A.C. Weber, *Rev. Hort. 6: 425. 1892*; *Rhipsalis tetragona* Web., *Rev. Hort. 6: 425. 1892*; *Rhipsalis comorensis* F.A.C. Web., *Rev. Hort. 64: 424. 1892*; *Rhipsalis madagascariensis* var. *dasyserca* F.A.C. Weber, *Collect. Cact. 73. 1908*; *Rhipsalis pendulina* A. Berger, *Mitt. f. Kaktfr. 30(1): 1 1 1920*; *Rhipsalis heptagona* Rauh & Backeb., *Descr. Cact. Nov. 10. 1957*; *Rhipsalis coralloides* Rauh, *Cactaceae 6: 3634. 1962*; *Rhipsalis saxicola* Rauh, *Graf, Exotica 580. 1963*; *Rhipsalis mauritiana* (DC.) Barthlott, *Inaug.-Dissert. 80. 1973*; *Rhipsalis mauritiana* var. *ellipticarpa* Barthlott, *Inaug.-Dissert. 80. 1973*.

Distribución y habitat: Se distribuye desde la Florida y México hasta Brasil, también se encuentra en África, Madagascar, India, Sri Lanka.

Material examinado: MAGDALENA: Santa Marta, Cuesta Rodríguez, 145 m, 4 oct 2000, J. Jiménez & A. Barros 100 (UTMC).

11. *Stenocereus* (A. Berger) Riccob., *Boll. Reale Orto Bot. Giardino Colon. Palermo 8(4): 253. 1909.*

Tipo: *Stenocereus stellatus* (Pfeiff.) Riccob.

Plantas de tallos cilíndricos, gruesos y verdes. Los tallos erectos o reclinados con 9 a 12 costillas. Areolas lanosas con grupos de espinas grandes y fuertes. Flores infundibuliformes o acampanadas que abren por las noches; en algunos casos

siguen abiertas durante el día. Ovario con escamas, fieltro y cerdas duras que se transforman en espinas. Fruto globular u ovoide, carnoso, espinoso; cuando maduro las espinas deciduas. Semillas negras, brillantes, lisas.

Distribución y hábitat: El género tiene 22 especies que se encuentra desde el sudoeste de los Estados Unidos, México, América Central, el Caribe hasta Venezuela y Colombia. Las especies son comunes en regiones áridas, en bosques secos, caducifolios y matorrales xerófilos.



Figura 5. *Stenocereus griseus* (Haw.) Buxb. Rama florífera.

11.1. *Stenocereus griseus* (Haw.) Buxb., *Bot. Stud. 12: 100. 1961.*

Nombre común: Cardón.

Sinónimos: *Cereus griseus* Haworth, *Syn. Pl. Succ. 182. 1812*; *Cereus clavatus* Otto & A. Dietr., *Allg. Gartenzeitung 6: 28. 1838*; *Cereus deficiens* Otto & A. Dietr., *Allg. Gartenzeitung 6: 28. 1838*; *Pilocereus deficiens* (Otto & A. Dietr.) Walton, *Cact. J. (London) 1: 26 1898*; *Lemaireocereus griseus* (Haw.) Britton & Rose, *Contr. U. S. Natl. Herb. 12: 425. 1909*; *Lemaireocereus deficiens* (Otto & A. Dietr.) Britton & Rose, *Cact. 2: 94 1920*; *Ritterocereus griseus* (Haw.) Backeb., *Cact. Succ. J. (Los Angeles) 23: 121. 1951*; *Stenocereus deficiens* (Otto & A. Dietr.) Buxb., *Bot. Stud. 12: 100. 1961*; *Rathbunia deficiens* (Otto & A. Dietr.) P.V.Heath, *Calyx 2: 104. 1992.*

Distribución y hábitat: México, Trinidad, Aruba, Curazao, Bonaire, Venezuela, Colombia. Crece en bosques secos y muy secos por debajo de 500 m de altitud.

Material examinado: MAGDALENA: Pueblo Viejo, Isla de Salamanca, 4 m, 8 oct 2000, J. Jiménez & A. Barros 102 (UTMC), Pueblo Viejo, Isla de Salamanca, 4 m, 8 oct 2000,

A. Barros & J. Jiménez 104, 105 (UTMC); Santa Marta, Cerros al este de Taganga, 85 m, 20 mar 2000, *A. Barros & J. Jiménez 023* (UTMC), Cerro de El Cundí, 60 m, 20 feb 2000, *A. Barros & J. Jiménez 006* (UTMC), Cerro norte de Bastidas, 85 m, 16 abr 2000, *J. Jiménez & A. Barros 032* (UTMC), Cerro La Llorona, 60 m, 27 ago 2000, *J. Jiménez & A. Barros 74* (UTMC), Cerro la Llorona, 60 m, 27 ago 2000, *A. Barros & J. Jiménez 075* (UTMC), Neguanje cerca de la playa, 15 m, 1 oct 2000, *A Barros & J. Jiménez 094* (UTMC).

Discusión

Varios investigadores han señalado a la aridez del clima como el factor ambiental más significativo para la riqueza de cactus (**Godínez-Álvarez & Ortega-Baes 2007**, **Arakaki et al. 2011**), circunstancia que explicaría la concentración de especies registradas en los alrededores de Santa Marta, zona de clima cálido y seco (**Schnetter 1970**). Aunque las condiciones climáticas en esta región no alcanzan grados extremos de aridez (**Ruíz et al. 2002**), lo cual definiría los tipos de vegetación prevalecientes (**Schnetter 1968**, **Rangel-Ch. 2012**), pueden considerarse favorables para el desarrollo de especies del grupo, hecho observado en otras regiones del continente americano (**Hernández & Bárcenas 1995**).

Al anotar que las especies registradas en esta región tienen un rango de distribución que abarca la zona seca del Caribe colombiano-venezolano (norte de Venezuela y noroeste de Colombia) y valles interandinos secos de Colombia, también es importante considerar que la distribución y abundancia locales pueden ser afectadas tanto por la heterogeneidad ambiental como por los requerimientos fisiológicos particulares de cada especie (**Godínez-Álvarez et al. 2003**).

No se tienen registros de endemismos de cactáceas en la región estudiada. Un factor que se sugiere puede favorecer el origen y evolución de linajes es el aislamiento durante periodos largos de tiempo en medio de regiones áridas (**Godínez-Álvarez & Ortega-Baes 2007**), condición que en este caso no puede establecerse con precisión; pero es posible considerar una colonización reciente de los miembros de este grupo sin el tiempo para la diversificación en las condiciones existentes.

De las trece especies registradas, diez son terrestres o arraigadas en el suelo y tres son epífitas, *Rhipsalis baccifera*, *Pseudorhipsalis amazonica* y *Hylocereus costaricensis*, que se encontraron en el sector de Neguanje, zona costera occidental del Parque Nacional Natural Tayrona, donde, por lo general, el epifitismo es escaso (**Carbonó-Delahoz & García-Q. 2010**), pero en donde se dan algunas áreas protegidas

de los vientos y la desecación que contienen microambientes originados por diferencias en la disponibilidad de humedad, una variable crítica para el establecimiento y desarrollo de las especies mencionadas en esta área.

Las zonas áridas y semiáridas del Caribe colombiano ha sufrido un deterioro ambiental continuo y progresivo, cuyos efectos locales son la transformación y destrucción del hábitat (**Ruíz et al. 2002**). Estas alteraciones de origen antrópico, principalmente, pueden ejercer un impacto severo y negativo que provoque la reducción poblacional de varias especies de cactáceas que crecen en la región. Aunque, se sostiene que algunas especies de la familia son capaces de tolerar acciones moderadas de disturbio e incluso pueden ampliar el rango geográfico de distribución por actividades humanas (**Hernández et al. 2010**), la fragmentación y pérdida de hábitat se tienen como factores críticos para la supervivencia de las cactáceas (**Hernández-Oria et al. 2007**).

La necesidad de incrementar las colecciones taxonómicas para alcanzar un conocimiento adecuado de la biogeografía del grupo, es un imperativo establecido por varios investigadores en el concierto general de esfuerzos por llenar los vacíos existentes (**Hernández & Bárcenas 1995**, **Hernández et al. 2011**). Así mismo, es importante avanzar en la ejecución de revisiones taxonómicas fundamentadas a fin de superar los conflictos de multiplicidad de clasificaciones, especialmente en la delimitación genérica. Los esfuerzos en Colombia deben intensificarse para profundizar en el entendimiento de patrones de distribución y abundancia de especies, así como de otros factores relacionados con su biología, dirigidos a la formulación de tareas de conservación viables.

Agradecimientos

Expresamos nuestros agradecimientos al Dr. Enrique Forero González por la dedicada lectura del manuscrito y sus valiosas sugerencias. A la Dra. Rosalba Ruíz por sus acertadas anotaciones. Al biólogo Héctor García Quiñones por el invaluable apoyo en el trabajo de campo y de laboratorio.

Referencias

- Arakaki, M., P. Christin, R. Nyffeler, A. Lendel, U. Eggli, R. M. Ogburn, E. Spriggs, M. J. Moore & E. J. Eduards. 2011. Contemporaneous and recent radiations of the world's major succulent plant lineages. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* **108** (20): 8379-8384.
- Bárcenas, R., C. Yesson & J. A. Hawkins. 2011. Molecular systematics of the Cactaceae. *Cladistics* **27**: 470-489.
- Britton, N. L., & J. N. Rose. 1963. *The Cactaceae*. Reimpresión de la 2a. edición, 1937. Dover Publications, New York. 4 vol.
- Carbonó-Delahoz, E. & H. García-Q. 2010. La vegetación Terrestre en la ensenada de Neguanje, Parque Nacional Natural Tayrona (Magda-

- lena) Colombia. *Caldasia* **32** (2): 235-256.
- Cleef, A. M.** 1984. Synopsis of the coastal vegetation of the Santa Marta area. En: Van der Hammen, T. & P. Ruiz (eds.) *La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia) Transecto Buritaca-La Cumbre*. Págs.423-440. Estudios de Ecosistemas Tropicandinos. Vol. 3. J. Cramer. Berlín-Stuttgart.
- Croizat, L.** 1943. Notes on *Cereus* and *Acanthocereus*. *Caldasia* **2** (7): 117-122.
- Croizat, L.** 1944. A check list of Colombian and presumed Colombian Cactaceae. *Caldasia* **2** (9):337-355.
- Dugand, A.** 1970. Observaciones botánicas y geobotánicas en la costa colombiana del Caribe. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* **13** (52): 415-465.
- Edwards, E. J., R. Nyffeler & M. J. Donoghue.** 2005. Basal Cactus Phylogeny: Implications of *Pereskia* (Cactaceae) Paraphyly for the transition to the cactus life form. *American Journal of Botany* **92** (7): 1177-1188.
- Fernández-Alonso, J. L. & G. Xhonneux.** 2002. Novedades Taxonómicas y Sinopsis del Género *Melocactus* Link & Otto (Cactaceae) en Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* **25** (100): 353-365.
- Fernández-Alonso, J. L. & C. Estupiñán.** 2005. *Echinopsis pachanoi* y *Opuntia quitensis*, dos cactáceas nuevas para la Flora de Colombia. *Boletín Informativo Soc. Latinoamericana. & Caribe Cact. & Suc.* **2** (2): 3-5.
- Godínez-Álvarez, H., T. Valverde & P. Ortega-Baes.** 2003. Demographic Trends in the Cactaceae. *The Botanical Review* **69** (2): 173-203.
- Godínez-Álvarez, H. & P. Ortega-Baes.** 2007. Mexican Cactus Diversity: Environmental Correlates and Conservation Priorities. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. **81**: 81-87.
- Griffith, M. P. & J. M. Porter.** 2009. Phylogeny of Opuntioideae (Cactaceae): *International Journal of Plant Sciences* **170** (1): 107-116.
- Hernández, H. M. & R. T. Bárcenas.** 1995. Endangered cacti in the Chihuahuan Desert: I. Distribution Patterns. *Conservation Biology* **9** (5): 1176-1188.
- Hernández, H. M., C. Gómez-Hinostrosa & G. Hoffmann.** 2010. Is geographical rarity frequent among the cacti of the Chihuahuan desert? *Revista mexicana de Biodiversidad* **81**: 163-175.
- Hernández-Hernández, T., H. M. Hernández, J.A. De-nova, R. Puente, L. E. Eguiarte & S. Magallón.** 2011. Phylogenetic Relationship and Evolution form in Cactaceae (Caryophyllales, Eudicotyledoneae). *American Journal of Botany* **98** (1): 44-61.
- Hernández-C., J. & H. Sánchez-P.** 1992. Biomas terrestres de Colombia. En: *La diversidad Biológica de Iberoamérica I*. G. Halffter (comp.) *Acta Zoológica Mexicana*: 153-173.
- Hernández-Oria, J. G., R. Chávez-Martínez & E. Sánchez-Martínez.** 2007. Factores de riesgo en las Cactaceae amenazadas de una región semiárida en el sur del desierto Chihuahuense, México. *Interciencia* **32** (11): 728-734.
- Lozano-C., G.** 1986. Comparación florística del Parque Nacional Natural Tayrona, La Guajira y la Macuira-Colombia y los Médanos de Coro-Venezuela. *Mutisia* **67**: 1-26.
- Majure, L. C., R. Puente, M. P. Griffith, W. S. Judd, P. S. Soltis & D. E. Soltis.** 2012. Phylogeny of *Opuntia* s.s. (Cactaceae): Clade delineation, geographic origins, and reticulate evolution. *American Journal of Botany* **99** (5). 847-864.
- Nyffeler, R. & U. Egli.** 2010. A farewell to dated ideas and concepts: molecular phylogenetics and revised suprageneric classification of the family Cactaceae. *Schumannia* **6**: 109-149.
- Ogburn, R. M. & E. J. Edwards.** 2010. The Ecological Water-Use Strategies of Succulent Plants. In Kader & Delseny (eds.) **55**: 179-225. *Advances in Botanical Research*, Vol **55**. Pp.179-225. Burlington: Academic Press.
- Rangel-Churrio, J. O.** 2012. La vegetación de la región Caribe de Colombia: Composición florística y aspectos de la estructura. En Rangel-Ch. J. O. (ed.) *Colombia Diversidad Biótica XII. La región Caribe de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D. C.
- Rivera Díaz, O. & J. O. Rangel-CH.** 2012 Diversidad de espermatofitos de la región Caribe colombiana. En Rangel-Ch., J. O. (ed.) *Colombia Diversidad Biótica XII. La región Caribe de Colombia*. Págs. 199-317. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.
- Ruiz, A., J. Cavellier, M. Santos & P. J. Soriano.** 2002. Cacti in the Dry Formations of Colombia. pp. 324-341, en: T.H. Fleming & A. Valiente-Banuet (eds.) *Columnar Cacti and Their Mutualists*. Evolution, Ecology and Conservation. The University of Arizona Press. Tucson.
- Sarmiento, G.** 1976. Evolution of Arid Vegetation in Tropical America. En: D. W. Goodall. *Evolution of Desert Biota*. Págs. 56-99. University of Texas Press. Austin & London.
- Schnetter, R.** 1968. Die Vegetation des Cerro San Fernando und des Cerro La Llorona im Trockengebiet bei Santa Marta, Kolumbien. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* **81**: 289-302.
- Schnetter, R.** 1970. Untersuchungen zum Stadorklima im Trockengebiet von Santa Marta, Kolumbien. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* **4**: 45-75.
- Stevens, P. F.** (2001 onwards). Angiosperm Phylogeny Website. Version 12, July 2012 <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.
- Sugden, A. M.** 1982. The vegetation of Serranía de Macuira, Guajira, Colombia: a contrast of arid lowlands and an isolated cloud forest. *J. Arnold Arb.* **63**: 1-30.
- Taylor, N.** 1997. Cactaceae. In: *Cactus and Succulent Plants. Status, Survey and Conservation Action Plan*. Olfield, S. (comp.). IUCN/SSC Cactus and Succulent Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge. UK. 10±212 pp.
- The Plant List. 2010. Version 1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/> (accessed 1st January).

Recibido

Aceptado

BOTÁNICA

LA ICONOGRAFÍA VEGETAL EN PIEDRA EN EL TAJ MAHAL (AGRA, INDIA) Y SU ASIGNACIÓN TAXONÓMICA*

Diego Giraldo-Cañas**

RESUMEN

Giraldo-Cañas, D.: La iconografía vegetal en piedra en el Taj Mahal (Agra, India) y su asignación taxonómica. Rev. Acad. Colomb. Cienc. **37** (143): 189-206, 2013. ISSN 0370-3908.

La iconografía ha involucrado el estudio, la descripción, la clasificación y la interpretación de un ícono, y la correlación de fuentes textuales con la evidencia del ícono. Los estudios sobre la iconografía de la India se han enfocado principalmente en la identificación, la terminología y la clasificación de la amplia imagenería religiosa. Sin embargo, los estudios sobre la iconografía vegetal india permanecen sin desarrollo alguno. El Taj Mahal ha sido considerado como uno de los más bellos edificios del mundo, e inclusive el más bello; éste representa la cúspide del Estilo Mogol. Sus paredes externas e internas están profusamente ornamentadas con relieves y “*pietra dura*” de motivos florales (flores, frutos, plantas), que combinan influencias persas, indias y occidentales. Este estudio se enmarcó en el principio de los análisis iconográficos y así, se analizó la iconografía vegetal del Taj Mahal. Se reconocieron 46 especies, representantes de 42 géneros y 29 familias. En este artículo se presentan el nombre taxonómico, los nombres vulgares y la asignación de las familias de cada planta reconocida, así como el estilo morfológico de la iconografía vegetal. Se reconocieron cuatro estilos morfológicos. Se espera que este artículo abra nuevas posibilidades de investigación, disfrute y entendimiento de las amplias fuentes de la iconografía vegetal en la India.

Palabras clave: Arte Mogol, Estilo Mogol, Flora de la India, Iconografía vegetal, Paneles florales en piedra.

ABSTRACT

Iconography had involved the study, description, classification, and interpretation of an icon by sourcing and correlating textual sources with the evidence of the icon. Studies in Indian iconography had remained focused on identifications, terminology, and classifications, specifically in relation to the plethora of religious imagery. However, the studies on Indian plant iconography remain without development. The Taj Mahal has been long considered one of the most, if not the most, beautiful building in the world; it represents the apex of the Mughal Style. The external and internal walls are profusely ornamented with reliefs and stone inlays (“*pietra dura*”) of

* Artículo derivado del proyecto “Análisis de la iconografía vegetal en varias culturas y épocas” de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C., Colombia.

** Herbario Nacional Colombiano “COL”, Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C., Colombia. dagiraldoc@unal.edu.co

flowers, fruits, and plants that combine Persian, Indian, and Western influences. This study was based on premises of iconographic analyses, and thus, the Taj Mahal's plant iconography was studied. Forty six species were recognized, which represent 42 genera and 29 families. In this paper I give the botanical, popular and family name of each identified plant, as well as the morphological style of the plant iconography. Four morphological styles were identified. My hope is that this paper will open up new possibilities of research, enjoyment, and understanding in the vast resources of the plant iconography in India.

Key words: Flora of India, Floral panels in stone, Mughal Art, Mughal Style, Plant iconography.

Introducción

Los mogoles establecieron un imperio, el Imperio Mogol (*Mughal Empire*), que en su cúspide se extendió a través de casi todo el norte de la India, entre los años 1526 y 1857 (Kossak & Watts, 2001). Sus numerosos legados están representados en una arquitectura monumental, una exquisita pintura, una elegante decoración, una bella caligrafía, lujosos y delicados utensilios y joyas, así como suntuosos textiles y tapetes, lo que se conoce como el Arte Mogol o el Estilo Mogol (*Mughal Art* o *Mughal Style*) (Misbach, 2003; Michell, 2007). El Estilo Mogol no es una invención de un único artista ni de un grupo de artistas, sino una creación conciente de una línea de gobernantes mogoles que encargaron, supervisaron y financiaron generaciones de arquitectos, calígrafos, pintores y artesanos por un periodo de más de 250 años (Michell, 2007).

El estilo y la decoración mogoles se caracterizan por su variado, cargado y elegante ornamento de las edificaciones, en las que predomina la armonía, la simetría y la geometría (Misbah, 2003; Ziauddin, 2005; Goel, 2007; Michell, 2007; Sharma *et al.*, 2009; Dadlani, 2010; Wilson, 2011), tanto en sus partes externas como internas. Este ornamento incluye una fascinante combinación de elementos de la naturaleza como animales –principalmente aves– y flores, lo que refleja el gran interés que tuvieron los gobernantes mogoles por la flora y la fauna (Kossak & Watts, 2001; Michell, 2007), así como la omnipresencia de la naturaleza en sus vidas (Michell, 2007), lo que se ve plasmado, además, en los jardines, los cuales son un símbolo del paraíso (O'Connell & Airey, 2007). Es quizás por esto que pocos países y civilizaciones han celebrado y practicado tan consistentemente las artes decorativas, el embellecimiento y la ornamentación de superficies con motivos de la naturaleza como la India (Wilson, 2011), y éste es quizás el país con la más rica y variada iconografía vegetal antigua en diferentes edificaciones, mientras que en otros países –tales como China, Turquía, Grecia, Egipto, Estados Unidos de América, México, Guatemala, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, entre otros– predominan los motivos geométricos, faunísticos, antropomorfos y mitológicos en sus iconografías antiguas.

Uno de los grandes legados mogoles es el Taj Mahal, un gigantesco y elegante mausoleo construido por el emperador mogol Shah Jahan –entre los años 1632 y 1652– en honor de su esposa Mumtaz Mahal, quien muriera dando a luz a su decimocuarto hijo (Havell, 1920; Janick *et al.*, 2010; Baxter *et al.*, 2011; Raezer & Raezer, 2012). El Taj Mahal representa la cúspide del Estilo Mogol y éste constituye una de las maravillas del mundo (Kennedy, 2007; Dadlani, 2010; Janick *et al.*, 2010; Baxter *et al.*, 2011; Raezer & Raezer, 2012). Esta maravilla arquitectónica representa un complejo de edificios (mausoleo, mezquita, jardines y portal del complejo), dispuestos en 1,7 ha (Janick *et al.*, 2010) (Figuras 1 y 2A).

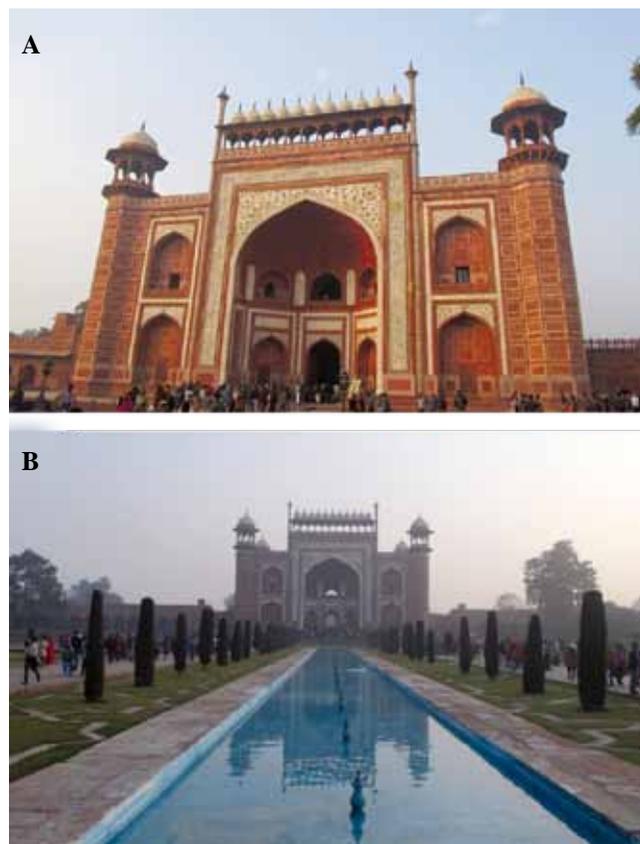


Figura 1. Portal del complejo del Taj Mahal. **A.** Vista frontal; **B.** Vista desde el mausoleo (fotografías: D. Giraldo-Cañas).

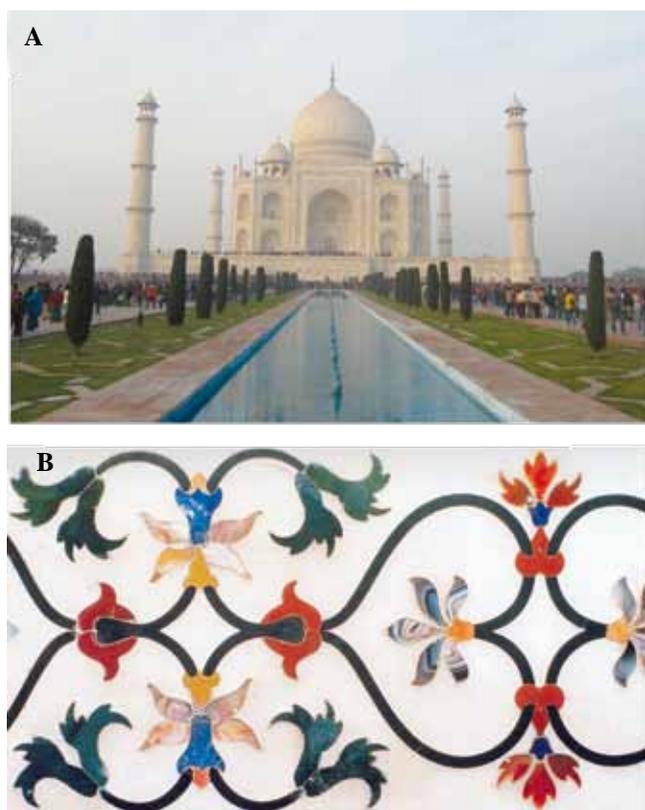


Figura 2. A. Vista frontal del mausoleo del Taj Mahal (fotografía: D. Giraldo-Cañas); B. Decoración del mausoleo del Taj Mahal con la técnica de la “*pietra dura*” (de Janick *et al.*, 2010). Los colores de la Figura 2B corresponden a diferentes piedras preciosas y semipreciosas [ágata, ametista, cristal, jade, lapis-lázuli, topacio, turquesa, zafiro, entre otras (Smith, 1901)], las cuales están incrustadas en el mármol.

En este complejo del Taj Mahal se conjugan todas las bellas expresiones del arte, la arquitectura y la decoración del Estilo Mogol, y es precisamente una de estas expresiones, la concerniente a los paneles florales en piedra que decoran todas las paredes de las edificaciones del complejo, de la que se ocupa este artículo. Dichos paneles florales representan una valiosa y bella iconografía vegetal en piedra (principalmente mármol, arenisca roja, piedras preciosas y semipreciosas), la que incluye hermosas y sofisticadas representaciones de plantas o partes de éstas, ya bien sea reales o imaginaciones idealizadas de las mismas, mediante básicamente tres técnicas, la “*pietra dura*” (Figura 2B) (Kennedy, 2007; Michell, 2007; Sharma *et al.*, 2009; Janick *et al.*, 2010), el relieve en piedra, tanto en mármol (Michell, 2007; Janick *et al.*, 2010) como en arenisca roja (Michell, 2007) y el calado en mármol (Michell, 2007). Cabe destacar que dicha iconografía vegetal está acompañada de elegantes caligrafías con textos del Corán (Figura 3).



Figura 3. Caligrafías con textos del Corán como parte del ornamento del Complejo del Taj Mahal. A. Parte frontal del portal del complejo; B y C. Paredes externas del mausoleo (fotografías: D. Giraldo-Cañas).

En los últimos años, el estudio y el análisis de la iconografía vegetal ha cobrado suma importancia en diferentes latitudes, con base en los trabajos de Eisendrath (1961), Heyden (1983), Tyldesley & Bahn (1983), Taube (1986), Zeven & Brandenburg (1986), Fernández Pérez (1989, 1990), Johannessen & Parker (1989), Díaz-Piedrahita (1991, 2000), Villegas (1992), Gupta (1996), Luna (1996), Antei (1997), Bye & Linares (1999), Díaz (1999), Fresquet Febrer & López Terrada (1999), Lozoya (1999), Velasco Lozano (1999), Viesca Treviño (1999), Nieto Olarte (2000), Leal del Castillo (2001), Rueda González (2001), Misbah (2003), Janick & Caneva (2005), Pavord (2005), White Olascoaga & Zepeda Gómez (2005), Janick & Paris (2006a, 2006b), Cervantes (2006), León-Portilla (2006), Linares & Bye (2006), Pacheco (2006), Proulx (2006), Uriarte (2006), Velasco Lozano & Nagao (2006), Daunay & Janick (2007, 2008), Daunay *et al.* (2007a, 2007b, 2008), Goel (2007), Hummer & Janick (2007), Janick (2007a, 2007b, 2010, 2012), Janick & Daunay (2007), Kennedy (2007), Michell (2007), Sharma *et al.* (2009), Janick *et*

al. (2010), Macaulay-Lewis (2010), Stolarczyk & Janick (2011), Wilson (2011), Díaz-Piedrahita & Fernández Alonso (2012), Teron & Borthakur (2012) y Giraldo-Cañas (2013). Cabe destacar que Janick *et al.* (2010) realizaron un estudio de la iconografía vegetal del Taj Mahal, pero dicho estudio sólo documentó la existencia de 23 especies en el mausoleo. No obstante y a pesar de este auge, aún falta mucho por analizar la iconografía vegetal a lo largo de la historia de la humanidad.

El estudio de la iconografía de la India se ha centrado en las diversas expresiones religiosas, mitológicas (Gopinatha Rao, 1914; Rao, 1916; MacDonell, 1918; Venkateswara, 1918; Coomaraswamy, 1928, 1929, 1998; Bhatla *et al.*, 1984; Patnaik, 1993; Gupta, 1996, 2001; Kossak & Watts, 2001; Tawari, 2003; Dhar, 2011), artísticas, artesanales (Smith, 1901; Kossak & Watts, 2001; Misbach, 2003; Goel, 2007; Kennedy, 2007; Michell, 2007; Sharma *et al.*, 2009; Dhar, 2011; Wilson, 2011; Karolia & Ladia, 2012; Teron & Borthakur, 2012) o de usos de las plantas (Patnaik, 1993; Nayar *et al.*, 1999; Gupta, 2001; Mathur, 2012; Patil, 2012), y no en los análisis de la iconografía vegetal y de su asignación taxonómica, salvo los trabajos de Gupta (1996), Janick *et al.* (2010) y Giraldo-Cañas (2013) para numerosos templos (budistas, hindúes, jaines), el Taj Mahal y el Templo Karni Mata, respectivamente.

Este artículo no constituye un análisis de la arquitectura del Taj Mahal, sino un aporte en la interpretación de la iconografía vegetal, así como una asignación taxonómica de las diferentes imágenes florales de este complejo, con el objetivo de contribuir al conocimiento de las plantas empleadas como ornamento en decoraciones arquitectónicas mogolas en la India. Este trabajo busca, además, sensibilizar a las personas sobre la gran importancia que tiene la iconografía vegetal en sus diferentes expresiones culturales en la India. Adicionalmente, este artículo pretende ser un testimonio y un tributo a todos esos pueblos que a lo largo de la historia de la India, nos dejaron esta maravillosa faceta de la sensibilidad y el profundo aprecio por la naturaleza y en especial, por su rica y variada flora, considerada una de las diez más diversas del planeta con cerca de 17 mil especies (Venu, 1998).

Marco metodológico

La iconografía se define, según la Real Academia Española de la Lengua (2001), como la “*descripción de imágenes, retratos, cuadros, estatuas o monumentos, y especialmente de los antiguos*”; mientras que ícono¹ se define como el “*signo*

que mantiene una relación de semejanza con el objeto representado” [véase en Eisendrath (1961) la historia de estos dos conceptos]. Por su parte, Sondereguer (2004: 73) considera que la iconografía “*es toda obra plástica, artesanal o artística*”, mientras que ícono lo considera como “*toda aquella obra plástica*”. Entre tanto, Proulx (2006) y Dhar (2011) mencionan que la iconografía, en el sentido convencional, ha involucrado el estudio, la descripción, la clasificación y la interpretación de un ícono, y la correlación de fuentes textuales con la evidencia del ícono. En suma y en palabras de Rueda González (2001), “*las artes y las ciencias se valen de imágenes*”.

Este trabajo se enmarcó en el principio de los análisis iconográficos (Pang, 1992; Sondereguer, 2004; Mason *et al.*, 2006; Proulx, 2006; Munsterberg, 2009; Dhar, 2011), el cual se refiere al método analítico descriptivo-morfológico, vinculado al aspecto antropológico e histórico-cultural de las obras plásticas (íconos) (Sondereguer, 2004). En resumen, este método realiza una descripción morfológica, modal, estilística y técnica, o sea, una clasificación iconográfica con base en los postulados expuestos por Pang (1992), Sondereguer (2004), Proulx (2006) y Dhar (2011). Se siguió a Sondereguer (2004) para la consideración y la clasificación de los estilos morfológicos de la iconografía del Taj Mahal, esto es, los estilos primarios se dividen en Figurativo (naturalista e idealista) y Abstracto (figurativo, geométrico y concreto).

Es necesario destacar que en este artículo se habla de “*asignación taxonómica*” y no de “*determinación taxonómica*” y mucho menos de “*identificación taxonómica*”, toda vez que para un proceso de determinación de especies vegetales se requiere de ejemplares de herbario y/o ilustraciones científicas, que en algunos casos pueden estar acompañados de fotografías del material *in vivo*, mientras que en el presente artículo se analizan fotografías de la iconografía vegetal. En el sentido de De La Sota (1982: 2), las unidades se clasifican, los ejemplares se determinan y dado que las categorías taxonómicas son por definición conceptos de clases de individuos, una planta o un animal concreto se “*determina*” no se “*identifica*”; así, la identidad sólo funciona con respecto al individuo. Por lo tanto, las asignaciones taxonómicas dadas aquí corresponden a interpretaciones del autor con base en la evidencia de los íconos analizados y en ningún momento, se deben considerar “*determinaciones taxonómicas*”.

La toma de la información procede de datos directos *in situ*, a partir de un extenso registro fotográfico realizado por el autor, entre finales de 2012 y comienzos de 2013, así como de datos secundarios (véase la literatura citada). Cabe destacar que no se muestran todas las fotografías de las especies asignadas en la iconografía en piedra del Taj Mahal, ya bien

1 La Real Academia de la Lengua Española acepta el uso de las palabras *ícono* e *icono*, esdrújula y grave, respectivamente. En este artículo se emplea la forma esdrújula, ya que ésta es la más usada.

sea por cuestiones de extensión del manuscrito o, porque la calidad de las mismas no era la adecuada para reproducirlas aquí. Las figuras 2B, 5, 6 y 8 corresponden a **Janick et al.** (2010), las cuales fueron cedidas amablemente por estos investigadores.

La asignación taxonómica de las especies consideradas en la iconografía analizada se basó en diferentes obras botánicas, así como la categorización de especies nativas e introducidas, tales como **Drury** (1864), **Folkard** (1884), **Skinner** (1911), **Torfrida** (1944), **Cowen** (1952), **Randhawa** (1957), **Dahlgren & Clifford** (1982), **Dahlgren et al.** (1985), **Goldberg** (1989), **Jones** (1993), **Patnaik** (1993), **Gupta** (1996), **Mabberley** (1998), **Schultes & Hofmann** (2000), **Swerdlow** (2000), **Kumar Sud & Kumar** (2004), **Page & Olds** (2004), **Pavord** (2005), **Sood et al.** (2005a, 2005b), **Anónimo** (2007), **De Rosamel & Heinrichs** (2006), **Furlani Pedoja** (2006), **Pridgeon** (2006), **Webb & Craze** (2006), **Mikolajski** (2009), **Janick et al.**, (2010), **Singh** (2010), **Joshi** (2012) y **Giraldo-Cañas** (2013). Del mismo modo, la asignación taxonómica también se basó en el análisis de varias fotografías de la flora india tomadas por el autor de esta contribución, y en las imágenes y las fotografías contempladas en varias páginas web, principalmente “www.flowersofindia.net”, la cual tiene una enorme galería fotográfica de plantas indias. Asimismo, se realizaron varias confrontaciones de las asignaciones taxonómicas con ejemplares botánicos depositados en el Herbario Nacional Colombiano “COL” (Bogotá D. C.), en el Herbario Amazónico Colombiano “COAH” (Bogotá D. C.), así como en el Herbario del Jardín Botánico de Missouri “MO” (fotografías de especímenes dispuestas en su página web). Dado que para la mayoría de las especies aquí mencionadas se encuentran excelentes fotografías *in vivo* en la internet, éstas no se presentan aquí y por lo tanto, se recomienda ver principalmente “www.flowersofindia.net”.

Cabe destacar que en algunos casos, la parte vegetativa no corresponde con la parte reproductiva de las plantas empleadas en la iconografía, ya que se combinan, de manera idealizada, flores de monocotiledóneas dispuestas en ramas y hojas de eudicotiledóneas. Por lo tanto, la asignación taxonómica puede corresponder, en primera instancia, a la parte reproductiva, y si las características de la parte vegetativa (hojas) permiten un reconocimiento taxonómico, se procedía a tal fin. El arreglo de familias y géneros de gimnospermas se basó en **Christenhusz et al.** (2011), mientras que el arreglo de familias de angiospermas se basó en el APG III (**Reveal & Chase 2011**). Los nombres vulgares de las especies se dan en inglés, para que así éstos sean más fácilmente reconocidos en un contexto indio; en la mayoría de los casos, dichos nombres se tomaron de “www.flowersofindia.net”.

Resultados y discusión

Se reconocieron 46 especies, representantes de 42 géneros y 29 familias; de éstas, la familia Liliaceae presentó seis asignaciones taxonómicas, seguida de las Asteraceae y las Ranunculaceae, con cuatro especies cada una. Así, el número de asignaciones taxonómicas para la iconografía vegetal del complejo del Taj Mahal se eleva significativamente (46 especies), ya que **Janick et al.** (2010), sólo documentaron la existencia de 23 especies.

Las asignaciones taxonómicas se detallan a continuación:

GIMNOSPERMAS

Cupressus sempervirens L.

Familia: Cupressaceae.

Estatus: Introducida del Mediterráneo.

Nombres vulgares: *Funeral cypress*, *graveyard cypress*, *italian cypress*, *mediterranean cypress*, *pencil pine*.

Técnica de la iconografía: Árbol idealizado en arenisca roja (en la mezquita).

Estilo morfológico primario: Figurativo idealista.

Iconografía: Figura 4A.

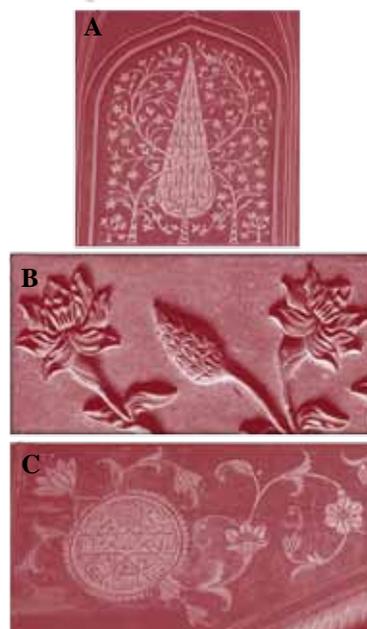


Figura 4. Motivos florales en arenisca roja en la mezquita del Taj Mahal. **A.** Un arbolito de *Cupressus sempervirens* L., rodeado de ramas floríferas escandentes de *Combretum indicum* (L.) DeFilipps; **B.** Inflorescencia de *Zingiber* cf. *zerumbet* (L.) Roscoe ex Sm., en medio de dos flores de *Crinum latifolium* L.; **C.** *Lilium martagon* L. (flor superior izquierda), *Luffa cylindrica* M. Roem. (flor del extremo derecho, fruto de la parte centro-superior) y *Calendula* sp. (capítulo central) (fotografías: D. Giraldo-Cañas).

***Cycas* sp.**

Familia: Cycadaceae.

Estatus: Nativa (?).

Nombres vulgares: *King sago palm*, *sago cycad*, *sago palm*.Técnica de la iconografía: Tallos tuberosos en alto relieve en arenisca roja, los que están dispuestos en la base de varios paneles florales de la mezquita; de cada tallo de las *Cycas* emergen tres ramas floríferas con hojas de una eudicotiledónea indeterminada, con varias flores (e.g. *Iris* cf. *germanica* L. y *Narcissus* sp.).

Estilo morfológico primario: Figurativo idealista.

Iconografía: **Michell** (2007: 171).**ANGIOSPERMAS BASALES*****Magnolia* sp.**

Familia: Magnoliaceae.

Estatus: Nativa (?).

Nombres vulgares: *Magnolia*.

Técnica de la iconografía: Talla en mármol (infrutescencia) usada para el remate de barandas externas del mausoleo.

Estilo morfológico primario: Figurativo idealista.

MONOCOTILEDÓNEAS***Coelogyne* sp.**

Familia: Orchidaceae.

Estatus: Nativa.

Nombres vulgares: *Angel orchid*.Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*.

Estilo morfológico primario: Figurativo idealista.

Nota: **Janick et al.** (2010) mencionaron los nombres *Anemone* sp. o *Ranunculus* sp. asignables a su figura 4-B, pero la flor de la porción derecha de dicha figura corresponde, con base en su morfología peculiar, a una especie de la familia Orchidaceae, asignable a *Coelogyne* sp. Esta asignación también se le da aquí a las dos flores centro-laterales de la figura 4-C de **Janick et al.** (2010).

Iconografía: Figuras 5B y 5C.

***Crinum latifolium* L.**

Familia: Amarillydaceae.

Estatus: Nativa (?).

Nombres vulgares: *Ceylon swamplily*, *milk lily*, *pink striped trumpet lily*, *wine lily*.Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura* (en el mausoleo), así como en alto relieve en arenisca roja (en la mezquita).

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figuras 4B y 6B.



Figura 5. Ornamentación del mausoleo del Taj Mahal con motivos florales en “*pietra dura*”. **A.** *Lilium* sp.; **B.** *Anemone rivularis* Buch.-Ham. ex D.C. (flor izquierda), y *Coelogyne* sp. (flor derecha); nótese un diminuto fruto de *Punica granatum* L. en el extremo inferior derecho; **C.** *Aquilegia* sp. (flores centrales, una en la mitad superior y la otra en la mitad inferior), *Coelogyne* sp. (flores centro-laterales) y *Thunbergia mysorensis* (Wight) T. Anderson (las cuatro flores restantes, dos a cada lado; **D.** *Lonicera henryi* Hemsl.; **E.** *Campanula lactiflora* M. Bieb.; **F.** *Nelumbo nucifera* Gaertn. (flor derecha) y flor izquierda sin asignación taxonómica; **G.** *Chrysanthemum indicum* L. (capítulo central) y *Lilium mackliniae* J. R. Sealy (flores laterales) (de Janick et al., 2010).

***Fritillaria imperialis* L.**

Familia: Liliaceae.

Estatus: Nativa de Turquía, Irán, Afganistán y Cachemira (India-Pakistán).

Nombres vulgares: *Crown imperial*, *imperial fritillary*, *Kaiser's crown*.Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*, así como en alto relieve en mármol.

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figuras 6E y 8E.

***Gloriosa superba* L.**

Familia: Colchicaceae.

Estatus: Introducida de Asia occidental.



Figura 6. Ornamentación del mausoleo del Taj Mahal con motivos florales en “*pietra dura*”. **A.** *Lilium martagon* L.; **B.** *Crinum latifolium* L.; **C.** *Tricyrtis* sp.; **D.** *Tricyrtis* sp. o *Lilium* sp.; **E.** *Fritillaria imperialis* L.; **F.** *Chrysanthemum indicum* L.; **G.** *Punica granatum* L.; **H.** *Clematis* sp.; **I.** *Fuchsia* cf. *venusta* Kunth (flores) y *Paris* sp. (hojas); **J.** *Centaurea* sp.; **K.** *Papaver orientale* L.; **L.** *Primula* cf. *sinopurpurea* Balf. f. ex Hutch.; **M.** *Campanula lactiflora* M. Bieb. (de Janick *et al.*, 2010).

Nombres vulgares: *Claw*, *climbing lily*, *gloriosa lily*, *glory lily*, *tiger's claws*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*, así como en alto relieve en mármol.

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figura 8D.

***Hyacinthus orientalis* L.**

Familia: Asparagaceae.

Estatus: Introducida del Medio Este.

Nombres vulgares: *Dutch hyacinth*, *hyacinth*, *Roman hyacinth*.

Técnica de la iconografía: Alto relieve en arenisca roja (varios bulbos y sus respectivas hojas en la parte inferior de varios paneles florales de la mezquita; los bulbos están dispuestos uno a cada lado de cada tallo tuberoso de *Cycas* sp.).

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: **Michell** (2007: 171).

***Iris* cf. *germanica* L.**

Familia: Iridaceae.

Estatus: Introducida de Europa.

Nombres vulgares: *Bearded iris*, *common flag*, *german iris*, *iris*.

Técnica de la iconografía: Flores, hojas y tallos en alto relieve en mármol (en el mausoleo), así como en arenisca roja (en la mezquita).

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figuras 7E, 8G, 8H y 8I.

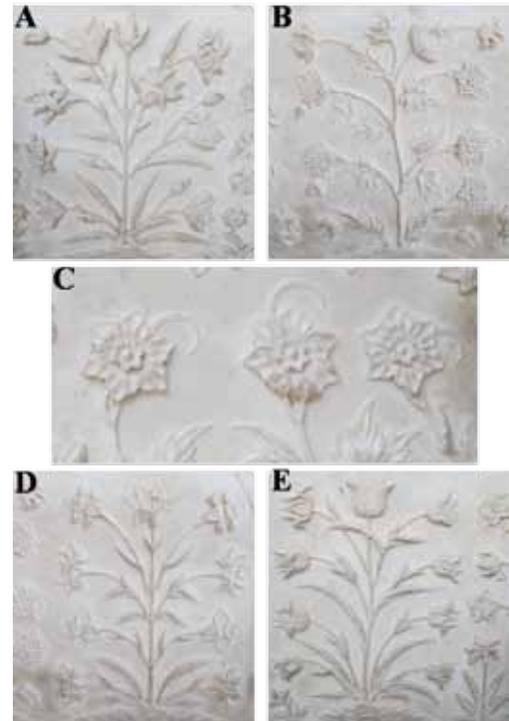


Figura 7. Motivos florales en alto relieve en mármol en el mausoleo del Taj Mahal. **A.** Flores de *Lilium* sp.; **B.** Flores de *Narcissus* sp., las que salen de ramas con hojas de *Artemisia absinthium* L.; **C.** Flores de *Narcissus* sp.; **D.** Flores de *Pancreatium* sp. (acompañadas de tres flores de *Narcissus* sp. en el extremo lateral izquierdo); **E.** Rama florífera de *Tulipa* sp., con una planta pequeñita a cada lado asignable a *Iris* cf. *germanica* L. (acompañadas de dos flores de *Narcissus* sp. en el extremo lateral derecho) (fotografías: D. Giraldo-Cañas).

***Lilium mackliniae* J. R. Sealy**

Familia: Liliaceae.

Estatus: Nativa.

Nombres vulgares: *Siroi lily*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*.

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figura 5G.

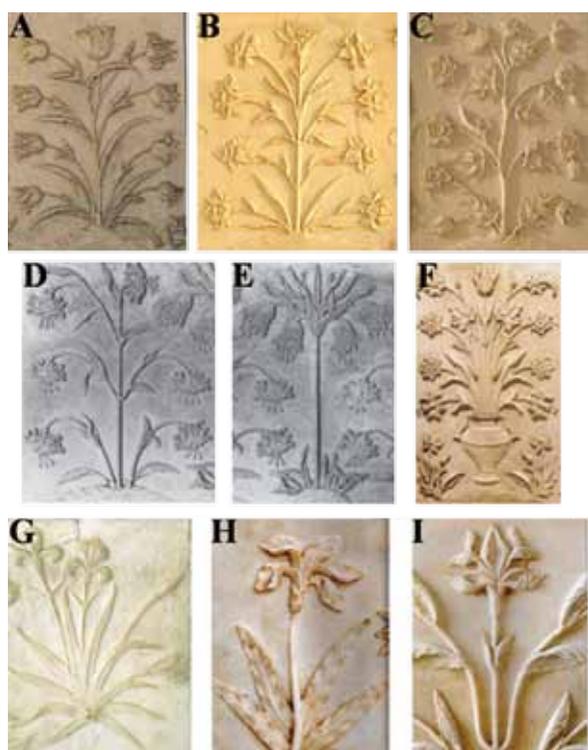


Figura 8. Motivos florales en alto relieve en mármol en el mausoleo del Taj Mahal. **A.** *Lilium* sp.; **B.** *Pancratium* sp.; **C.** *Anemone rivularis* Buch.-Ham. ex D.C. con *Tulipa* sp. en la base; **D.** *Gloriosa superba* L.; **E.** *Fritillaria imperialis* L.; **F.** *Tulipa* sp. (flor central superior), *Vitis vinifera* L. (dos hojas centro laterales), acompañadas a lado y lado de *Anemone rivularis* Buch.-Ham. ex D.C., *Narcissus* sp. y *Pancratium* sp., con dos plantas de *Anemone rivularis* Buch.-Ham. ex D.C. en la base del florero; **G, H e I.** *Iris* cf. *germanica* L. (nótese en I que las hojas son de una Eudicotiledónea) (de Janick *et al.*, 2010).

***Lilium martagon* L.**

Familia: Liliaceae.

Estatus: Introducida de Asia Menor y Mongolia.

Nombres vulgares: *Turk's cap lily*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura* (en el mausoleo), así como en arenisca roja (en la mezquita).

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figuras 4C y 6A.

***Lilium* sp.**

Familia: Liliaceae.

Estatus: Nativa (?).

Nombres vulgares: *Dzokou lily*.

Técnica de la iconografía: Flores en alto relieve en mármol.

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figuras 5A, 7A, 8A y 10F.

***Narcissus* sp.**

Familia: Amaryllidaceae.

Estatus: Nativa (?).

Nombres vulgares: *Daffodil*, *narcissus*.

Técnica de la iconografía: Flores en alto relieve en mármol (en el mausoleo), así como en arenisca roja (en la mezquita).

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figuras 7B, 7C, 7D, 7E y 8F.

***Pancratium* sp.**

Familia: Amaryllidaceae.

Estatus: Introducida del Mediterráneo.

Nombres vulgares: *Sea lily*.

Técnica de la iconografía: Flores en alto relieve en mármol.

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figuras 7D, 8B y 8F.

***Paris* sp.**

Familia: Melanthiaceae.

Estatus: Introducida de Eurasia.

Nombres vulgares: *Paris*.

Técnica de la iconografía: Hojas en *pietra dura* (las hojas están dispuestas en la base de una rama florífera de *Fuchsia* cf. *venusta*).

Estilo morfológico primario: Figurativo idealista.

Iconografía: Figura 6I.

***Tricyrtis* sp.**

Familia: Liliaceae.

Estatus: Nativa (?).

Nombres vulgares: *Toad lily*.

Técnica de la iconografía: Flores y hojas en *pietra dura* (en el mausoleo), así como en alto relieve en arenisca roja (en la mezquita).

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figura 6C.

***Tulipa* sp.**

Familia: Liliaceae.

Estatus: Introducida de Eurasia.

Nombres vulgares: *Tulip*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*, así como en alto relieve en mármol.

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figuras 7E, 8C y 8F.

***Zingiber* cf. *zerumbet* (L.) Roscoe ex Sm.**

Familia: Zingiberaceae.

Estatus: Nativa.

Nombres vulgares: *Pinecone ginger*, *shampoo ginger*, *wild ginger*.

Técnica de la iconografía: Inflorescencia en alto relieve en arenisca roja (en la mezquita).

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.
Iconografía: Figura 4B.

EUDICOTILEDÓNEAS

***Acanthus cf. mollis* L.**

Familia: Acanthaceae.

Estatus: Introducida del Mediterráneo.

Nombres vulgares: *Acanthus*, *bear's breeches*, *candelabrus*.

Técnica de la iconografía: Hojas en alto relieve en mármol (en la base y los remates de algunas pequeñas columnas del mausoleo).

Estilo morfológico primario: Figurativo idealista.

Iconografía: Figuras 10A y 10B.

***Anemone rivularis* Buch.-Ham. ex D.C.**

Familia: Ranunculaceae.

Estatus: Nativa.

Nombres vulgares: *River anemone*, *river windflower*, *windflower*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*, así como en alto relieve en mármol.

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figuras 5B, 8C y 8F.

***Aquilegia* sp.**

Familia: Ranunculaceae.

Estatus: Introducida.

Nombres vulgares: *Columbine*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*.

Estilo morfológico primario: Figurativo idealista.

Iconografía: Figuras 5C y 10C.

***Artemisia absinthium* L.**

Familia: Asteraceae.

Estatus: Nativa.

Nombres vulgares: *Absinthe*, *common wormwood*.

Técnica de la iconografía: Hojas en alto relieve en mármol.

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figura 7B.

***Butea monosperma* (Lam.) Taub.**

Familia: Fabaceae.

Estatus: Nativa.

Nombres vulgares: *Flame of the forest*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*.

Estilo morfológico primario: Figurativo idealista.

Iconografía: Figura 10F.

***Calendula* sp.**

Familia: Asteraceae.

Estatus: Introducida de Europa.

Nombres vulgares: *Calendula*, *marigold*.

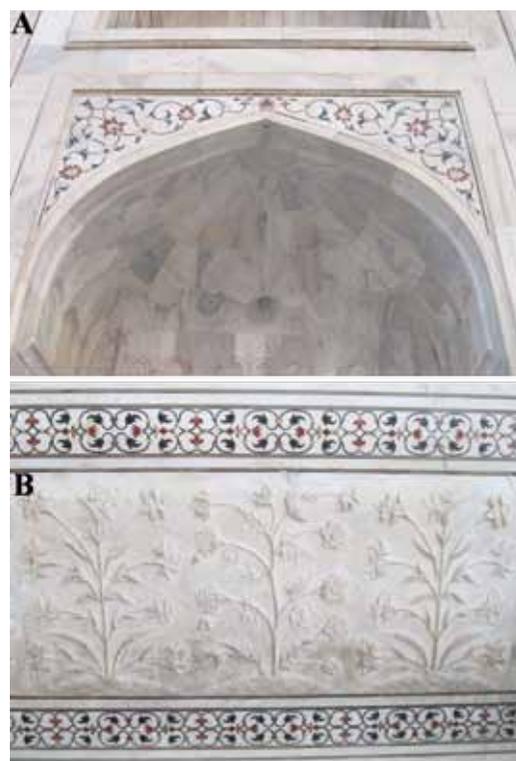


Figura 9. Ornamentación del mausoleo del Taj Mahal con motivos florales en “*pietra dura*”. **A.** Uno de los arcos laterales externos del mausoleo; **B.** Paneles de la parte interna del mausoleo con decoración en alto relieve en mármol con cintas horizontales en “*pietra dura*”, tanto en la parte superior como en la parte inferior del panel floral (fotografías: D. Giraldo-Cañas).

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura* (en el mausoleo), así como en arenisca roja (en la mezquita).

Estilo morfológico primario: Figurativo idealista.

Iconografía: Figura 4C.

***Campanula lactiflora* M. Bieb.**

Familia: Campanulaceae.

Estatus: Introducida de Turquía y el Cáucaso.

Nombres vulgares: *Bellflower*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*.

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figuras 5E y 6M.

***Centaurea* sp.**

Familia: Asteraceae.

Estatus: Introducida de Eurasia.

Nombres vulgares: *Cornflower*, *knapweed*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*.

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista en unas ocasiones, así como figurativo idealista en otras.

Nota: **Janick et al.** (2010) le asignaron el nombre de *Papaver orientale* a su figura 5-J (la cual es figurativa naturalista), pero las unidades florales de dicha figura corresponden a capítulos y no a flores individuales, los cuales, por su morfología, aquí son asignados a *Centaurea* sp.

Iconografía: Figuras 6J, 10E, 11A y 11B.

***Chrysanthemum indicum* L.**

Familia: Asteraceae.

Estatus: Nativa.

Nombres vulgares: *Chrysanthemum*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*.

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figuras 5G y 6F.

***Clematis* sp.**

Familia: Ranunculaceae.

Estatus: Introducida (?).

Nombres vulgares: *Clematis*, *traveller's joy*, *virgin's bower*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*.

Estilo morfológico primario: Figurativo idealista.

Iconografía: Figuras 6H, 10E y 10F.

***Combretum indicum* (L.) DeFilippis**

Familia: Combretaceae.

Estatus: Nativa.

Nombres vulgares: *Burma creeper*, *rangoon creeper*, *red jasmine*.

Técnica de la iconografía: Flores en arenisca roja (en la mezquita).

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figura 4A.

***Delphinium* sp.**

Familia: Ranunculaceae.

Estatus: Introducida (?).

Nombres vulgares: *Delphinium*.

Técnica de la iconografía: Flores en alto relieve en mármol.

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: **Michell** (2007: 2), **Janick et al.** (2010: 33) y **Wilson** (2011: 195).

***Dianthus* sp.**

Familia: Caryophyllaceae.

Estatus: Introducida de Asia Central.

Nombres vulgares: *Carnation*, *modern pink*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*.

Estilo morfológico primario: Figurativo idealista.

Iconografía: Figura 10F.

***Ficus carica* L.**

Familia: Moraceae.

Estatus: Introducida de Turquía.

Nombres vulgares: *Anjeer*, *common fig*.

Técnica de la iconografía: Hojas en alto relieve en mármol (en los remates de algunas pequeñas columnas del mausoleo; naturalista) y en arenisca roja (en el portal principal del complejo; idealista), así como en *pietra dura* en el mausoleo (idealista).

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista e idealista.

***Ficus religiosa* L.**

Familia: Moraceae.

Estatus: Nativa.

Nombres vulgares: *Bodhi tree*, *bo tree*, *holy tree*, *peepal*, *peepul*, *peepul tree*, *pipal*, *sacred fig*.

Técnica de la iconografía: Hojas en *pietra dura*.

Estilo morfológico primario: Figurativo idealista.

Iconografía: Figuras 10A, 10B y 11B.

***Fuchsia* cf. *venusta* Kunth**

Familia: Onagraceae.

Estatus: Introducida de la América tropical.

Nombres vulgares: *Fuchsia*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*.

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Nota: **Janick et al.** (2010) no le asignaron ningún nombre taxonómico a las unidades florales de su figura 5-I. Dadas las características de las flores, éstas con certeza corresponden a un representante del género neotropical *Fuchsia*, quizás a *Fuchsia* cf. *venusta*.

Iconografía: Figura 6I.

***Jasminum* sp.**

Familia: Oleaceae.

Estatus: Nativa (?).

Nombres vulgares: *Jasmine*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*.

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figura 10A.

***Lonicera henryi* Hemsl.**

Familia: Caprifoliaceae.

Estatus: Introducida de China.

Nombres vulgares: *Honeysuckle*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*.

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figura 5D.

***Luffa cylindrica* M. Roem.**

Familia: Cucurbitaceae.

Estatus: Introducida (?).

Nombres vulgares: *Loofa*.

Técnica de la iconografía: Flores y frutos en arenisca roja (en la mezquita).

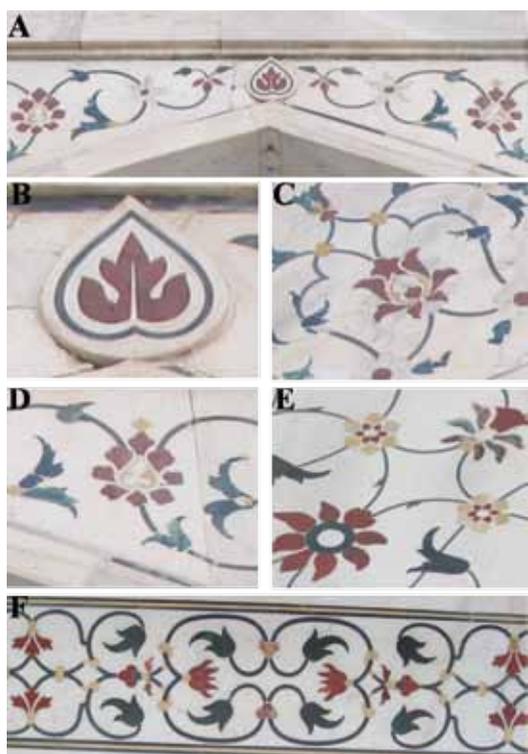


Figura 10. Motivos vegetales representados por medio de la técnica de la “*pietra dura*” en el mausoleo del Taj Mahal. **A.** Decoración superior de un arco lateral externo del mausoleo, donde se aprecian diferentes especies, entre éstas *Jasminum* sp. (correspondiente a las dos flores grisáceas de cinco pétalos y centro redondo negruzco, las cuales están una a cada lado de la hoja central idealizada de *Ficus religiosa*); **B.** Hoja idealizada de *Acanthus* cf. *mollis* L., la cual se encuentra “encerrada” en una hoja de *Ficus religiosa* L.; **C.** Flor roja central asignable a *Aquilegia* sp.; **D.** Flor roja central asignable a *Thunbergia mysorensis* (Wight) T. Anderson (vista frontal de la flor); **E.** Las dos flores amarillas con centros rojos son asignadas a *Potentilla* cf. *cuneata* Wall. ex Lehm., la imagen roja con un disco central oscuro es asignada a un capítulo de *Centaurea* sp., mientras que la flor del extremo superior derecho es asignable a *Clematis* sp.; **F.** Cinta con *Dianthus* sp. (correspondiente a los dos pares de las flores rojas con sus partes distales crenadas; cada flor se encuentra enfrentada en los extremos izquierdo y derecho de la figura; cabe destacar que las flores asignables a *Dianthus* sp. se encuentran en vista lateral y no frontal, por lo que aparecen representadas con sólo tres pétalos), *Butea monosperma* (Lam.) Taub. (flores negruzcas), *Lilium* sp. (correspondiente a las dos flores centrales acompañadas de cuatro flores de *Butea monosperma*) y dos flores centro-laterales de *Clematis* sp. (fotografías: D. Giraldo-Cañas).

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.
Iconografía: Figura 4C.

***Nelumbo nucifera* Gaertn.**

Familia: Nelumbonaceae.

Estatus: Nativa.

Nombres vulgares: *Indian lotus*, *lotus*, *sacred lotus*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*, así como en alto relieve en mármol (en la base y el remate de algunas columnas).

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figuras 5F y 11B.

***Papaver orientale* L.**

Familia: Papaveraceae.

Estatus: Nativa.

Nombres vulgares: *Oriental poppy*, *poppy*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*, frutos en alto relieve en mármol.

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figura 6K.

***Potentilla* cf. *cuneata* Wall. ex Lehm.**

Familia: Rosaceae.

Estatus: Nativa de los Himalayas.

Nombres vulgares: *Cinquefoil*, *five finger cinquefoil*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*.

Estilo morfológico primario: Figurativo idealista.

Iconografía: Figura 10E.

***Primula* cf. *sinopurpurea* Balf. f. ex Hutch.**

Familia: Primulaceae.

Estatus: Introducida de China.

Nombres vulgares: *Primrose*.

Técnica de la iconografía: Planta completa en *pietra dura*.

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figura 6L.

***Punica granatum* L.**

Familia: Lythraceae.

Estatus: Nativa (?).

Nombres vulgares: *Pomegranate*.

Técnica de la iconografía: Flores y frutos en *pietra dura*.

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figuras 5B y 6G.

***Rosa* sp.**

Familia: Rosaceae.

Estatus: Introducida de Europa.

Nombres vulgares: *Rose*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*.

Estilo morfológico primario: Figurativo idealista.

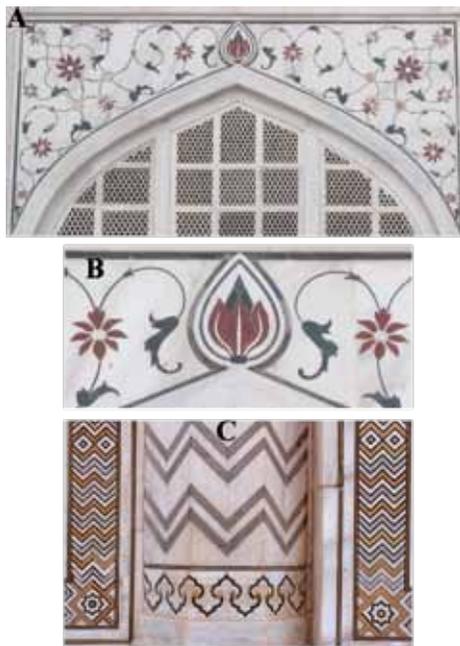


Figura 11. A. Decoración con motivos florales en “*pietra dura*” en una ventana lateral del mausoleo del Taj Mahal; B. Flor de *Nelumbo nucifera* Gaertn., “encerrada” en una hoja de *Ficus religiosa* L. y acompañada simétricamente a cada lado por flores de *Thunbergia mysorensis* (Wight) T. Anderson (correspondiente a las flores negruzcas en vista lateral) y de *Centaurea* sp. (correspondiente a los dos capítulos rojos laterales); C. Motivos vegetales sin asignación taxonómica, en los que se puede apreciar tanto representaciones abstractas geométricas (flores, además de líneas y rombos superpuestos) como representaciones abstractas figurativas (siluetas idealizadas de árboles) (fotografías: D. Giraldo-Cañas).

***Thunbergia mysorensis* (Wight) T. Anderson**

Familia: Acanthaceae.

Estatus: Nativa.

Nombres vulgares: *Brick and butter vine*, *clock vine*, *dolls shoes*, *mysore clock vine*.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura*.

Estilo morfológico primario: Figurativo idealista.

Iconografía: Figuras 5C, 10D y 11B.

***Vitis vinifera* L.**

Familia: Vitaceae.

Estatus: Introducida del Mediterráneo.

Nombres vulgares: *Grape*, *grape vine*.

Técnica de la iconografía: Hojas en alto relieve en mármol.

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: Figura 8F.

Eudicotiledónea indeterminada

Familia: Sin asignación.

Técnica de la iconografía: Hojas en alto relieve en arenisca roja (las hojas consideradas están dispuestas en ramas floríferas de dos monocotiledóneas combinadas, *Iris* cf. *germanica* y *Narcissus* sp., las que se encuentran en varios paneles de la mezquita).

Estilo morfológico primario: Figurativo naturalista.

Iconografía: **Michell** (2007: 171).

Motivos vegetales abstractos sin asignación taxonómica

A las flores con diseños geométricos, las cuales son muy escasas en el complejo del Taj Mahal, no se les pudo realizar ninguna asignación taxonómica. También había varios tipos de figuras que idealizaban siluetas de árboles.

Técnica de la iconografía: Flores en *pietra dura* [tanto en mármol (en el mausoleo) como en arenisca roja (en la mezquita)], siluetas idealizadas de árboles [tanto en bajo relieve en mármol (en el mausoleo) como en *pietra dura* (en el mausoleo y en el portal del complejo)].

Estilo morfológico primario: Abstracto geométrico (flores) y abstracto figurativo (siluetas de árboles).

Iconografía: Figura 11C.

Motivos vegetales (hojas) sin asignación taxonómica

En varios paneles en mármol y en arenisca roja había diversas hojas, las cuales acompañaban diferentes flores. No obstante, varias de estas hojas no correspondían con las flores, de hecho, había hojas de eudicotiledóneas en ramas floríferas de monocotiledóneas. Por tal razón, no se les pudo realizar ninguna asignación taxonómica.

Técnica de la iconografía: Hojas en alto relieve en mármol y arenisca roja.

Estilo morfológico primario: Figurativo, tanto naturalista como idealista.

Con base en lo anterior, la iconografía vegetal del complejo del Taj Mahal se enmarca en su totalidad –en el sentido de **Sonderegger** (2004)– en los dos estilos primarios, el figurativo (naturalista e idealista) y el abstracto (figurativo y geométrico). No obstante, el estilo figurativo naturalista es el más común, ya que de las 46 especies reconocidas, 31 corresponden a dicho estilo.

La representación del loto (*Nelumbo nucifera*, flor nacional de la India) es también recurrente en el Taj Mahal, lo que concuerda con su significado de nacimiento, pureza, belleza, espiritualidad y eternidad en muchas culturas y religiones (**Patnaik**, 1993; **Gupta**, 1996; **Misbach**, 2003; **O’Connell & Airey**, 2007; **Spellman**, 2008). En la India también hay

una mitología sexual en torno de la flor de loto, ya que ésta simboliza diferentes aspectos de la sexualidad femenina, lo que depende de sus partes y edad (**Frownfelter**, 2010). Así, el loto puede ser un símbolo de “entrañas fructíferas”, su pistilo es el feto, sus brotes representan el “*virgin cunnus*”, y cuando el loto se encuentra en flor representa el bostezo de una mujer productiva (**Frownfelter**, 2010).

La consideración de *Cupressus sempervirens* en la iconografía analizada está asociada con su simbología inherente a la muerte, de ahí su nombre en inglés “*funeral cypress*”, y su frecuente uso –no sólo como un elemento recurrente en la iconografía mogola, sino también como un elemento vivo empleado en los jardines mogoles y persas (Giraldo-Cañas, obs. pers.) así como ottomanos (**And**, 1978)– convierten a esta especie como una de las más representadas en diferentes edificaciones mogolas. Esta especie en Asia también es símbolo de longevidad y fortaleza (**O’Connell & Airey**, 2007). Entre tanto, en la antigua Persia, los tulipanes (*Tulipa* spp.) constituían un símbolo del amor perfecto, cuyas flores se encontrarían en los jardines del paraíso (**O’Connell & Airey**, 2007). Durante el período Ottomano, los tulipanes se convirtieron en símbolo de divinidad y llegaron a ser el emblema de los gobernantes ottomanos (**O’Connell & Airey**, 2007). Según **O’Connell & Airey** (2007), en el Corán se dice que las granadas (*Punica granatum*) fueron uno de los regalos de Allah, y estas frutas están asociadas con la fertilidad, la unidad, el amor, el matrimonio y también con la muerte. Del mismo modo, el *Ficus carica* es símbolo de fecundidad, enseñanza moral e inmortalidad; mientras que el *Ficus religiosa* representa la creación, la vida y la preparación para el paraíso.

La mayoría de las especies empleadas en la iconografía del Taj Mahal corresponde a elementos principalmente simbólicos, más que religiosos. Así, las flores tetrámeras simbolizan las cuatro direcciones del espacio (norte, sur, este y oeste); el centro de la flor representa el Dios Supremo, el cual controla equitativamente las cuatro direcciones del espacio. Adicionalmente, los cuatro pétalos representan los cuatro estados de la vida (infancia, adolescencia, adultez y vejez). Las flores pentámeras simbolizan los cinco sentidos (vista, olfato, tacto, gusto y oído), así como los cinco elementos básicos (fuego, éter, tierra, agua y viento). Entre tanto, las flores hexámeras representan las seis direcciones del espacio (norte, sur, este, oeste, arriba y abajo), así como los seis atributos del Señor Supremo (juicio, fuerza, fama, compasión, riqueza y fuerzas divinas) (**Gupta**, 1996). Véase **Misbach** (2003) para una completa interpretación de las plantas en la Cultura Mogola.

Se destaca el empleo de especies ajenas a la flora india, las que corresponden, en buena medida, a elementos nativos de

Asia Central, y su uso se deriva de la pasión de los mogoles por la flora de su mundo islámico, situación que ya había sido destacada por **Wescoat Jr.** (1999), **Kossak & Watts** (2001), **Misbach** (2003) y **Michell** (2007) para otras edificaciones mogolas de la India. Asimismo, en la iconografía del complejo del Taj Mahal hay especies introducidas de Europa y el Mediterráneo, las cuales evidenciarían la influencia de los europeos que participaron en su construcción (véase **Havell**, 1920). Plantas ajenas a la flora india que han sido empleadas en la iconografía antigua, también fueron destacadas por **Gupta** (1996) en su estudio de templos budistas, hindúes y jaines.

Del mismo modo, es necesario destacar el uso de una especie de la América tropical en la iconografía del Taj Mahal (*Fuchsia* cf. *venusta*), situación totalmente creíble, ya que desde tiempos remotos, más o menos hacia el año 1500 (**Martínez**, 1988; **Gupta**, 1996) e incluso antes (**Gupta**, 1996; **Menzies**, 2006), se introdujeron numerosas plantas americanas al continente asiático (**Martínez**, 1988), tales como los ajíes o chiles (**Martínez**, 1988; **Gupta**, 1996; **Kossak & Watts**, 2001), el acapulco, las calabazas, el cascabel o dividivi, el espino de playa, el guachimole o tamarindo de manila, el bricho o mezquitillo, el fríjol, la guayaba, el mezquite, las patatas, la pimienta redonda de árbol (**Martínez**, 1988), el anón, el balazo, el girasol, el maraco, el marañón (**Gupta**, 1996), el maíz (**Martínez**, 1988; **Johannessen & Parker**, 1989; **Gupta**, 1996; **Menzies**, 2006), la piña (**Martínez**, 1988; **Gupta**, 1996), el tabaco (**Michell**, 2007), entre otras, y es de esperarse que también se hayan introducido plantas ornamentales desde el continente americano. Según **Gupta** (1996: 187), muchas de las plantas introducidas a la India fueron llevadas por los portugueses en el siglo XVI.

Es interesante destacar el uso de la flora en la iconografía del Taj Mahal como centro de la imagen, a diferencia de las iconografías occidentales y las del período Ottomano, en donde la flora y en general, la naturaleza incluida en las iconografías no es el centro de la imagen sino un acompañamiento del o los personajes representados, sean éstos un rey, un gobernante, un noble, un santo, una virgen, un ángel o un cristo (véanse **And**, 1978; **Leal del Castillo**, 2001; **O’Connell & Airey**, 2007). Igualmente, es necesario destacar la ausencia de motivos faunísticos en la iconografía del Taj Mahal, los cuales pueden ser abundantes en otros tipos de edificaciones antiguas de la India, entre las que se destaca el Templo de Karni Mata de Rajasthán –un templo correspondiente al Estilo Mogol Tardío–, donde la iconografía en relieve en mármol combina, frecuentemente, plantas y animales (**Giraldo-Cañas**, 2013), igual situación se presenta en varias edificaciones mogolas, no sólo de la India sino también de Pakistán (**Misbach**, 2003).

Es curiosa la escasa representación de especies arbóreas (e.g. *Butea monosperma*, *Cupressus sempervirens*, *Ficus carica*, *Ficus religiosa*, *Magnolia* sp. y *Punica granatum*) y de frutos e infrutescencias (e.g. *Luffa cylindrica*, *Magnolia* sp., *Papaver orientale* y *Punica granatum*) en la iconografía del complejo del Taj Mahal. Es necesario destacar una diferencia notable en la consideración de las especies empleadas en la iconografía mogola, ya que la mayoría de las especies corresponde a elementos de jardinería y ornato, a diferencia de las antiguas iconografías vegetales americanas, en donde la mayoría de las especies usadas representa especies alimenticias o de uso mágico-religioso, como por ejemplo en Bolivia, Colombia, Ecuador, Guatemala, México y Perú (Giraldo-Cañas, obs. pers.).

Conclusiones

La iconografía vegetal en piedra del Taj Mahal constituye un valioso tesoro de ornamentación arquitectónica, representado en una rica, delicada y exquisita muestra de diferentes especies, plasmadas principalmente en mármol y en segunda medida, en piedras preciosas y semipreciosas, así como en arenisca roja. Dicha iconografía representa un estudio de devoción artística y en palabras de **Bahn** (2007), lo más valioso de este tesoro no son sólo las formas artísticas, sino la información que éstas poseen.

La excepcional riqueza de formas y el número de especies vegetales representadas en el Taj Mahal, se enmarcan en lo hallado por **Wilson** (2011), quien para otras edificaciones destacó que las ubicadas en el noroeste de la India, son las que presentan la mayor diversidad en ornamentación arquitectónica. Por otra parte, **Gupta** (1996) documentó la asignación taxonómica de 74 especies vegetales usadas en la iconografía de numerosos templos budistas, hindúes y jaines de la India, mientras que aquí se documentan 46 especies sólo para un sitio, el Taj Mahal.

A pesar de la amplia gama de investigaciones en torno de sus culturas e historia, la India continúa mostrando, cada vez más, nuevo conocimiento y nuevas posibilidades de investigación. Así, se hacen necesarios más análisis integrales cualitativos y cuantitativos de la iconografía vegetal del amplio conjunto de edificaciones indias, tanto antiguas como recientes, con lo que se enriquecerá enormemente el conocimiento botánico de este majestuoso y maravilloso país. Además, con este tipo de estudios se documentaría, en buena medida, el grado de apropiación cultural de los recursos vegetales con su asignación taxonómica por parte de los diferentes pueblos indios.

Es lamentable el estado de conservación de algunas partes del Taj Mahal, en donde se evidencia el deterioro por el

tiempo o por parte de algunos visitantes inescrupulosos, ya que son evidentes los robos de algunas piedras preciosas y semipreciosas de la iconografía en “*pietra dura*”, robos que fueron iniciados y promovidos desvergonzadamente por los ingleses en el siglo XIX (véase **Baxter et al.**, 2011).

No obstante la enorme diversidad florística de la India (**Venu**, 1998), el país no cuenta con suficientes taxónomos (**Raj**, 2010; **Ali & Choudhary**, 2011) y quizás por esta situación, el estudio y el análisis de la numerosa iconografía vegetal con su respectiva asignación taxonómica, a lo largo y ancho del país, es una tarea que aún permanece sin desarrollarse. En este sentido, este trabajo empieza a cubrir esos vacíos de información de la iconografía vegetal asiática, toda vez que de las escasas investigaciones sobre esta temática, la mayoría de éstas se ha centrado en las iconografías europea y americana (véase **Pavord**, 2005, así como las demás referencias consignadas en la literatura citada), sin embargo, la iconografía asiática es mucho más antigua y quizás más numerosa.

Agradecimientos

Al Instituto de Ciencias Naturales, al Herbario Nacional Colombiano “COL” y a la Universidad Nacional de Colombia (Bogotá D. C.) por todas las facilidades que me brindó para la preparación de este trabajo. A los señores Jusset Sabagh, Prem Shankar Priyadarsi y Nilo Kumar por su valiosa colaboración y compañía durante los viajes por la India. A mis amigos por su grata compañía en la India. A los diferentes pueblos de la India, por su amabilidad y generosa hospitalidad. Al Prof. Dr. Santiago Díaz Piedrahita (COL) por sus valiosos comentarios y enriquecedora evaluación. Al Dr. Dairon Cárdenas, director-curador del Herbario Amazónico Colombiano “COAH” (Bogotá D. C.), por su amable y permanente colaboración al permitir consultar las colecciones de dicho herbario y por el obsequio de valiosa bibliografía. A la Prof. Dra. Rina Kamenetsky Goldstein (Institute of Plant Sciences, The Volcani Center, Israel) y al Prof. Dr. Jules Janick (Purdue University, West Lafayette, Indiana, EE.UU.), por permitir el uso de las figuras de su artículo “Janick, J., R. Kamenetsky & S. H. Puttaswamy. 2010. Horticulture of the Taj Mahal: Gardens of the imagination. *Chronica Horticulturae* 50: 30-33”. Al Prof. Dr. Carlos Parra (COL) por la consecución de valiosa bibliografía. Este artículo se deriva del proyecto “Análisis de la iconografía vegetal en varias culturas y épocas” formulado por D. Giraldo-Cañas de la Universidad Nacional de Colombia (Bogotá D. C.). A todos los miembros del Comité Editorial, así como a los evaluadores anónimos, por sus valiosos comentarios.

Referencias

- Ali, M. A. & R. K. Choudhary. 2011. India needs more plant taxonomists. *Nature* **471**: 37.
- And, M. 1978. *Turkish miniature painting. The Ottoman Period*. Dost Yayinlari, Ankara.
- Anónimo. 2007. *The garden flower book*. Murdoch Books Pty Ltd., Millers Point.
- Antei, G. 1997. *Flora Columbiae. Karsten*. Tomos I y II. Seguros Bolívar-OP Gráficas Ltda., Bogotá D. C.
- Bahn, P. G. 2007. Preface. En: P. G. Bahn (ed.), *The world's great archaeological treasures*: 6-9. Barnes & Noble, Inc., Nueva York.
- Baxter, J., R. Burton, R. Cavendish, P. Clarkson, E. Cruwys, B. Riffenburgh & N. Williams. 2011. *100 Great wonders of the world. A Collection of the world's awe-inspiring places, buildings and landscapes*. AA Media Ltd.-Metro Books, Nueva York.
- Bhatla, N., T. Mukherjee & G. Singh. 1984. Plants: traditional worshipping. *Indian Journal of History of Science* **19**: 37-42.
- Bye, R. & E. Linares. 1999. Plantas medicinales del México prehispánico. *Arqueología Mexicana* **7**: 4-13.
- Cervantes, M. 2006. El pasado prehispánico en la alimentación y el pensamiento de hoy. *Arqueología Mexicana* **13**: 18-25.
- Christenhusz, M. J. M., J. L. Reveal, A. Farjon, M. F. Gardner, R. R. Mill & M. W. Chase. 2011. A new classification and linear sequence of extant gymnosperms. *Phytotaxa* **19**: 55-70.
- Coomaraswamy, A. K. 1928. Early Indian iconography. I. *Eastern Art* **1**: 33-41.
- Coomaraswamy, A. K. 1929. Early Indian iconography. II. *Eastern Art* **1**: 175-189.
- Coomaraswamy, A. K. 1998. *Elements of Buddhist iconography*. Munshiram Manoharlal Publishers Pvt. Ltd., Nueva Delhi.
- Cowen, D. V. 1952. *Flowering trees and shrubs in India*. 2^{da}. ed., Thacker and Co. Ltd., Mumbai.
- Dadlani, C. 2010. The "Palais Indiens" Collection of 1774: Representing Mughal Architecture in late eighteenth-century India. *Ars Orient* **39**: 175-197.
- Dahlgren, R. M. T. & H. T. Clifford. 1982. *The Monocotyledons: A comparative study*. Academic Press Inc. Ltd., Londres.
- Dahlgren, R. M. T., H. T. Clifford & P. F. Yeo. 1985. *The families of the Monocotyledons. Structure, evolution, and taxonomy*. Springer-Verlag, Berlín.
- Daunay, M. C. & J. Janick. 2007. History and iconography of eggplant. *Chronica Horticulturae* **47**: 16-22.
- Daunay, M. C. & J. Janick. 2008. Early history and iconography of the Solanaceae: 2. Potato. *SOL Newsletter* **21**: 5-7.
- Daunay, M. C., E. Jullian, A. Whipkey & J. Janick. 2007a. Eggplant and capsicum peppers: Historical texts and images. *Progress in Research in Capsicum & Eggplant*: 13-21. Warsaw University Life Sciences Press, Varsovia.
- Daunay, M. C., H. Laterrot & J. Janick. 2007b. Iconography of the Solanaceae from antiquity to the xviii century: A rich source of information on genetic diversity and uses. *Acta Horticulturae* **745**: 59-88.
- Daunay, M. C., H. Laterrot & J. Janick. 2008. Iconography and history of Solanaceae: Antiquity to the 17th century. *Horticultural Reviews* **34**: 1-111.
- De La Sota, E. R. 1982. *La taxonomía y la revolución en las ciencias biológicas*. Monografía nro. 3, serie de Biología, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington D. C.
- De Rosamel, C. & V. Heinrichs. 2006. *El gran libro de las especies. Orígenes, historia, características, propiedades*. Editorial De Vecchi S. A. U., Barcelona.
- Dhar, P. P. 2011. A history of Art History. The Indian context. En: P. P. Dhar (ed.), *Indian art history. Changing perspectives*: 1-32. D. K. Printworld (P) Ltd.-National Museum Institute, Nueva Delhi.
- Díaz, D. 1999. Xochipilli, príncipe de las flores. *Arqueología Mexicana* **7**: 52-53.
- Díaz-Piedrahita, S. 1991. *La botánica en Colombia, hechos notables en su desarrollo*. Colección Enrique Pérez-Arbeláez No. 6, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Bogotá D. C.
- Díaz-Piedrahita, S. 2000. *Matíz y los dos Mutis. Orígenes de la anatomía vegetal y de la sinanterología en América*. Colección Enrique Pérez-Arbeláez No. 14, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Bogotá D. C.
- Díaz-Piedrahita, S. & J. L. Fernández Alonso. 2012. Unos bocetos atribuidos a Francisco Javier Matís (1763-1851). ¿Autenticidad o fraude? *Revista Acad. Colomb. Ci. Exact.* **36** (140): 399-409.
- Drury, H. 1864. *Hand-book of the Indian Flora; being a guide to all the flowering plants hitherto describe as indigenous to the Continent of India*. Trabancore Sircar Press, Madras.
- Eisendrath, E. R. 1961. Portraits of Plants. A Limited Study of the "Icenes". *Ann. Missouri Bot. Gard.* **48**: 291-327.
- Fernández Pérez, A. 1989. La botánica de la Sagrada Biblia. Primera Parte. *Revista Novedades Colombianas* **1**: 43-54.
- Fernández Pérez, A. 1990. La botánica de la Sagrada Biblia. Segunda Parte. *Revista Novedades Colombianas* **2**: 42-51.
- Folkard, R. 1884. *Plant lore, legends, and lyrics. Myths, traditions, superstitions, and folklore of the plant kingdom*. Sampson Low, Marston, Searle, and Rivington, Londres.
- Fresquet Febrer, J. L. & M. L. López Terrada. 1999. Plantas mexicanas en Europa en el siglo xvi. *Arqueología Mexicana* **7**: 38-43.
- Frownfelter, A. 2010. *Flower symbolism as female sexual metaphor*. Senior Honors Theses, Eastern Michigan University, Ypsilanti.
- Furlani Pedeja, A. 2006. *El calendario completo para el huerto y el jardín*. Editorial De Vecchi S. A. U., Barcelona.
- Giraldo-Cañas, D. 2013. La iconografía vegetal del templo Karni Mata (Rajastán, India). Manuscrito en evaluación.
- Goel, N. 2007. Birds and animals in Indian art - The Mughal Artist as a naturalist. *Exotic India Art Pvt Ltd*. <http://www.exoticindia.es/article/nature> (consultado el 5 de febrero de 2013).
- Goldber, A. 1989. Classification, evolution, and phylogeny of the families of Monocotyledons. *Smithsonian Contributions to Botany* **71**: 1-74.
- Gopinatha Rao, T. A. 1914. *Elements of Hindu iconography*. The Law Printing House, Madras.
- Gupta, S. M. 1996. *Plants in Indian temple art*. BR Publishing Corporation, Delhi.
- Gupta, S. M. 2001. *Plant myths and traditions in India*. Munshiram Manoharlal Publishers Pvt. Ltd., Nueva Delhi.
- Havell, E. B. 1920. *A handbook of Indian Art*. John Murray, Londres.
- Hummer, K. E. & J. Janick. 2007. *Rubus* iconography: Antiquity to the Renaissance. *Acta Horticulturae* **759**: 89-105.
- Heyden, D. 1983. *Mitología y simbolismo de la flora en el México prehispánico*. Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F.
- Janick, J. 2007a. Fruits of the Bibles. *HortScience* **42**: 1072-1076.

- Janick, J.** 2007b. Art as a source of information on horticultural technology. *Acta Horticulturae* **759**: 69-88.
- Janick, J.** 2010. Plant iconography and art: Source of information on horticultural technology. *Bulletin UASVM Horticulture* **67**: 11-23.
- Janick, J.** 2012. Revelations from *Histoire Naturelle des Indes* known as The Drake Manuscript: Horticulture and History. *Chronica Horticulturae* **52**: 14-22.
- Janick, J. & G. Caneva.** 2005. The first images of *maize* in Europe. *Maydica* **50**: 71-80.
- Janick, J. & M. C. Daunay.** 2007. History and iconography of the Solanaceae: 1. Mandrake, a plant at the intersection of reason and irrationality. *SOL Newsletter* **14**: 3-4.
- Janick, J., R. Kamenetsky & S. H. Puttaswamy.** 2010. Horticulture of the Taj Mahal: Gardens of the imagination. *Chronica Horticulturae* **50**: 30-33.
- Janick, J. & H. S. Paris.** 2006a. The cucurbit images (1515–1518) of the Villa Farnesina, Rome. *Annals of Botany* **97**: 165-176.
- Janick, J. & H. S. Paris.** 2006b. Old world cucurbits in plant iconography of the Renaissance. *Proc. Cucurbitaceae* **2006**: 341-348. Universal Press, Raleigh, North Carolina.
- Johannessen, C. L. & A. Z. Parker.** 1989. Maize ears sculptured in 12th and 13th Century A.D. India as indicators of Pre-Columbian diffusion. *Economic Botany* **43**: 164-180.
- Jones, D. L.** 1993. *Cycads of the world*. Smithsonian Institution Press, Washington D. C.
- Joshi, M. C.** 2012. *Hand-book of Indian medicinal plants*. Scientific Publishers India, Jodhpur.
- Karolia, A. & B. Ladia.** 2012. Traditional textiles and costumes of Karbi and Biate tribes of Meghalaya. *Indian Journal of Traditional Knowledge* **11**: 309-316.
- Kennedy, T.** 2007. The notion of hierarchy: The “Parchin Kari” Programme at the Taj Mahal. *Archnet-Int. J. Arch. Res.* **1**: 105-121.
- Kossak, S. M. & E. W. Watts.** 2001. *The art of South and Southeast Asia. A resource for educators*. The Metropolitan Museum of Art, Nueva York.
- Kumar Sud, R. & S. Kumar.** 2004. *Herbs: Culinary, medicinal, aromatic (secrets and human happiness)*. Scientific Publishers India, Jodhpur.
- Leal del Castillo, M. R.** 2001. Importancia de la naturaleza y el arte en el proceso evangelizador. En: Anónimo (ed.), *Arte y naturaleza en la Colonia*: 97-185. Museo de Arte Colonial-Ministerio de Cultura-Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C.
- León-Portilla, M.** 2006. Las flores en la poesía náhuatl. *Arqueología Mexicana* **13**: 42-45.
- Linares, E. & R. Bye.** 2006. Las plantas ornamentales en la obra de Francisco Hernández “El Preguntador del Rey”. *Arqueología Mexicana* **13**: 48-57.
- Lozoya, X.** 1999. Un paraíso de plantas medicinales. *Arqueología Mexicana* **7**: 14-21.
- Luna, A.** 1996. La flora representada en la iconografía pictórica. La pintura mural prehispánica en México (*Boletín Informático*) **5**: 369-389.
- Mabberley, D. J.** 1998. *The plant-book. A portable dictionary of the vascular plants*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Macaulay-Lewis, E.** 2010. Imported Exotica: Approaches to the study of the ancient plant trade. *Bollettino di Archeologia* on line **1** (volumen especial): 16-26.
- MacDonell, A. A.** 1918. Development of Hindu iconography. *Journal of the Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland* **1918**: 526-535.
- Martínez, M. Á.** 1988. *Contribuciones iberoamericanas al mundo. Botánica, medicina, agricultura*. Biblioteca Iberoamericana, Ediciones Anaya S. A., Madrid
- Mason, R., T. Morphet & S. Prosalendis.** 2006. *Reading scientific images. The iconography of evolution*. HSRC Press, Cape Town.
- Mathur, M.** 2012. Herbal aphrodisiac their need, biology and status: global and regional scenario. *Journal of Natural Products* **5**: 131-146.
- Menzies, G.** 2006. *1421, el año en que China descubrió el mundo*. Novoprint, S. A., Barcelona.
- Michell, G.** 2007. *The majesty of Mughal decoration. The art and architecture of Islamic India*. Thames & Hudson Inc., Nueva York.
- Mikolajski, A.** 2009. *The illustrated encyclopedia of garden plants*. Hermes House-Anness Publishing Ltd., Londres.
- Misbah, G.** 2003. *Floral decoration in Mughal buildings, Lahore*. Ph.D. Thesis, Taxila Institute of Asian Civilizations, Quaid-i-Azam University, Islamabad.
- Munsterberg, M.** 2009. *Writing about art*. Create Space Independent Publishing Platform, Nueva York.
- Nayar, T. S., S. Binu & P. Pushpangadan.** 1999. Uses of Plants and Plant Products in Traditional Indian Mural Paintings. *Economic Botany* **53**: 41-50.
- Nieto Olarte, M.** 2000. *Remedios para el imperio. Historia natural y la apropiación del Nuevo Mundo*. Instituto Colombiano de Antropología e Historia, Bogotá D. C.
- O’Connell, M. & R. Airey.** 2007. *The complete encyclopedia of signs and symbols*. Hermes House-Anness Publishing Ltd., Londres.
- Pacheco, M. A.** 2006. Los antiguos dioses y las flores. *Arqueología Mexicana* **13**: 46-47.
- Page, S. & M. Olds.** 2004. *Botanica. The illustrated encyclopedia of over 10,000 garden plants and how to cultivate them*. Barnes & Noble Books, Nueva York.
- Pang, H.** 1992. *Pre-Columbian Art: Investigations and insights*. University of Oklahoma Press, Norman.
- Patil, D. A.** 2012. Indian ethnobotany: genesis through ages. *World Journal of Science and Technology* **2**: 1-14.
- Patnaik, N.** 1993. *The garden of life. An introduction to the healing plants of India*. **Doubleday Publishers, Nueva York.**
- Pavord, A.** 2005. *The naming of names. The search for order in the world of plants*. **Bloomsbury Publishing, Nueva York.**
- Pridgeon, A.** 2006. *The illustrated encyclopedia of orchids*. **Timber Press, Inc., Portland.**
- Proulx, D. A.** 2006. *A sourcebook of Nasca ceramic iconography. Reading a culture through its art*. University of Iowa Press, Iowa.
- Raezer, D. & J. Raezer.** 2012. *Highlights of India: Delhi, Agra & the Taj Mahal*. Approach Guides, Nueva York.
- Raj, M. S. K.** 2010. Global biodiversity crisis and priorities in Indian plant systematics. *Current Science* **99**: 1491.
- Randhawa, M. S.** 1957. *Flowering trees in India*. Indian Council of Agricultural Research, Nueva Delhi.
- Rao, T. A. G.** 1916. *Elements of Hindu iconography*. The Law Printing House, Madras.
- Real Academia Española de la Lengua.** 2001. *Diccionario de la lengua española*. Vigésima segunda edición. Editorial Espasa Calpe S. A., Madrid.
- Reveal, J. L. & M. W. Chase.** 2011. APG III: Bibliographical information and synonymy of Magnoliidae. *Phytotaxa* **19**: 71-134.

- Rueda González, A.** 2001. Sensibilidad alegórica: naturaleza de la imagen e imagen de la naturaleza. En: Anónimo (ed.), *Arte y naturaleza en la Colonia*: 13-95. Museo de Arte Colonial-Ministerio de Cultura-Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C.
- Schultes, R. E. & A. Hofmann.** 2000. *Plantas de los dioses*. Fondo de Cultura Económica, México D. F.
- Sharma, P., I. Gupta & P. Jha.** 2009. New aspects related to origin and development of Mughal inlay art in India. *Anistoriton Journal* **11**: 1-12.
- Singh, G.** 2010. *Plant systematics. An integrated approach*. 3^{era} ed., Science Publishers, Enfield, New Hampshire.
- Skinner, C. M.** 1911. *Myths and legends of flowers, trees, fruits, and plants in all ages and in all climes*. 3^{era} ed., J. B. Lippincott Company, Filadelfia.
- Smith, E. W.** 1901. *Moghul colour decoration of Agra. Part I*. Archaeological Survey of India, Supdt., Govt. Press, Allahabad.
- Sonderreguer, C.** 2004. *Manual de iconografía precolombina y su análisis morfológico. Cronología y estética. Mesoamérica, Centroamérica, Suramérica, 1300 a.C. - 1532 d.C.* Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Sood, S. K., S. Rana & T. N. Lakhanpal.** 2005a. *Ethnic aphrodisiac plants*. Scientific Publishers India, Jodhpur.
- Sood, S. K., V. Thakur & T. N. Lakhanpal.** 2005b. *Sacred and magico-religious plants of India*. Scientific Publishers India, Jodhpur.
- Spellman, C.** 2008. *Florigrafía. El lenguaje de las flores. Mitos y leyendas del mundo*. Editorial Oveja Negra-Quintero Editores, Bogotá D. C.
- Stolarczyk, J. & J. Janick.** 2011. Carrot: History and iconography. *Chronica Horticulturae* **51**: 13-18.
- Swordlow, J. L.** 2000. *Nature's medicine. Plants that heal. A chronicle of mankind's search for healing plants through the ages*. National Geographic Society, Washington D. C.
- Taube, K. A.** 1986. The Teotihuacan Cave of Origin: The iconography and architecture of emergence mythology in Mesoamerica and the American Southwest. *Anthropology and Aesthetics* **12**: 51-82.
- Tawari, L.** 2003. *Ancient Indian Botany and Taxonomy*. www.infinityfoundation.com/mandala/t_es/t_es_tiwari_botany_frameset.htm (consultado el 16 de enero de 2013).
- Teron, R. & S. K. Borthakur.** 2012. Biological motifs and designs on traditional costumes among Karbis of Assam. *Indian Journal of Traditional Knowledge* **11**: 305-308.
- Torfrida, M.** 1944. *Nurseries of heaven. Wild flowers of India*. Thacker and Co. Ltd., Mumbai.
- Tyldesley, J. A. & P. G. Bahn.** 1983. Use of plants in the European Paleolithic: A review of the evidence. *Quaternary Science Review* **2**: 53-83.
- Uriarte, M. T.** 2006. Flores en la pintura mural prehispánica. *Arqueología Mexicana* **13**: 36-41.
- Velasco Lozano, A. M. L.** 1999. Representación de algunas plantas medicinales en la arqueología. *Arqueología Mexicana* **7**: 24-29.
- Velasco Lozano, A. M. L. & D. Nagao.** 2006. Mitología y simbolismo de las flores. *Revista Arqueología Mexicana* **13**: 28-35.
- Venkateswara, S. V.** 1918. The development of Hindu iconography. *Journal of the Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland* **1918**: 519-526.
- Venu, P.** 1998. A review of floristic diversity inventory and monitoring methodology in India. *Proceedings of Indian National Science Academy* **B64** (5-6): 281-292.
- Viesca Treviño, C.** 1999. Uso de las plantas medicinales mexicanas. *Arqueología Mexicana* **7**: 30-35.
- Villegas, B.** (ed.). 1992. *Mutis y la Real Expedición Botánica del Nuevo Reyno de Granada*. Tomos I y II. Villegas Editores-Lunwerg Editores, Barcelona.
- Webb, M. A. & R. Craze.** 2006. *The herb & spice companion*. Barnes & Noble Publishing, Nueva York.
- Wescoat Jr., J. L.** 1999. Mughal gardens: The re-emergence of comparative possibilities and the wavering of practical concern. En: M. Conan (ed.), *Perspectives on garden histories*: 107-135. *Dumbarton Oaks Research Library and Collection*, Washington D.C.
- White Olascoaga, L. & C. Zepeda Gómez.** 2005. *El paraíso botánico del convento Malinalco, estado de México*. Universidad Autónoma del Estado de México, México D. F.
- Wilson, H.** 2011. *Pattern and ornament in the Arts of India*. Thames & Hudson Inc., Nueva York.
- Zeven, A. C. & W. A. Brandenburg.** 1986. Use of paintings from the 16th to the 19th centuries to study the history of domesticated plants. *Economic Botany* **40**: 397-408.
- Ziauddin, M.** 2005. *Role of Persians at the Mughal Court: A historical study, during 1525 A.D. to 1707 A.D.* Ph.D. Thesis, University of Balochistan, Quetta.

Recibido

Aceptado

REDESCUBRIMIENTO DE *MICONIA IMBRICATA* (MELASTOMATACEAE) Y SU TRANSFERENCIA AL GÉNERO *KILLIPIA*, Y COMENTARIOS SOBRE LA POSICIÓN DE LA INFLORESCENCIA

Juan Mauricio Posada-Herrera*, Humberto Mendoza-Cifuentes**

RESUMEN

Posada-Herrera, J.M., H. Mendoza-Cifuentes: Redescubrimiento de *Miconia imbricata* (Melastomataceae) y su transferencia al género *Killipia*, y comentarios sobre la posición de la inflorescencia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. **37** (143): 207-213, 2013. ISSN 0370-3908.

Se redescubre *Miconia imbricata* Gleason, especie hasta ahora solo conocida por su colección tipo, endémica del Parque Nacional Natural Tatamá. Se completa su descripción, se evalúan las características florales y la posición de la inflorescencia y se establece su estado de conservación. El análisis morfológico revela errores de interpretación sobre la posición de la inflorescencia y una mayor afinidad de esta especie con el género *Killipia*, así que se procede a realizar su transferencia a este género.

Palabras Clave: Melastomataceae, *Miconia*, Miconieae, *Killipia*, *Sagraea*, Norte de Los Andes, Colombia, Tatamá, Taxonomía.

ABSTRACT

Miconia imbricata Gleason, is rediscovered a species endemic of Tatamá National Park which is know only from its type. Its description is spread out, its floral characteristics and inflorescence position are evaluated and its conservation state is determined. The morphologic analysis show some mistakes from the interpretation of inflorescence position and an affinity of this species with the genus *Killipia*, so we proceed to conduct the transfer to this genus.

Key words: Melastomataceae, *Miconia*, Miconieae, *Killipia*, *Sagraea*, Noth of the Andean, Colombia, Tatamá, Taxonomy.

Introducción

El género *Miconia* Ruiz & Pav. es el mayor de la familia Melastomataceae con alrededor de 1060 especies exclusi-

vamente neotropicales (Goldenbreg, 2000). Colombia con cerca de 320 especies es uno de los países con mayor di-

* Calle 65 No 26 -10, Herbario Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia, A.A. 275. Correo electronico: Juan.posada87@gmail.com

** Carrera 8 No 15-08, Claustro de San Agustín, Villa de Leiva, Boyacá, Colombia. Correo electronico: humendoza@gmail.com

versidad del género (**Mendoza & Ramírez, 2007**). Para el país cerca del 30% de las especies de este género sólo se conocen de pocas localidades y algunas otras sólo de la colección tipo, lo que representa sin lugar a duda endemismos que ameritan su plena documentación.

En el presente artículo se documenta el redescubrimiento de *M. imbricata*, una especie descrita por **Gleason (1925)** y conocida hasta el momento sólo de la colección tipo realizada por Francis W. Pennel en 1922, en el Parque Natural Nacional de Tatamá, departamento de Risaralda. Esta especie presenta caracteres de las flores similares a los encontrados en el género *Killipia* Gleason, pero las inflorescencias en apariencia son terminales como ocurre en *Miconia*, lo que sugiere un vínculo filogenético cercano entre *M. imbricata* y *Killipia* antes no documentado. Considerando esto, se amplía la descripción de la especie, se ilustra, se establece su estado de conservación, se discute sobre la importancia filogenética de algunos caracteres florales y se transfiere *M. imbricata* al género *Killipia*.

Resultados y Discusión

Relaciones filogenéticas de *Killipia* y la posición de la inflorescencia.

Killipia está incluido dentro de los taxones con inflorescencias axilares en la tribu Miconieae y tradicionalmente se caracteriza por las inflorescencias axilares, flores 5-meras, lóbulos del cáliz elongados y asociados a los dientes dorsales desarrollados, anteras truncadas (oblongas), y conectivo basalmente tuberculado (**Ruiz-Rodgers, 1996, 1997; Judd, 1989**). Otros caracteres del género mencionados por estos autores son el tallo cuadrangular y la ausencia de cubiertas y tricomas (plantas glabras), no obstante, son variables dentro del género y no pueden ser considerados como diagnósticos. La totalidad de sus especies se encuentran a lo largo de la Cordillera Occidental en Colombia y Andes occidentales del norte de Ecuador, entre los 1500 y 2600 m de altitud (**Ruiz-Rodgers, 1996**).

Judd (1989), con base en un análisis cladístico sustentado en caracteres morfológicos, planteó la hipótesis de que *Killipia* se encuentra filogenéticamente más cercano a taxones de inflorescencias axilares como *Sagraea*, *Mecranium* y *Pentosea*, que a especies del género *Miconia*. Igualmente, **Michelangeli et al. (2004)** plantea que *Killipia* tienen afinidad con especies del complejo *Clidemia-Sagraea* de inflorescencias axilares.

Sagraea (grupo *Clidemia-Sagraea*), por otro lado, también se encuentra dentro del grupo de Miconieae de inflorescen-

cias axilares, es considerado un grupo no natural y sus especies se asociaron a los géneros *Clidemia* y *Ossaea* (**Judd, 1989**). En Colombia se encuentran tres especies del este género de la Cordillera Occidental (**Lozano-Contreras & Ruiz-Rodgers, 1995**) que aun no han sido transferidas a *Clidemia*.

La posición de la inflorescencia es un carácter más o menos conservado dentro de los géneros de la tribu Miconieae, por lo que se ha sido utilizado para delimitar sus géneros (**Michelangeli et al. 2004**). Sin embargo, algunos taxones tienen excepciones y este carácter no funciona bien como es el caso de *Ossaea* y *Leandra*, indicando al parecer cierta plasticidad del carácter (**Michelangeli et al. 2004**). No obstante, esta plasticidad puede ser un artificio ya que es posible que sea producto de la mala definición de los géneros (**Michelangeli et al. 2004**). El trabajo de **Michelangeli et al (2004)**, tendiente a dilucidar la importancia filogenética de la posición de la inflorescencia, mostró que la posición lateral o terminal ha emergido varias veces de forma independiente en la tribu y que la clasificación interna con base en este carácter debe ser reexaminada pues aun no hay claridad de cuáles son los meristemas que desarrollan las inflorescencias.

La comparación de caracteres florales del grupo *M. imbricata* – *Killipia* con especies de *Miconia* (grupo de *M. micayensis*) y con el grupo *Clidemia-Sagraea* de la Cordillera Occidental de Colombia y montañas de Panamá, muestra que hay mayor afinidad de *Killipia* con *Miconia* (Tabla 1). Algunos caracteres de *M. imbricata* y *Killipia* que se encuentran en un grupo de especies de *Miconia* son la forma de la inflorescencia (corimbiforme), el tipo de corola (cucullada), el número de pétalos (5), la forma del ápice del cáliz (lóbulos membranáceos con diente dorsal ancho), y la forma del estigma (punctiforme), que no se presentan en el grupo de inflorescencias axilares de *Clidemia-Sagraea* (Tabla 1). Estas semejanzas en los caracteres florales permiten sugerir que el grupo *killipia*–*M. imbricata* tienen más afinidad con algunas especies del género *Miconia* que con *Sagraea*, y que la posición de la inflorescencia es un carácter variable.

Miconia imbricata es un ejemplo de que los posibles errores de interpretación de la ubicación de la inflorescencia, que es un ruido que no ha permitido dilucidar claramente las relaciones parentesco de grupos en la tribu. El grupo de *Killipia*, *M. imbricata* y las otras especies de *Miconia* documentadas en la Tabla 1, son un excelente conjunto para dilucidar el interrogante aun vigente del valor filogenético de la posición de la inflorescencia en la tribu Miconieae.

Notas sobre la posición de la inflorescencia en *M. imbricata*

El estudio detallado de pequeños promontorios o callos remanentes en los puntos de ramificación del tallo y en la base de la inflorescencia de *M. imbricata*, permite sugerir que en esta especie la inflorescencia es axilar y no terminal como originalmente fue descrito por Gleason (1925). Los callos mencionados arriba presentan una serie de cicatrices producto de hojas y yemas caducas, que indica que corresponde a una rama o vástago supremamente reducido (menor de 5 mm long); en este vástago se encuentran cuatro cicatrices, dos de ellas de hojas con tres puntos o huellas de haces vasculares (que corresponden a tres venas principales de la nerviación foliar), y dos huellas sin haces vasculares evidentes; también presenta una yema apical persistente muy atrofiada pero con diminutos primordios foliares (Figura 3). De acuerdo con esto, la inflorescencia se desarrolla en la axila de una hoja en un vástago central reducido que da la apariencia de ser terminal (Figura 3).

Las características de la inflorescencia y la flor de *M. imbricata* son semejantes a las encontradas en especies del género *Killipia*. Entre estos caracteres se encuentran: inflorescencias cortas corimbiformes, flor 5 mera, corola cucullada, pétalos entre 4 y 8 mm longitud (tamaño pequeño), cáliz con lóbulos anchos membranáceos y dientes dorsales desarrollados, conectivo de la antera tuberculado en la parte basal dorsal, estigma no expandido y ovario parcialmente unido al tálamo del hipanto (Figura 1, Tabla 1). *Miconia imbricata* difiere de las especies de *Killipia* sólo en la posición de la inflorescencia, pero como se documenta anteriormente, este carácter fue

mal interpretado desde la descripción original y en verdad presenta inflorescencia axilar.

Considerando lo anterior, *M. imbricata* es una *Killipia*, así que se realiza su transferencia a este género y se amplía la descripción de esta especie con base en las anotaciones de campo, registros fotográficos y material adicional proveniente de la localidad tipo.

Killipia imbricata (Gleason) Posada-Herrera & Humberto Mend., **Comb. Nov.** (Figuras 2 y 3)

Miconia imbricata Gleason, Bulletin of the Torrey Botanical Club, 52(7): 382-382 (1925). Tipo: COLOMBIA. **Risaralda:** Cordillera Occidental, Cerro Tatamá, 3200-3400 m, 8-10 Sep 1922, fl, *F. W. Pennel 10503* (holotipo, NY).

Arbusto de 1,5–3 m; entrenudos de 1,3–1,9 cm, teretes. Ramas, peciolo e inflorescencia con cubierta densa purpura, marrones al secar, estriados; tricomas filiformes levemente adpresos de 0,4-0,8 mm. *Hojas* del mismo tamaño en cada nudo en ocasiones desiguales una de la otra en longitud. *Peciolo* teretes de 1,0–2,5 cm y 1,0–2,0 mm de diámetro. *Lámina* de 2–7 x 1–3 cm, ovadas, oblongovadas u oblongoelípticas, de textura cartácea quebradiza; margen denticulado-espínulosa; base obtusa a redondeada; ápice agudo o levemente acuminado; haz glabra, con el retículo de la nervadura impreso; envés con cubierta similar a los peciolo en la nervadura. *Nerviación* con 2 pares de venas secundarias acompañando a la vena media, basales; con 32–35 venas terciarias aledañas a la vena media y distanciadas 1,3–1,8 mm en la parte media de la lámina; nerviación terciaria formando

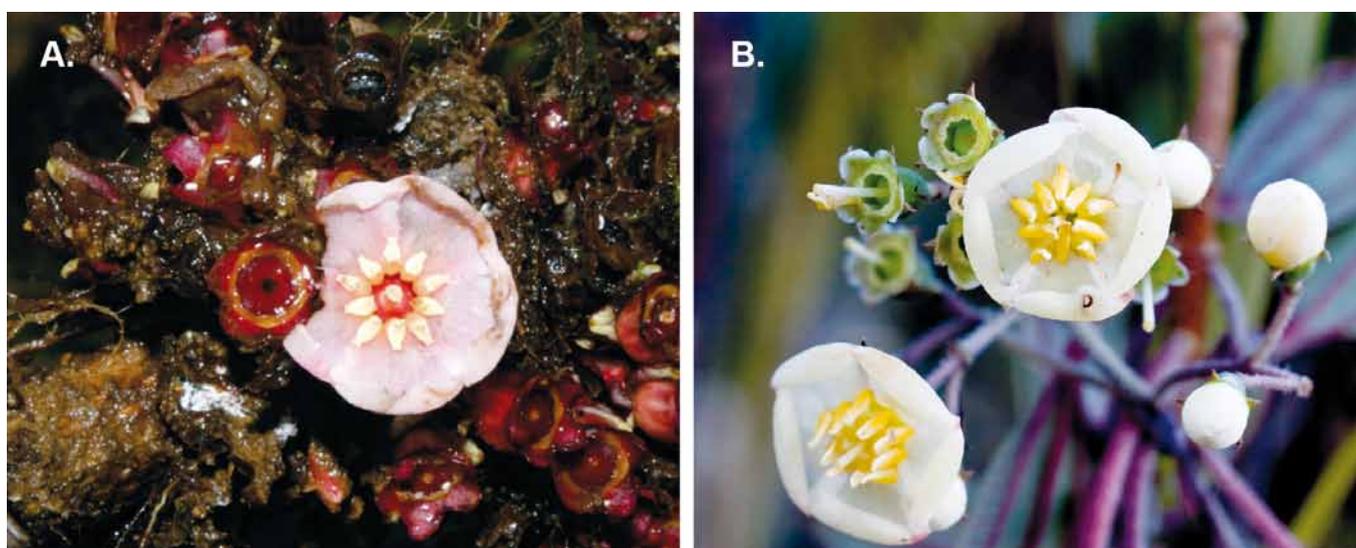


Figura 1. Comparación de flores de *K. imbricata* y *Killipia*. **A.** *Killipia verticalis* (Foto: Humberto Mendoza-Cifuentes); **B.** *Killipia imbricata* (Foto: Jasón Gutiérrez).

Tabla 1. Características morfológicas evaluadas y región geográfica de cada especie: **C:** Corimbiforme. **P:** Paniculada. **LA:** Lóbulo ancho, redondeado, triangular y membranáceo. **LC:** Lóbulo poco desarrollado, no membranáceo. **DD:** Diente externo desarrollado. **SD:** Diente externo poco desarrollado o ausente. **TD:** Tuberculado en la parte dorsal. **TV:** Tuberculado en la parte ventral. **NT:** No tuberculado. **NE:** No Expandido. **E:** Expandido. **CO:** Cordillera Occidental. **CC:** Cordillera Central. **PC:** Zonas montañosas de Panamá y Costa Rica.

Taxon	Disposición		Tipo	Orientación		Forma de la corola	Pétalos	Color	Cubierta externa	Tamaño mm.	Número	Lóbulos	Dientes dorsales	Cáliz	Conectivo	Tecas cortas y oblongas	Tallós lenosos	Forma tallo	No. lóculos	Forma estigma	Bractéolas	Distribución geográfica	Dist. Alt. msnm	Referencia																				
	Lateral	Péndula		C	Erecta																				Péndula	Terminal	Terminal, lateral	Terminal	Terminal	Terminal	Terminal, lateral	Terminal												
	C	C		C	C																				C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Lateral	Péndula	C	Erecta	Péndula	Cucullada	Blanco	Pruinosos	7.0x9.0	5	5	LA	DD	DD	TD	si	si	Terete	5	NE	si	CO	3200-3400	Gleason (1925)																				
	Lateral	Péndula	C	Erecta	Péndula	Cucullada	Blanco	Glábulo	2.0-2.5x2.0	5	5	LA	DD	DD	TD	si	si	Terete	?	NE	si	PC	2000-2500	Almeida (1981)																				
	Terminal	Erecta	C (multiflora)	Erecta	Péndula	Cucullada	Blanco	Glábulo	4.5x4.3	5	5	LA	DD	DD	TD	si	?	Cuadrangular	2	NE	si	CO	2400	Wurdack (1957)																				
	Lateral	Péndula	C	Erecta	Péndula	Cucullada	Blanco	Glábulo	4.5x4.3	5	5	LA	DD	DD	TD	si	si	Terete	?	NE	si	CO	2400	Wurdack (1957)																				
	Lateral	Péndula	C	Erecta	Péndula	Cucullada	Rosado	Pruinosos	4.5x4.0	5	5	LA	DD	DD	TD	si	si	Terete	?	NE	si	CC	1500-2500	Wurdack (1962)																				
	Terminal, lateral	Medio Péndula	C	Erecta	Péndula	Cucullada	Blanco	?	3.0-3.5x3.2-3.5	5	5	LA	DD	DD	TD	si	?	Terete	3	E	si	CC	2500-3000	Wurdack (1955)																				
	Terminal	Péndula	C	Erecta	Péndula	Cucullada	Rosado	Pruinosos	4.5x4.0	5	5	LA	DD	DD	TD	si	si	Terete	3	NE	si	CC	1500-2500	Wurdack (1962)																				
	Terminal, lateral	Medio Péndula	C	Erecta	Péndula	Cucullada	Blanco	?	3.0-3.5x3.2-3.5	5	5	LA	DD	DD	TD	si	?	Terete	3	E	si	CC	2500-3000	Wurdack (1955)																				
	Terminal	Péndula	C	Erecta	Péndula	Cucullada	Rosado	Pruinosos	4.5x4.0	5	5	LA	DD	DD	TD	si	si	Terete	3	NE	si	CC	1500-2500	Wurdack (1962)																				
	Terminal	Péndula	C	Erecta	Péndula	Cucullada	Rosado	Pruinosos	4.0x3.5	5	5	LA	DD	DD	TD	si	si	Terete	?	NE	si	CO	2300-2400	Morales-Puentes et al. (2008)																				
	Terminal	Erecta	C (multiflora)	Erecta	Péndula	Cucullada	Amarillo	Glábulo	4.5x4.0	5	5	LC	DD	DD	NT	si	si	Aplanado	3	NE	si	CO	1700-2800	Gleason (1925)																				
	Terminal	Erecta	C	Erecta	Péndula	Cucullada	Amarillo	Glábulo	4.5x4.0	5	5	LC	DD	DD	NT	si	si	Aplanado	3	NE	si	CO	1700-2800	Gleason (1925)																				
	Terminal	Erecta	C	Erecta	Péndula	Cucullada	Rosado	Pruinosos	4.5x4.0	5	5	LA	DD	DD	TD	si	si	Terete	3	NE	si	CC	1500-2500	Wurdack (1962)																				
	Terminal, lateral	Medio Péndula	C	Erecta	Péndula	Cucullada	Blanco	?	3.0-3.5x3.2-3.5	5	5	LA	DD	DD	TD	si	?	Terete	3	E	si	CC	2500-3000	Wurdack (1955)																				
	Terminal	Erecta	C	Erecta	Péndula	Cucullada	Rosado	Pruinosos	6.5x4.5-4.8	5	5	LA	DD	DD	TD	si	si	Cuadrangular	4	NE	si	CO	2400-2600	Wurdack (1962)																				
	Lateral	Erecta	C	Erecta	Péndula	Cucullada	Rosado	Pruinosos	5.0x5.0-8.0	5	5	LA	DD	DD	TV	si	?	Terete	3	NE	?	CO	2200-2560	Ruiz-Rodgers (1996)																				
	Lateral	Erecta	C	Erecta	Péndula	Cucullada	Rosado	Pruinosos	5.0x4.0	5	5	LA	DD	DD	TD	si	si	Cuadrangular	3	NE	si	CO	1600-1800	Ruiz-Rodgers (1996)																				
	Lateral	Péndula	C	Erecta	Péndula	Cucullada	Amarillo	Pruinosos	4.0-5.0x3.0-4.0	5	5	LA	DD	DD	TD	si	si	Cuadrangular	3	NE	si	CO	1000-2300	Ruiz-Rodgers (1996)																				
	Lateral	Péndula	C	Erecta	Péndula	Cucullada	Rosado	Pruinosos	4.0-4.2x4.0-4.8	5	5	LA	DD	DD	TD	si	si	Terete	3	NE	si	CO	2100-2500	Ruiz-Rodgers (1996)																				
	Lateral	Erecta	C	Erecta	Péndula	Cucullada	Rosado	Pruinosos	4.5-4.3	5	5	LA	DD	DD	TD	si	si	Cuadrangular	5	NE	si	CO	1750-2200	Ruiz-Rodgers (1996)																				
	Lateral	Erecta	C	Erecta	Péndula	Cucullada	Rosado	Pruinosos	4.5-4.3	5	5	LA	DD	DD	TD	si	si	Cuadrangular	5	NE	si	CO	1750-2200	Ruiz-Rodgers (1996)																				
	Lateral	Erecta	P	Erecta	Péndula	Cucullada	Blanco	Glábulo	1.0x0.8	4	4	LC	SD	SD	NT	si	no	Terete	2	E	si	CO	1800-230	Lozano & Ruiz-Rodgers (1995)																				
	Lateral	Erecta	P	Erecta	Péndula	Cucullada	Blanco	Glábulo	1.0x0.8	4	4	LC	SD	SD	NT	si	no	Terete	2	E	si	CO	1800-230	Lozano & Ruiz-Rodgers (1995)																				
	Lateral	Erecta	P	Erecta	Péndula	Cucullada	Blanco	Glábulo	1.0x0.8	4	4	LC	SD	SD	NT	si	no	Terete	2	E	si	CO	1800-230	Lozano & Ruiz-Rodgers (1995)																				
	Lateral	Erecta	P	Erecta	Péndula	Cucullada	Blanco	Glábulo	1.0x0.8	4	4	LC	SD	SD	NT	si	no	Terete	2	E	si	CO	1800-230	Lozano & Ruiz-Rodgers (1995)																				
	Lateral	Erecta	P	Erecta	Péndula	Cucullada	Blanco	Glábulo	1.0x0.8	4	4	LC	SD	SD	NT	si	no	Terete	2	E	si	CO	1800-230	Lozano & Ruiz-Rodgers (1995)																				

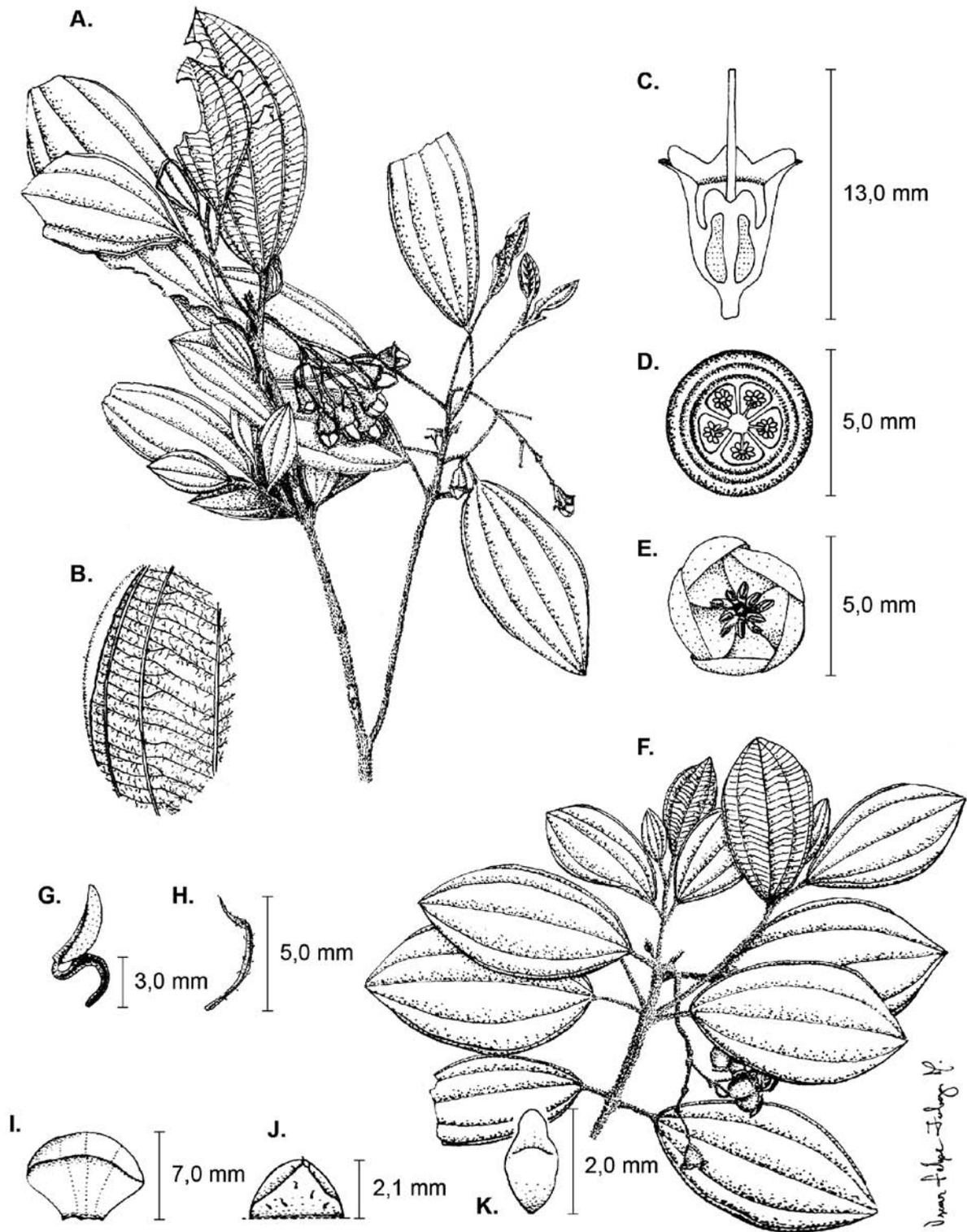


Figura 2. *Killipia imbricata*. **A.** Hábito con botones florales **B.** Detalle del envés. **C.** Corte longitudinal del hipanto. **D.** Corte transversal del hipanto **E.** Detalle de la corola. **F.** Hábito con frutos. **G.** Estambre. **H.** Bractéola. **I.** Pétalo. **J.** Dientes del cáliz. **K.** Placenta. Ilustración de las partes basada en D. Sanín 4269 (FMB); A y F, basados en J. M. Posada 127 (FAUC, COL).

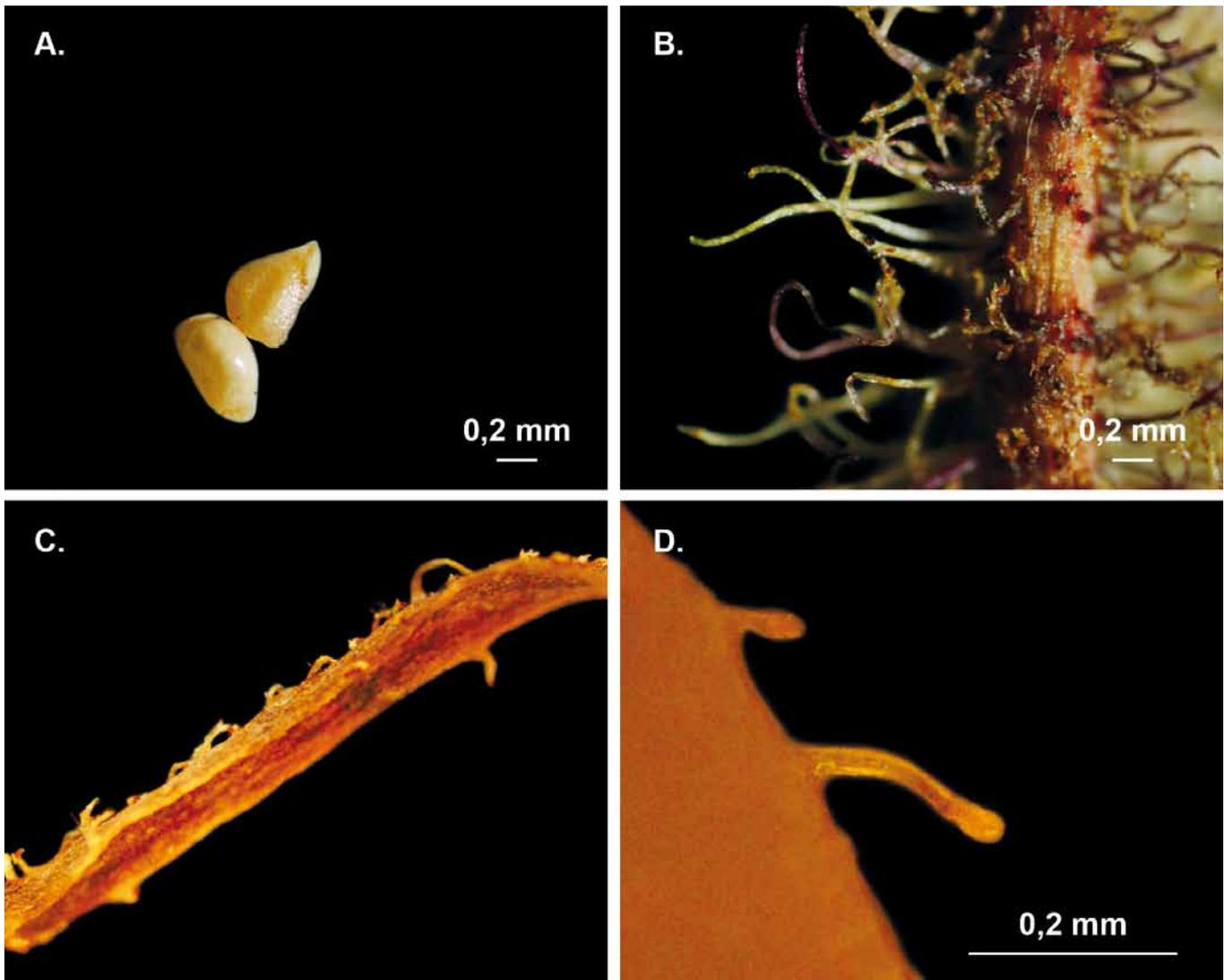


Figura 3. *Killipia imbricata*. **A.** Semillas. **B.** Tricomas de las hojas. **C.** Bractéolas. **D.** Tricomas del pistilo. A, basado en J.M. Posada 127 (FAUC, COL); B, C, D, basados en D. Sanín 4269 (FMB).

un retículo conspicuo; toda la nervadura con cubierta densa de tricomas filamentosos de 1.3–1.5mm, transparentes excepto en los nervios principales que son de color púrpura (café claro en material seco). *Inflorescencia* de apariencia terminal pero se desarrolla en la axila de una rama atrofiada, paniculada-corimbosa, péndula, de 3–5 cm, con 8–12 flores; eje central con 3–4 nudos de ramificación, primer internodo terete y de 0.9–1.6 cm; paracladios basales 1–1.7cm, con 1 nivel de ramificación; ápice de las ramillas dicasiales; brácteas caedizas 5–7mm. Flores pediceladas, 5 meras, diplostemonas; pedicelo 3–6 mm. *Hipanto* campanulado, de 4–5 x 3–4mm, paredes de 0.5mm de grosor, externamente con cubiertas como las ramas pero menos densa, tricomas de 0.16–

0.24 mm; torus 0.9mm de grosor. *Cáliz* lobulado; lóbulos anchamente redondeados, de 3.0 x 1.7 mm, membranáceos y glabros; dientes externos anchamente triangulares y apiculados, de 2.1mm de largo, externamente con cubierta como el hipanto. *Corola* levemente acopada (cucullada); pétalos 7x9 mm, anchamente obovados, apicalmente inflexos, blancos, externamente pruinosos, internamente glabros. *Estambres* isomórficos, dispuestos simétricamente y en círculo alrededor del estilo; anteras y conectivo de color amarillo claro; filamentos de 3 mm longitud y 0.8 mm de ancho cerca a la base; conectivo minutamente tuberculado en la parte basal-dorsal, estos pequeños apéndices de 0.6 x 0.6 mm; tecas de 4 mm, oblongas, con poro apical o levemente dorsal. *Estilo*

columnar y recto, de 7,6 mm, base de 0,6 mm de diámetro, con tricomas glandulares esparcidos cerca de la base de 0,2–0,3 mm; estigma no expandido en material seco, levemente expandido en material fresco, de 0,6–0,7 mm de diámetro. *Ovario* 5 locular, parcialmente fusionado en la base 3mm al hipanto, ovoide, de 5,0 x 2,5 mm; ápice con dientes anchos sobresalientes 0,7 mm; placentas de 1,8 x 0,8 mm, con rudimentos en todas las superficies. *Fruto* baya, de 2,5–3,5 mm de longitud sin el pedicelo, diámetro 2,5–3mm. *Semilla* obovada o ovoide, testa de color café claro, rafe conspicua, más que la testa y levemente rugosa, 0,5–0,6 x 0,33–0,35 mm.

Distribución y hábitat: Especie hasta ahora restringida al Parque Nacional Natural Tatamá, en el departamento de Risaralda, municipio de Santuario, en zonas de bosque Altoandino entre los 3200 y 3400 m de altitud.

Fenología: Las tres únicas colecciones conocidas poseen flores y provienen de los meses de septiembre y enero, que coinciden con los periodos lluviosos y secos en la zona de referencia (Rangel-Ch et al., 2005).

Notas taxonómicas: Esta especie se puede diferenciar de otras especies de *Killipia* por crecer en zonas de bosque Altoandino, por poseer tallo terete, por la cubierta densa de tricomas filamentosos color púrpura en fresco y café claro cuando seco en las partes vegetativas e inflorescencia, la inflorescencia péndula, la corola de color blanco, el ápice del cáliz con lóbulos redondeados membranáceos con dientes dorsales anchamente triangulares y los estambres de color amarillo, con el conectivo dorsal basal levemente tuberculado.

Estado de Conservación: Por ser endémica de zonas de subpáramo-paramo con un área de 13.875ha (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2007) y restringida a una localidad, puede ser catalogada como Vulnerable (dependiente de un área de conservación).

Ejemplares revisados: COLOMBIA. **Risaralda:** Santuario, PNN Tatamá, sector entre El Fracaso-Valle de Las Miras El Fracaso, 3400 m, 5°07'21.58"N, 76°02'45.63"W, 15 ene 2011, fl, D, Sanín 4269, (FMB); fr, J.M, Posada 127, (FAUC, COL).

Agradecimientos

Los autores agradecen al personal del Parque Nacional Natural Tatamá por permitir el acceso, a su director Hugo Ballesteros y a Rosa Restrepo (funcionaria del parque) por su apoyo y colaboración. Al Instituto de Investigaciones en Estratigrafía-IIES, en especial al profesor Andres Pardo por el apoyo para realizar la expedición. Al investigador David

Sanín, por la logística, su compañía en campo, facilitación de sus colecciones y amable colaboración al facilitar el acceso a las instalaciones del instituto. A Julio Andrés Sierra Giraldo y Luis Fernando Coca por su apoyo en campo. A Melissa Zuluaga por la edición de las imágenes.

Referencias

- Almeda, F. 1981. New and reconsidered species of *Miconia* (Melastomataceae) from Costa Rica and Panama. *Proc. Calif. Acad. Sci.* **42**(10): 303-314.
- Gleason, H. 1925. Studies on the flora of northern South America-VII. *Bull. Torrey Bot. Club* **52**(7): 373-388.
- Goldenberg, R. 2000. O gênero *Miconia* Ruiz & Pav. Melastomataceae. I. Listagens analítica. II. Revisão taxonômica da seção *Hypoxanthus* (Rich. ex DC.) Hook. Tesis de Doctorado. Universidad de Campinas, Campinas, Brasil.
- Judd, W. S. 1986. Taxonomic studies in the Miconieae (Melastomataceae) I. Variation in inflorescence position. *Brittonia* **38**: 150-161.
- Judd, W. S. 1989. Taxonomic studies in the Miconieae (Melastomataceae) III. Cladistic analysis of axillary-flowered taxa. *An. Missouri Bot. Gard* **76**: 476-495.
- Lozano-Contreras, G. & N. Ruiz-Rodgers. 1995. Nuevas especies de *Sagraea* (Melastomataceae). *Mutisia* **75**: 1-11.
- Mendoza, H. & B. Ramírez. 2007. *Lista preliminar de especies de Melastomataceae y Memecylaceae para Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; Universidad del Cauca. Bogotá D.C. Colombia. <http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=2000>
- Michelangeli, F., D. Penneys, J. Giza, D. Soltis, M.H. Hils & J.D. Skean Jr. 2004. A preliminary phylogeny of the tribe Miconieae (Melastomataceae) based on nrITS sequence data and its implications on inflorescence position. *Taxon* **53**(2): 279-290.
- Morales-Puentes, M. E., F. Michelangeli, F. González. 2008. Una nueva especie de *Miconia* (Melastomataceae: Miconieae) de Colombia. *Brittonia* **60**(3): 228-234.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2007. *Plan de manejo 2007-2011, Parque Nacional Natural Tatamá*. Dirección Territorial Noroccidente. Medellín, Antioquia. (Resumen ejecutivo).
- Rangel Ch, J.O., M. AguilarP, A. Flores. 2005. Clima en el área del transecto Tatamá. Pags. 47-103. En: Van der Hammen, Th., J. O. Rangel Ch. & A. M. Cleef (eds.). *Studies on Tropical Andean Ecosystems* Vol. 6. La Cordillera Occidental Colombiana. Transecto Tatamá. J. Cramer, Berlin, Stuttgart. (9)
- Ruiz-Rodgers, N. 1996. *Estudio sistemático del género Killipia (Melastomataceae: Miconieae) en Colombia*. Trabajo de grado Magister en Biología – Línea Sistemática, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Ruiz-Rodgers, N. 1997. Una nueva especie del genero *Killipia* (Melastomataceae). *Caldasia* **19**(1-2): 175-177.
- Wurdack, J. J. 1955. Certamen Melastomataceis-II. *Phytologia* **5**(4): 130.
- Wurdack, J. J. 1957. Certamen Melastomataceis-IV. *Brittonia* **9**(2): 101-109.
- Wurdack, J. J. 1962. Certamen Melastomataceis VII. *Phytologia* **8**(4):168-17

Recibido: 6 de mayo de 2013

Aceptado para su publicación: 4 de junio de 2013

FITOPATOLOGÍA

CARACTERIZACIÓN DEL AGENTE CAUSANTE DE LA ROÑA DEL MARACUYÁ (*PASSIFLORA EDULIS* F. *FLAVICARPA DEGENER*) EN COLOMBIA

Carlos Germán Delgado-Méndez*, Jairo Castaño-Zapata**, Bernardo Villegas-Estrada***

RESUMEN

Delgado-Méndez C.G., J. Castaño-Zapata, B. Villegas-Estrada: Caracterización del agente causante de la Roña del Maracuyá (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa degener*) en Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. **37** (143): 215-228, 2013. ISSN 0370-3908.

Los cultivos de maracuyá y otras pasifloras en Colombia regularmente son afectados por la Roña, una enfermedad degenerativa que afecta diferentes tejidos de la planta, sin embargo la etiología de la enfermedad no es bien conocida, lo que motivó esta investigación con el objetivo de establecer la verdadera etiología de la enfermedad a partir de pruebas de patogenicidad y caracterización morfológica del agente causante, complementadas con la caracterización molecular del patógeno utilizando la amplificación de las regiones ITS del ADN_r y del gen Actin, enzimas de restricción y secuenciación; concluyendo que la especie del hongo *Cladosporium cladosporioides*, es la causante de la Roña del maracuyá en Colombia.

Palabras clave: patogenicidad, morfología, RFLP, secuenciación, *Cladosporium cladosporioides*.

ABSTRACT

The passion fruit and other passion flower crops in Colombia regularly are affected by scab, a degenerative disease that attacks different parts of the plant, however the etiology of the disease is not completely known, which led to do this research to establish the etiology of the disease through pathogenicity tests and morphological characteristics of the causal agent, complemented with molecular characterization using the amplified rDNA ITS region and Actin region gen, restriction enzymes and sequencing, concluding that *Cladosporium cladosporioides* is the causal agent of passion fruit scab in Colombia.

Key words: pathogenicity, morphology, RFLP, sequencing, *Cladosporium cladosporioides*.

* Magister en Fitopatología, Correo electrónico: carlosgermand@hotmail.com

** Ph.D. Profesor Titular. Departamento de Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas. Correo electrónico: jairo.castano_z@ucaldas.edu.co

*** M.Sc. Profesor Asistente. Departamento de Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas. Correo electrónico: bernardo.villegas@ucaldas.edu.co

Introducción

En Colombia, las pasifloras que se cultivan comercialmente son: maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener), granadilla (*P. ligularis* Juss) y gulupa (*P. edulis* f. *edulis* Sims); y de manera artesanal, badea (*P. quadrangularis* L.) y curuba (*P. mollissima* Bailey) (Jaramillo, 1993). Dada la gran demanda de estos productos en el ámbito internacional, se han ido extendiendo las áreas de cultivo y se ha mejorado el manejo técnico debido a investigaciones acerca de la fisiología y control de plagas y enfermedades (Jaramillo, 1993).

Dentro de los problemas fitosanitarios del cultivo de maracuyá, se destaca una enfermedad conocida como Roña, de la cual se han escrito reportes que muestran un escaso conocimiento respecto a la identidad del agente causante de la enfermedad. Esta enfermedad fue descrita por primera vez en Australia sobre frutos de maracuyá (Simmonds, 1932). La enfermedad se describe como “Verrugosis” debido a los hinchamientos sobre el fruto, y se destaca su importancia a causa del deterioro de su apariencia y por consiguiente la disminución del valor comercial de la fruta (Figura 1). Simmonds (1932), en Australia identificó a *Cladosporium herbarum*. Sin embargo, existen muchas discrepancias entre investigadores acerca del patógeno causante de esta enfermedad (Goes, 1998).

Cladosporium oxysporum fue reportado como el agente causante en Zimbabwe y Australia y *C. cladosporioides* y *C. herbarum* en Brasil (Bates, 1954; Persley, 1993; Barreto *et al.*, 1996).

Los hongos del género *Cladosporium* Link, pertenecen a la clase Deuteromycetes, orden Moniliales, familia Dermatiaceae. Son clasificados como hongos imperfectos y la



Figura 1. Sintomatología de Roña en un fruto de maracuyá.

especie tipo del género *Cladosporium* es *C. herbarum*, su fase perfecta o teleomorfo es *Mycosphaerella tassiana* Johans (Ellis, 1971), y según Kirk *et al.* (2001), pertenece a la clase Ascomycetes, subclase Dothydeomycetidae, orden Mycosphaerellales, familia Mycosphaerellaceae. Esta especie presenta gran abundancia de esporas asexuales, llamadas conidios. Los conidios son producidos en conidióforos grandes y oscuros que pueden ramificar en el ápice, y siempre están dispuestos sobre conidióforos en grupos ramificados.

C. oxysporum, produce conidióforos, rectos o ligeramente flexuosos, de color marrón pálido y hasta 500 μm de largo y 3-5 μm de ancho, con hinchazones intercalares de 6-8 μm de diámetro (Ellis, 1971). Los conidios son cilíndricos y con los extremos redondeados, elipsoidales, o subesféricos, de color marrón pálido o subhialinos de 5-30 \times 3-6 μm , y se producen solos o en cadenas ramificadas (Ellis, 1971).

Los conidióforos de *C. cladosporioides* y *C. herbarum* son de color marrón claro y producen conidios desde la parte central hasta la parte superior del conidióforo (Domsch *et al.*, 1980). Los conidióforos de *C. cladosporioides* son de 2-6 μm de ancho y hasta 350 μm de largo, y producen conidios unicelulares elipsoidales color marrón de 3-7 \times 2-4 μm . Los conidióforos de *C. herbarum* son de 3-6 μm de ancho y hasta 250 μm de largo, y producen conidios color marrón amarillentos de 5,5-13 \times 3,8-6,0 μm , que normalmente son unicelulares.

Cladosporium, también es un hongo saprófito de plantas en descomposición, textiles, cuero, caucho y madera, además es parásito de Gramíneas fundamentalmente, sus esporas en general son de tamaño aproximado de 10 μm de largo y 4 μm de ancho, de forma elipsoidal y de color hialino a marrón amarillento (Agrios, 2005). También produce conidióforos largos y oscuros que crecen en posición vertical, sus conidios son ovalados, irregulares o cilíndricos de color marrón oscuro o negro, y puede consistir de una a tres células, y dan al hongo una apariencia aterciopelada oscura. La germinación de los conidios es favorecida por una alta humedad ambiental y pueden causar lesiones en hojas, ramas o frutos (Agrios, 2005).

Las técnicas de caracterización morfológica y molecular, constituyen herramientas importantes que permiten una identificación completa de microorganismos. Debido a que en Colombia, no existe un trabajo de investigación que establezca la verdadera identidad de aislamientos patogénicos de *Cladosporium* spp. causando la Roña en plantaciones de maracuyá, esta investigación tuvo como objetivo identificar morfológica y molecularmente el agente causante de esta enfermedad.

Materiales y métodos

Obtención de cultivos monospóricos

Se colectaron 40 muestras de frutos enfermos de maracuyá, granadilla y gulupa con síntomas típicos de Roña en los departamentos de Huila (cinco de gulupa, cuatro de granadilla, cuatro de maracuyá), Caldas (diez de maracuyá), Valle del Cauca (tres de granadilla, tres de maracuyá, uno de gulupa), Boyacá (cuatro de gulupa), Cundinamarca (tres de maracuyá, uno de gulupa) y Tolima (uno de granadilla, uno de gulupa).

Las muestras se codificaron de acuerdo con el hospedante y lugar de origen. Se procesaron individualmente cortando fragmentos de tejido sano y enfermo de aproximadamente 2 mm², se lavaron con agua destilada estéril (ADE) durante 10 min, y luego se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 1% durante 1 min. Luego se enjuagaron con ADE y fueron sumergidos en etanol al 70% durante 1 min, finalmente se enjuagaron con ADE (Álvarez *et al.*, 2004). Posteriormente se realizó siembra directa sobre cajas Petri conteniendo papa-dextrosa-agar, PDA (39 g/L), agar nutritivo, AN (42 g/L), y agar-jugo V8, AV8 (200 mL de jugo V8/L). Finalmente, las cajas Petri se marcaron y sellaron con papel vinipel y fueron incubadas a una temperatura de 23°C y luz continua.

Para obtener cultivos monospóricos se sembró por agotamiento una asada de esporas del aislamiento puro, en cajas Petri con agar-dextrosa, AD (agar 15 g, dextrosa 20 g/L), incubándolas a 27°C en oscuridad por 24 h. Los aislamientos se observaron al estereoscopio ubicando esporas individuales germinadas, se marcó el sitio con un micro gancho sobre el medio y luego se verificó en el microscopio la presencia de esporas individuales. Se transfirió un fragmento del medio con la espora seleccionada a una caja Petri con PDA + estreptomycin (300 mg/L), teniendo la precaución de que la espora quedara en contacto con el medio. Se obtuvieron 40 aislamientos, los cuales fueron conservados en papel filtro a 4°C y -20°C, utilizando sobres de papel kraft, para evitar la contaminación y conservar su viabilidad y patogenicidad. Luego de ser almacenados, se reactivaron los aislamientos cada dos meses para verificar su viabilidad y utilizarlos en las pruebas de patogenicidad (Aricapa & Correa, 1994).

Caracterización morfológica

Se registró tasa de crecimiento, textura y color de la colonia, y forma y tamaño de los conidios. De cada aislamiento desarrollado en medio PDA + estreptomycin, se tomaron discos de aproximadamente 3 mm de diámetro de crecimiento micelial del hongo y se transfirieron a cajas Petri con PDA + Ácido láctico al 25%. Finalmente las cajas se incubaron a 24°C durante 15 días.

La tasa de crecimiento micelial (cm. día⁻¹) se determinó mediante la fórmula propuesta por Mead *et al.* (1993):

$$TC = (Cf - Ci) / (Tf - Ti)$$

Donde:

Cf = Crecimiento final
Ci = Crecimiento inicial
Tf = Tiempo final
Ti = Tiempo inicial

La caracterización morfológica de las colonias se inició a los 8 días de la siembra, se evaluó el diámetro, textura y color de las colonias durante 8 días (Manzo *et al.*, 2001; Jiménez, 2008). Para tal fin, los conidios, se montaron en portaobjetos y se observaron mediante un microscopio de luz, marca Revelation III LW Scientific, a través de los objetivos 40X y 100X. La determinación del tamaño de las esporas se realizó mediante un micrómetro marca B&L, midiendo el largo y ancho de 20 conidios elegidos al azar de cada aislamiento (Castaño-Zapata, 1998).

Se realizó un análisis de varianza para cada uno de los tratamientos (aislamientos) previa comprobación de la normalidad, y la separación de medias según la prueba de Tukey a nivel del 5%.

Pruebas de patogenicidad

Las pruebas fueron ejecutadas en condiciones de campo de la granja Luker, utilizando hojas y frutos sanos de maracuyá variedad Luker, de aproximadamente dos semanas de edad. Las condiciones agroecológicas de la granja son: temperatura media 22,5°C, altitud 1.100 msnm, precipitación anual 2.074 mm y brillo solar 1.791,4 h. Las inoculaciones se realizaron el mismo día para que los aislamientos tuvieran las mismas condiciones ambientales. Se inocularon 10 hojas y 10 frutos con cada aislamiento. Las hojas y frutos antes de la inoculación, se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 1%, luego se les produjeron heridas pequeñas mediante una aguja estéril, e inmediatamente después se les asperjó una suspensión de 1 x 10⁶ conidios/mL de agua, cubriendo completamente el área herida (Figura 2). Para tal efecto se usó un aspersor marca "Plastihogar" de 200 mL de capacidad. Los frutos y hojas inoculados se mantuvieron adheridos a las plantas y fueron cubiertos con una bolsa de tul, que fue sellada con plastilina para evitar la entrada de insectos que pudieran alterar el ensayo. El testigo consistió en hacer heridas pequeñas mediante una aguja estéril y asperjar agua destilada estéril a las hojas y los frutos, cubriendo por completo los tejidos (Saldarriaga-Cardona *et al.*, 2008; Dhingra & Sinclair, 1985; FAO, 1985; French & Hebert, 1982). Las variables registradas fueron periodo de incubación e incidencia de la enfermedad.

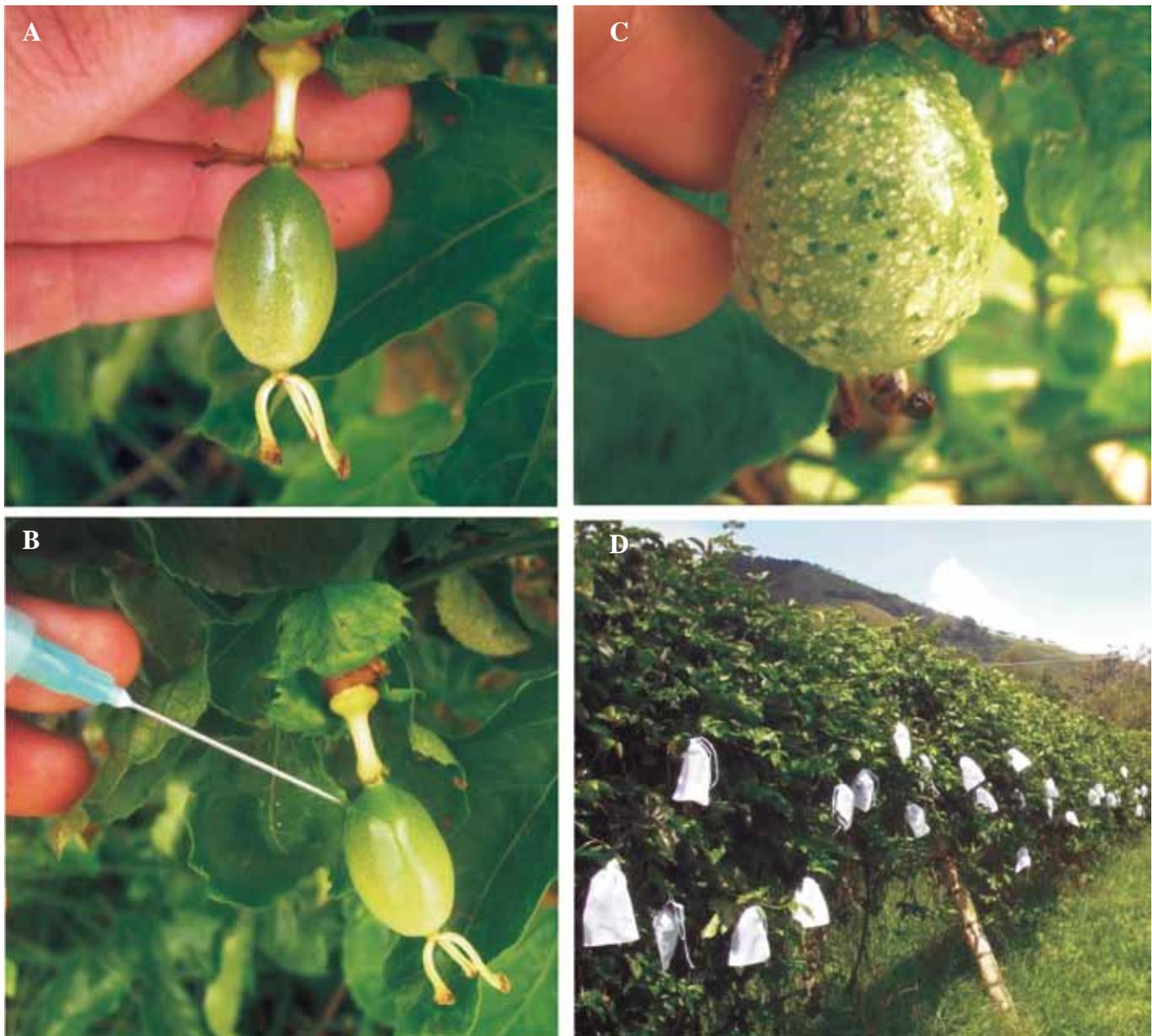


Figura 2. Metodología de inoculación en condiciones de campo de *Cladosporium* spp. A) Selección del fruto. B) Punción del fruto con aguja estéril. C) Aspersión de la suspensión conidial en el fruto. D) Cubrimiento del fruto con bolsa de tul sellada con plastilina.

Los 40 aislamientos obtenidos de tejidos de maracuyá, granadilla y gulupa fueron inoculados siguiendo los postulados de Robert Koch.

Caracterización molecular

La caracterización molecular se realizó en el laboratorio de patología de yuca y frutas tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT, Palmira, donde se aplicaron tres diferentes técnicas como son: amplificación de los espa-

ciadores internos transcritos (ITS, por sus siglas en inglés), amplificación del gen Actin y análisis del Polimorfismo en la Longitud de los Fragmentos de Restricción (RFLP, por sus siglas en inglés) para determinar una o varias especies de *Cladosporium* como causantes de la Roña

Obtención del micelio

Los aislamientos se sembraron en Erlenmeyer de 250 mL con 100 mL de medio papa-dextrosa, PD (extracto de papa 200 g,

dextrosa 20 g, agua destilada estéril 800 mL), se incubaron a 23°C en una incubadora marca WTB binder, durante 12 días. Se hizo un filtrado del hongo colocando el micelio sobre papel filtro Whatman N°2 dentro de un embudo de cerámica (Buchner funnel) unido a un Erlenmeyer y a una bomba de vacío, haciendo un lavado con agua destilada estéril.

Se tomó el micelio del papel filtro y se pasó a cajas Petri, las cuales fueron conservadas en una incubadora marca Thermo scientific, a 37°C por 8 h para extraer la humedad, posteriormente el micelio se maceró con nitrógeno líquido y se depositó en tubos eppendorf estériles de 2 mL de capacidad, los cuales se conservaron a -20°C.

Extracción y cuantificación de ADN

La extracción se realizó siguiendo el protocolo descrito por Álvarez *et al.* (2004), modificado por Delgado (2011). Se cuantificó la concentración del ADN en un espectrofotómetro NanoDrop ND-1000 (Nanodrop Technologies, Wilmington, DE) y se utilizó a una concentración de 5 ng/μL.

Amplificación de las regiones ITS del ADNr

Para la amplificación de las regiones ITS del ADN ribosomal (ADNr) se utilizaron los cebadores universales ITS1/ITS4 e ITS4/ITS5 ITS1: (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'), ITS4: (5'TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'), ITS5: (5'GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG-3') (White, 1990). Las reacciones de PCR fueron calculadas para 30 μL; se utilizó las condiciones de amplificación reportadas por Wirsal *et al.* (2002).

Los resultados se evaluaron mediante electroforesis en geles de agarosa al 1,2% teñidos con el reactivo Gel red sobre Buffer TAE 1X y visualizados bajo luz UV. En la electroforesis se utilizó un marcador molecular de ADN HyperLadder II (Bioline; Batch #: H2K2-1008).

Amplificación del gen Actin

Para la amplificación del gen Actin de los 30 aislamientos, se utilizaron los cebadores específicos para el género *Cladosporium* CladActF1-CladActR1 y CladActF3-CladActR3. El coctel de la reacción de PCR contenía 0,5 μL de una solución de ADN fúngico en 50 μL de mezcla de reacción (1 X PCR buffer (MBI Fermentas GmbH, St. Leon-Roth, Alemania), 1,5 mM MgCl₂, 0,2 mM dNTPs, 0,5 mg/mL BSA bovine serum albumin, 0,3 μL de cada primer, y 0,04 U/μL de *Taq* Polimerasa (MBI Fermentas). Las condiciones de amplificaciones se hicieron de acuerdo con las reportadas por Wirsal *et al.* (2002), ligeramente modificadas por Delgado (2011).

RFLP

Se utilizaron las enzimas de restricción *HaeIII*, *HpaII*, *RsaI*, *AluI*, y *TaqI* con el fin de encontrar diferencias entre la secuencia de nucleótidos de los 30 aislamientos de *Cladosporium* seleccionados.

Posteriormente se hizo una electroforesis en gel de agarosa al 3,0%, con Buffer TAE 1X y se visualizaron los resultados bajo luz UV. Para la observación de los fragmentos se utilizó un marcador molecular de ADN HyperLadder II (Bioline; Batch #: H2K2-1008).

Secuenciación

El ADN amplificado para las regiones ITS1, ITS4 e ITS5 del ADNr de 13 aislamientos y para el gen Actin de 10 aislamientos fue secuenciado en la Universidad del estado de Iowa, Estados Unidos. Se limpiaron y se ensamblaron las secuencias con el programa ChromasPro versión 1,5 (Technilysium Pty Ltd.) donde se desplegaron los electroferogramas. Posteriormente, con el programa Blast se hizo la anotación y se buscó la identidad del patógeno en la base de datos del Centro Nacional para la Información Biotecnológica (NCBI, por sus siglas en inglés).

Adicionalmente, se construyó un árbol filogenético con las secuencias, utilizando la herramienta Geneious Tree Builder, empleando el modelo de distancia genética de Jukes – Cantor mediante el método de Evolución mínima y análisis estadístico de probabilidad (bootstrap) con 500 réplicas.

Análisis filogenético

El análisis filogenético fue hecho usando las secuencias amplificadas de las regiones ITS1, ITS4, ITS5 y Actin del ADNr de los aislamientos amplificados en el paso anterior. las secuencias *forward* y *reverse*, fueron limpiadas y ensambladas en el programa ChromasPro versión 1,49; una vez completas las bases, los nucleótidos fueron alineados usando el programa CLUSTALW. Luego se utilizó el programa MEGA versión 4,0 de donde se obtuvo una secuencia completa y se realizó el análisis filogenético. Los grupos de múltiples datos fueron generados a través de la opción bootstrap y analizados por el método de parsimonia de ADN.

El método de neighbor-joining fue usado para analizar la distancia de las matrices producida de los grupos de múltiples datos y para generar los arboles filogenéticos. Después del alineamiento se generaron mapas de sitios de restricción usando el programa pDRAW32 versión 1,1.110 y los mapas fueron alineados manualmente para su comparación, también fueron examinados por concordancia con sitios de



Figura 3. Prueba de patogenicidad de *Cladosporium* spp. sobre maracuyá. A) Síntomas de Roña en hoja. B) Esporulación de *Cladosporium* spp. después de 6 días de la inoculación. C) Síntomas de Roña en fruto de maracuyá.

restricción previamente identificados por la digestión enzimática y comparados con las de las regiones ITS y del gen Actin de *C. herbarum*, *C. oxysporum*, *C. cladosporioides*, *C. tenuissimum*, *Cladosporium* sp., *Mycosphaerella graminicola* y *Septoria tritici* seleccionadas de la base de datos del Gen-Bank. Por último se realizaron cortes virtuales con las enzimas de restricción BsiEI, BtgZI, TifI y TspDTI a todas las secuencias incluidas en el ensayo para verificar la similitud de las secuencias de nuestros aislamientos con las obtenidas en el Gen-Bank de las otras especies de *Cladosporium* para evidenciar su similitud o diferencia.

Resultados

Colección y obtención de los aislamientos

De cada muestra colectada se obtuvo un aislamiento para una colección de 40, 30 pertenecientes al género *Cladosporium* y 10 al género *Colletotrichum*. El cultivo de los aislamientos en PDA incubados a 24°C en ausencia de luz por 12 días fue la más efectiva para la obtención y esporulación de los hongos.

Pruebas de patogenicidad

Se reprodujeron los síntomas de la enfermedad en hojas y frutos de maracuyá en condiciones de campo con los 10 aislamientos de *Cladosporium* spp. procedentes del departamento de Caldas.

Las hojas empezaron a manifestar síntomas de la enfermedad (periodo de incubación) después de 4-6 días. Los primeros síntomas consistieron en manchas pequeñas, de aproximadamente 1mm de diámetro, redondeadas, de color marrón

oscuro (Figura 3A). La esporulación del hongo (periodo de latencia), se observó después de 6 días de observados los primeros síntomas (Figura 3B).

Los síntomas en frutos se manifestaron a través de lesiones pequeñas de color blanco o gris abultados, de forma circular que a través del tiempo se convirtieron en costras erupentes amorfas (Figura 3C). Los síntomas primarios fueron evidentes después del sexto día de la inoculación. Las lesiones fueron aumentando su tamaño y afectaron varias partes del fruto, sin embargo ésta es una enfermedad que no afecta la pulpa, presentándose sólo superficialmente. Las lesiones variaron en forma y tamaño, y las costras aumentaron de tamaño a medida que el fruto creció. Los frutos que se emplearon como controles permanecieron sanos.

Caracterización morfológica de los aislamientos

Los aislamientos seleccionados para la caracterización morfológica fueron del género *Cladosporium*, debido a que fueron los únicos que produjeron patogenicidad

Dichos aislamientos después de 8 días de sembrados en PDA + AL y conservados a 24°C, presentaron diferentes tonalidades de color, en el 67% de los cuales predominó consistentemente el color verde oliváceo como fondo del aislamiento y algunas veces rodeado por un color gris claro (Figura 4A). El 20% de los aislamientos tuvo un color verde claro amarillento (Figura 4B) y el 13% restante mostró un color gris claro con círculos concéntricos (Figura 4C).

La textura de los aislamientos varió desde aterciopelada y corrugada en el centro, que con el tiempo presentó algún tipo de masa algodonosa en el centro, hasta una textura aterciopelada.



Figura 4. Coloración de *Cladosporium* a los 10 días de crecimiento en PDA-acidificado. A) Aislamiento de color verde oliváceo. B) Aislamiento de color verde claro amarillento y C) Aislamiento de color gris claro con círculos concéntricos.

Tasa de crecimiento *in vitro*

El análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa entre los aislamientos. La mayor tasa de crecimiento la tuvo el aislamiento GRLUK-MA-9 con 0,370833 cm/día y la menor, el aislamiento HUGA-GU-1 con 0,270833 cm/día. En general todos los aislamientos que tuvieron patogenicidad presentaron una tasa de crecimiento diaria alta, entre 0,33 y 0,37 cm/día.

Tamaño y forma de los conidios

El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre la longitud de los conidios de los aislamientos analizados.

Los valores fluctuaron entre 6,46 μm y 7,595 μm . El ancho de los conidios presentó valores significativamente diferentes y en promedio fue de 3,035 μm . Los 30 aislamientos de *Cladosporium* produjeron conidios en conidióforos grandes y oscuros, dispuestos sobre conidióforos en grupos ramificados, los conidios tuvieron forma ovalada, irregular o cilíndrica de color marrón oscuro o negro. Estos conidios típicamente mostraron una cicatriz pequeña en sus extremos formada por la gemación sucesiva del conidio anterior (Figura 5).



Figura 5: Morfología de los conidios de un aislamiento de *Cladosporium* spp. vista al microscopio de luz con el objetivo de 40X, mostrando longitudes aproximadas de 7,5 μm de longitud y 3,0 μm de ancho.

Caracterización molecular

Los 30 aislamientos de *Cladosporium* crecieron en medio líquido PD y se obtuvo un crecimiento puro al cabo de 12 días.

Extracción y cuantificación de ADN

El procedimiento de extracción del ADN de los 30 aislamientos permitió obtener un ADN limpio en cantidades entre 280 y 700 ng/ μ mL de ADN. Al final, para el proceso de amplificación con cebadores para ITS y Actin todos los aislamientos se utilizaron a una concentración de 5 ng/ μ mL.

Amplificación de las regiones ITS y Actin

La amplificación mediante PCR con los cebadores ITS1/ITS4 e ITS4/ITS5 mostró fragmentos de ADN de 560 bp, mientras que la amplificación del gen Actin con cebadores específicos para el género *Cladosporium*: CladActF1-CladActR1 y CladActF3-CladActR3, mostró fragmentos de ADN de 440 bp, en los 30 aislamientos, lo cual indicó que todos los aislamientos pertenecen al género *Cladosporium*. (Figura 6).

RFLP's

La digestión de las secuencias ITS y Actin indicaron patrones idénticos para los 30 aislamientos de *Cladosporium*.

Los patrones de restricción invariables entre los aislamientos evidenciaron que no hubo una diferencia molecular notoria entre estos con cualquiera de las cinco enzimas utilizadas, lo que sugiere que los aislamientos de *Cladosporium* obtenidos pertenecen a una misma especie (Figura 7).

Secuenciación de las regiones ITS y Actin

La secuencia de nucleótidos de las regiones ITS del ADN editadas con el programa ChromasPro produjo un alineamiento general de 539 pb. La secuencia de nucleótidos del gen Actin con los cebadores CladActF3-CladActR3 generó un alineamiento de 401 pb. El alineamiento de las secuencias de las regiones ITS y Actin indicó que no había diferencias entre los aislamientos de *Cladosporium*, las secuencias fueron idénticas para los 13 aislamientos amplificados con ITS, ITS4 e ITS5, el mismo resultado se obtuvo para las secuencias del gen Actin de los 10 aislamientos seleccionados.

El análisis Blast en el Gen-Bank de una única secuencia de nucleótidos representativa de las regiones ITS de los 13 aislamientos secuenciados indicó que los aislamientos de *Cladosporium* obtenidos en el muestreo de campo, pertenecen a la especie *C. cladosporioides*, con una similitud entre secuencias de nucleótidos entre 94 y 100% (Tabla 1).

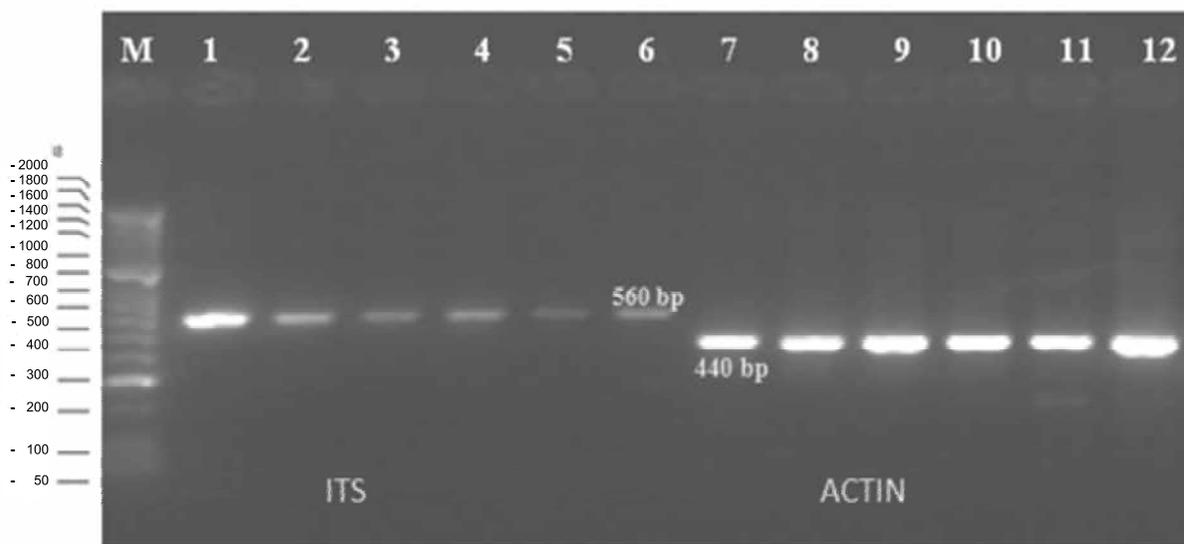


Figura 6. Productos amplificados con los cebadores ITS y Actin. El pozo M corresponde al marcador de peso molecular, los pozos 1-6 indican productos de PCR amplificados con ITS 1-4; los pozos 7-12 indican productos amplificados del gen Actin con los cebadores CladActF1 y CladActR1.

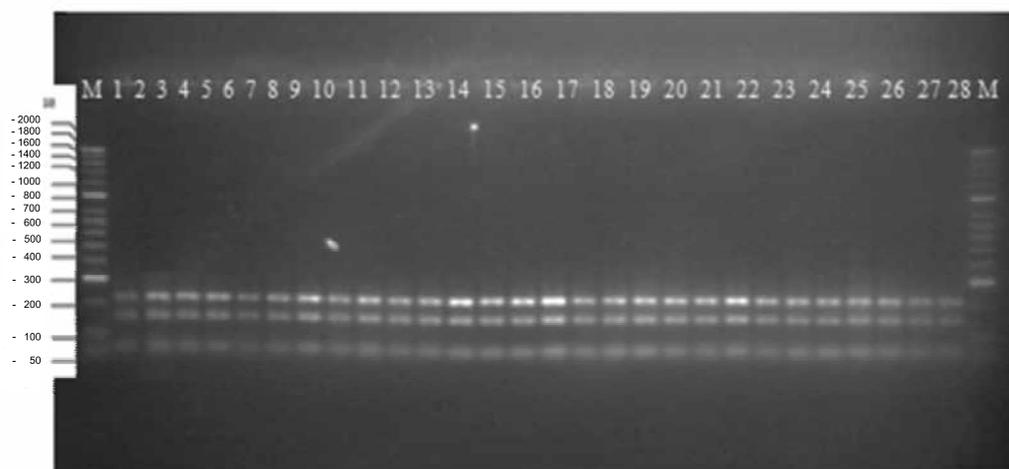


Figura 7. RFLP de las secuencias ITS digeridas con la enzima *Taq I*.

Tabla 1. Secuencias de las regiones ITS-ADNr de los aislamientos obtenidos comparadas con secuencias almacenadas en el Gen-Bank.

Accesión	Puntuación máxima	Identificación máxima	Identidad	Espacios
HQ832794 <i>Cladosporium cladosporioides</i> LH14	992	100%	537/537 (100%)	0/537 (0%)
HQ717404 <i>Cladosporium</i> sp. LH-CAF5	991	98%	527/537 (98%)	2/537 (1%)
HQ631003 <i>Cladosporium</i> sp. TMS-2011	991	99%	536/537 (99%)	1/537 (1%)
<i>Cladosporium phaenocoma</i> strain CPC 18221 18S	990	97%	522/537 (97%)	6/537 (2%)
HM559431 <i>Pteris vittata</i> ecotype LD	990	96%	519/537 (96%)	12/537 (3%)
HM559430 <i>Pteris vittata</i> ecotype KM	990	95%	519/537 (96%)	14/537 (4%)
HM559425 <i>Pteris vittata</i> ecotype GZ	990	96%	521/537 (97%)	13/537 (3%)
HM559422 <i>Pteris vittata</i> ecotype DP	990	96%	520/537 (97%)	14/537 (3%)
HM559421 <i>Pteris vittata</i> ecotype DC	990	95%	518/537 (96%)	10/537 (3%)
HM559418 <i>Pteris vittata</i> ecotype CX	990	95%	518/537 (96%)	12/537 (3%)
GU054204 Uncultured fungus clone L042885-122-065-10	990	94%	515/537 (96%)	15/537 (5%)

Análisis filogenético

El análisis filogenético y la utilización de cladogramas permitió realizar un agrupamiento específico entre las especies de *Cladosporium* obtenidas a partir de la secuenciación y la base de datos del Gen-Bank. Este agrupamiento refleja la similitud filogenética que tienen los aislamientos obtenidos en este ensayo con la especie *C. cladosporioides* al mismo tiempo que se diferencian de especies como *C. oxysporum*, *C. tenuissimum*, *C. herbarum* y *Cladosporium* sp.

Los resultados del análisis filogenético entre las secuencias de los aislamientos seleccionados de regiones ITS y gen Actin con las accesiones obtenidas del Gen-Bank mostraron varias metodologías para agrupar los aislamientos de *Cladosporium*, y en este caso el Método de Evolución mínima permitió obtener un cladograma de mejor definición (Figura 8). Las secuencias de la región ITS de los aislamientos obtenidos en este estudio y de las especies de *Cladosporium* obtenidas del Gen-Bank comparadas con la secuencia de *M. graminicola* formaron cladogramas completamente aparte y sin ninguna relación entre estos (Figura 8A), al igual que los resultados de las secuencias de la región del gen Actin comparados con *S. tritici* (Figura 8B). Para el caso de los aislamientos obtenidos en este trabajo, el agrupamiento los llevó hacia la especie *C. cladosporioides* (Figura 8).

Los aislamientos obtenidos en este estudio se agrupan en el árbol con el código de cada aislamiento; en cada nodo los valores representan el respectivo valor de “bootstrap”, obtenido a partir del análisis con 500 repeticiones.

El análisis de la secuencia obtenida de las regiones ITS y Actin imitando cortes con enzimas de restricción y posteriores

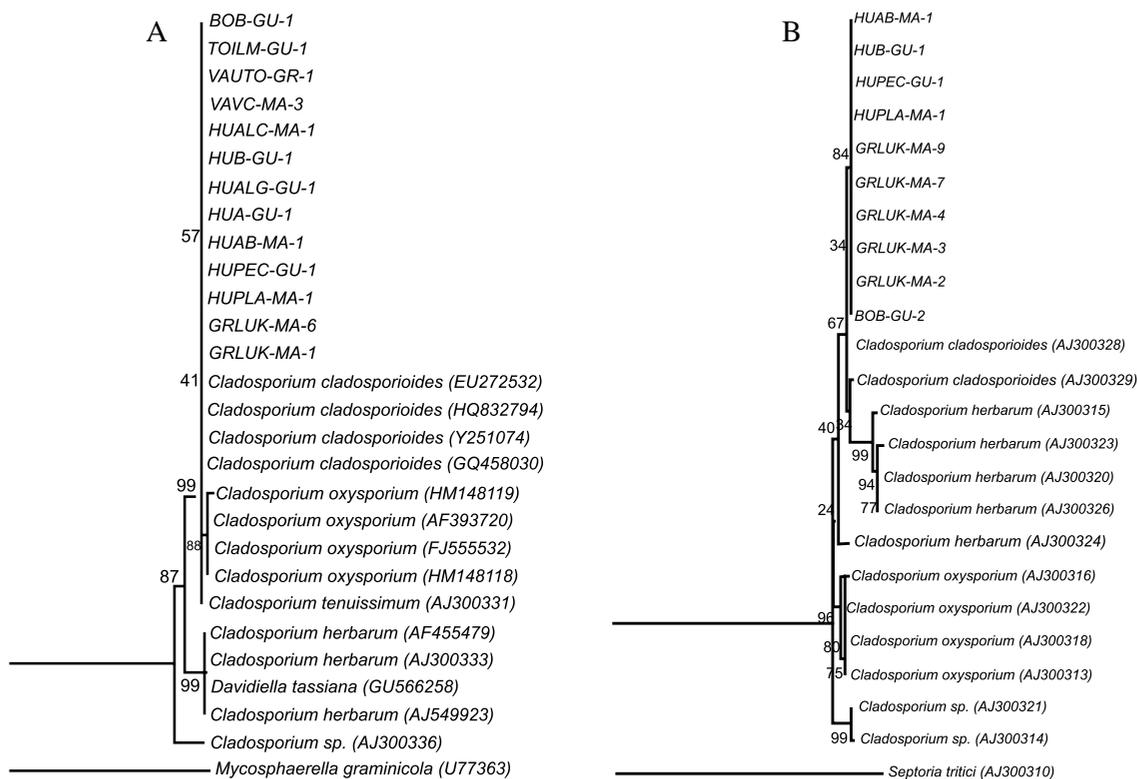


Figura 8. Cladogramas del análisis de las secuencias de nucleótidos de la región ITS del ADNr (A) y del gen Actin (B) para 13 y 10 aislamientos de *Cladosporium* spp. respectivamente, aislados de pasifloras.

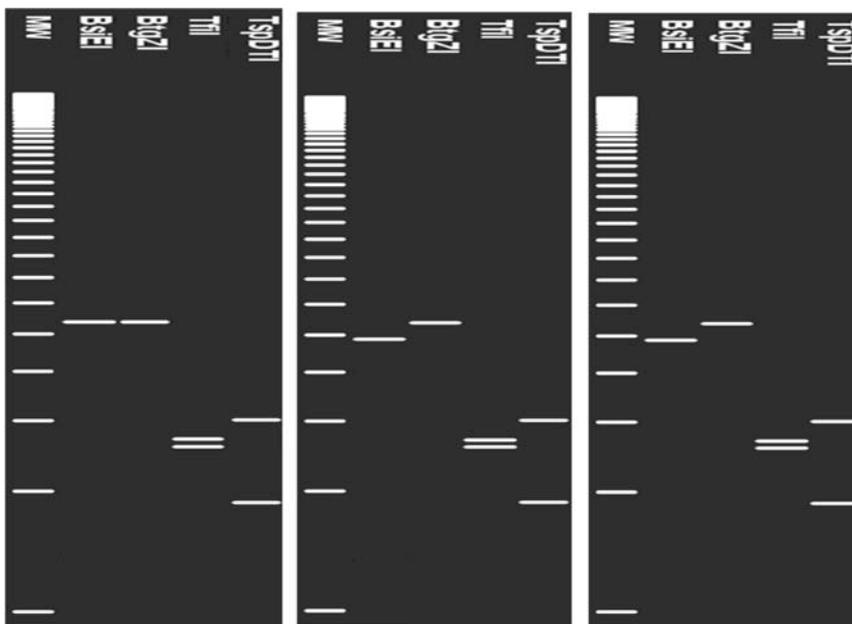


Figura 9. Comparación de patrones de RFLP y digestiones virtuales de las regiones ITS 1/4/5 de A) *C. herbarum*, B) *C. cladosporioides* y C) Aislamiento GRLUK-MA-7. MW: Marcador de peso molecular estándar.

electroforesis simuladas por computador mostraron patrones específicos de corte cuando se realizó la comparación de la secuencia obtenida de *Cladosporium* con secuencias de otras especies de *Cladosporium* obtenidas del Gen-Bank.

Las digestiones virtuales se realizaron con la secuencia de la región ITS de uno los 30 aislamientos de *Cladosporium* obtenidos en este estudio codificado como GRLUK-MA-7 (Figura 9C). La comparación de esta secuencia con las de cinco especies de *Cladosporium* como son *C. herbarum* (Figura 9A), *C. oxysporum*, *C. tenuissimum*, *Cladosporium* sp. y *C. cladosporioides* (Figura 9B) obtenidas del Gen-Bank, permitió determinar que los cortes hechos a la secuencia de GRLUK-MA-7 fueron similares a los encontrados en la secuencia de *C. cladosporioides*, lo cual confirmó que nuestros aislamientos pertenecen a esta especie (Figura 9).

Discusión

Diversas especies del género *Cladosporium* han sido descritas, las cuales van desde micoparásitas, saprófitas y fitopatógenas hasta patógenas de humanos (Ellis, 1971; David, 1997; Moricca *et al.*, 1999). En este trabajo se obtuvo un cepario conformado por 30 aislamientos de *Cladosporium* obtenidos a partir de frutos enfermos de pasifloras (17 de maracuyá, 11 de gulupa y 2 de granadilla), procedentes de seis departamentos de Colombia con diferente ambiente climático y características edafológicas, lo que confirma que este género está ampliamente distribuido en el medio ambiente y que la abundancia de sus esporas se debe a su tamaño promedio de 7,02µm de largo por 2,92µm de ancho y a la habilidad para crecer en un rango amplio de sustratos como caucho, suelo, y alimentos (David, 1997).

La diseminación de esporas de *Cladosporium* en los cultivos de pasifloras se debe principalmente a plantas infectadas, aire y a salpicaduras de agua, la semilla de las pasifloras no parece ser un medio útil de transporte del hongo para producir la Roña. Manicom *et al.* (2003), reportan que aunque los conidios de *Cladosporium* son encontrados frecuentemente sobre semillas de maracuyá no hay evidencia de diseminación conidial por este medio.

Los conidios obtenidos en este estudio a partir de los aislamientos de *C. cladosporioides*, tuvieron un tamaño que fluctuó entre 7,595µm y 6,46µm de largo y en promedio tuvieron un ancho de 3,035µm, lo cual coincide con lo descripción hecha por Domsch *et al.* (1980). La obtención de síntomas de Roña en frutos de maracuyá inoculados con esta especie, es uno de los más grandes aportes de este trabajo. Las condiciones ambientales en el campo y el empleo de una alta concentración conidial, permitieron establecer las mejores condi-

ciones para presentarse la enfermedad. Bueno *et al.* (2002), destacan la dificultad para reproducir los síntomas de Roña en maracuyá. Nuestros resultados son importantes debido a que confirman la patogenicidad de *Cladosporium* en hojas y frutos sanos de maracuyá. Resultados similares obtuvieron Barreto *et al.* (1996) cuando a partir de plantas de *Passiflora edulis*, afectadas por necrosis en hojas y “corchos” en frutos obtuvieron aislamientos que fueron identificados como *C. cladosporioides*, que posteriormente utilizaron para inocular plantas sanas mantenidas en invernadero que después de dos semanas presentaron síntomas de necrosis en hojas y frutos.

La Roña de las pasifloras es una enfermedad ampliamente distribuida en el mundo y muchos investigadores han destacado sus trabajos con el fin de definir la etiología del agente causante de la enfermedad. Se ha planteado que *C. oxysporum* es el responsable de la enfermedad en Zimbabwe y Australia, mientras que *C. cladosporioides* y *C. herbarum* en Brasil (Bates, 1954; Persley, 1993; Barreto *et al.*, 1996).

Rocha y Menezes (1997), indican que plantas sanas de maracuyá inoculadas con *C. herbarum* reprodujeron síntomas de “Cladosporiosis” y que los síntomas en frutos aparecieron después de siete días de la inoculación, lo cual concuerda con nuestros resultados donde en promedio, al séptimo día se presentaron los síntomas de la enfermedad en frutos. Sin embargo, los mismos autores reportan que en hojas los síntomas tardaron 12 días en manifestarse, mientras que en nuestro estudio se presentaron los síntomas en hojas a los 4 días. Por otra parte, Santos (2008), reporta que los primeros síntomas en hojas de plantas sanas inoculadas con *Cladosporium* spp., aparecieron después de 10 días, que corresponde al periodo de incubación, y que los primeros signos fueron observados al decimo segundo día, correspondiente al periodo de latencia.

La diferencia de tiempo en ocurrir la enfermedad se debe a varios factores como: manera de inoculación, concentración conidial, factores edafoclimáticos y microorganismo inoculado, lo que haría pensar que la especie *C. herbarum* necesita de condiciones distintas a las de *C. cladosporioides*.

La temperatura es sin lugar a dudas uno de los factores más importantes para lograr el establecimiento y la infección de un patógeno en un cultivo, por esta razón se han realizado trabajos para definir este factor en diferentes patógenos reportados como causantes de la enfermedad. Es así como Domsch *et al.* (1980), concluyeron que la temperatura óptima para que se presente la enfermedad para *C. oxysporum* es: 19,5-24°C; *C. cladosporioides*: 20-28°C; y *C. herbarum*: 28-30°C.

En esta investigación los aislamientos obtenidos a partir de muestras de maracuyá correspondientes a la especie *C.*

cladosporioides fueron patógenicos en maracuyá, pero ningún aislamiento obtenido a partir de granadilla o gulupa fue patógeno en maracuyá. Estos resultados muestran la incapacidad de aislamientos que aunque fueron identificados también como *C. cladosporioides* no pudieron producir la enfermedad en otro hospedante, lo que llevaría a pensar en un posible movimiento de cepas regido por las condiciones agroclimáticas y edafológicas de cultivos de maracuyá, granadilla y gulupa.

Los síntomas de alteración del tejido, pueden presentar una considerable variación debido al comportamiento de las plantas infectadas por un hongo, la afección del tejido también varía dependiendo de la especie del hongo, e incluso pueden presentarse varias razas con un grado de patogenicidad distinto dentro de cada una de las especies del hongo (Agrios, 1991).

Considerando el hecho de que los aislamientos identificados molecularmente como *C. cladosporioides*, presentaron diferencias culturales y patógenicas, se sugiere la existencia de razas del hongo en cultivos de maracuyá, granadilla y gulupa. Esta opinión se ha comprobado en otros cultivos como el tomate de árbol, donde según Corpoica (1999), tres materiales de tomate de árbol (rojo común, tamarillo y amarillo), presentan una reacción diferente a cada cepa de *Colletotrichum* o aislamiento del hongo causante de la Antracnosis; y cada material en particular responde también de manera diferente a todos los aislamientos. Dodd *et al.* (1991), consideran que las diferencias en la patogenicidad de una cepa pueden ser consecuencia de las interacciones del medio ambiente, la secreción de enzimas del hongo y el genotipo del hospedante.

En la identificación molecular, el método de extracción de ADN reportado por Álvarez *et al.* (2004) permitió extraer el ADN total de 30 aislamientos obtenidos a partir de material vegetal de pasifloras. La calidad y el método de ajuste de concentración del ADN obtenido fueron adecuadas para la amplificación de la región ITS –ADNr y su posterior digestión con enzimas de restricción. Muy buenos resultados también obtuvieron otros investigadores que reportan el método de extracción como exitoso para otros hongos, como *Mycosphaerella fijiensis*, *Colletotrichum acutatum* y *Rhizoctonia* spp. (Ospina, 2002; Álvarez *et al.*, 2004).

Por otra parte, la utilización de la técnica de PCR con cebadores ITS del ADNr y del gen Actin mostró excelentes resultados para confirmar el género y la especie de aislamientos de *Cladosporium*. También se podría pensar en establecer cebadores específicos para diferenciar posibles razas de *C. cladosporioides*, con la amplificación de la región ITS (Álvarez *et al.*, 2001; Freeman *et al.*, 2000; Freeman *et al.*, 1996; Freeman *et al.*, 1998; Sreenivasaprasad *et al.*, 1996).

Además Zeng *et al.* (2006), utilizaron una técnica muy sensible, la técnica de qPCR o PCR en tiempo real donde pudieron identificar especies de *Cladosporium* patógenos de humanos, obtenidos a partir de cajas de Petri expuestas al ambiente, lo que describe la posibilidad de implementar esta técnica para usos fitopatológicos y construir cebadores para qPCR.

En la literatura se encuentran pocos estudios como los de Oliveira *et al.* (1994) y Santos (2008), que hacen referencia a estudios de resistencia en pasifloras a diferentes especies de *Cladosporium*, los cuales solo pueden realizarse partiendo del conocimiento pleno del agente involucrado en la enfermedad y bajo condiciones controladas de invernadero, donde se limita la influencia ambiental así como los efectos de las interacciones con insectos que jugarían un papel muy importante cuando de producir heridas en frutos se trate, dejando las condiciones apropiadas para la entrada de conidios de *Cladosporium*.

Conclusiones

Las metodologías de diagnóstico morfológico y molecular utilizadas en este trabajo permitieron establecer la especie de los aislamientos obtenidos y definir que el agente causante de la Roña del maracuyá es *Cladosporium cladosporioides*, lo cual constituye un aporte importante para la fitopatología.

Primer reporte con pruebas de patogenicidad en maracuyá, bajo condiciones de campo, y pruebas morfológicas y moleculares para identificar a *Cladosporium cladosporioides* como causante de la Roña.

Ciertos caracteres morfológicos entre los aislamientos de *Cladosporium* como la longitud de los conidios, la tasa de crecimiento y la coloración de las cepas, variaron en gran medida, lo que hizo pensar, en la presencia de varias especies del género *Cladosporium* dentro de la colección de aislamientos, sin embargo, todos los aislamientos se identificaron molecularmente como *C. cladosporioides*, lo cual pone en evidencia la dificultad de establecer la especie del hongo mediante caracteres morfológicos.

Referencias

- Agrios, N., G. 1991. Fitopatología. México: Limusa. Pp. 324- 337, 726.
- Álvarez, E., Ospina, C.A., Mejía, J. F. & Llano, G.A. 2004. Caracterización morfológica, patógena y genética del agente causal de la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en guanábano (*Annona muricata*) en el Valle del Cauca. Fitopatología Colombiana 28 (1): 1-8.
- Álvarez, E. C., Claroz, J. L., Loke, J. B. & Echeverri, C. 2001. Diversidad genética y patógena de *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*, el hongo causante del Mildeo Polvoso en la rosa en Colombia. Revista Asociflores, Bogotá. No. 58. (Enero - Junio). Pp. 36-44.

- Aricapa, M. G. & Correa, F.** 1994. Almacenamiento de hongos sobre papel filtro. Programa Patología de Arroz. CIAT. Ascolfi Informa **20**(3): 29-30.
- Ávila, A., Benali A. & Traperó, C.** 2004. Variabilidad morfológica y cultural de *Pseudocercospora cladosporioides*, agente del emplomado del olivo. Bol. San. Veg. Plagas **30**: 369-384.
- Barreto, R.W., Requia, A.C. & Casa, R.T.** 1996. Queima de mudas do maracujazeiro *Passiflora edulis* causada por *Cladosporium cladosporioides*. Fitopatologia Brasileira **21**(87): 348.
- Bates, G. R.** 1954. Report of the chief botanist and plant pathologist for the year ending 30th September. Rhodesia Agricultural Journal **51**(1): 359-370.
- Bueno, P., Peixoto, J., Junqueira, N. & Mattos, J.** 2002. Incidência e severidade de septoriose (*Septoria passiflorae* Sydow) em mudas de 48 genótipos de maracujazeiro azedo, sob casa de vegetação no distrito federal. Bioscience Journal **23**(2): 88-95.
- Castañó-Zapata, J.** 1998. Prácticas de laboratorio de fitopatología. 2ª Edición. Centro Editorial Universidad de Caldas-Zamorano Academic Press. 103p
- Corpoica.** 1999. Estudios biológicos y epidemiológicos de la Antracnosis del tomate de árbol y generación de alternativas para su manejo integrado en Colombia: Informe Técnico Final. Santafé de Bogotá, D.C.: CORPOICA. 47p.
- David, J. C.** 1997. A Contribution to the systematic of *Cladosporium*: Revision of the fungi previously referred to *Heterosporium*. CAB Int., Oxon, U.K. Pp. 1-157.
- Dhingra, O. & Sinclair, J.** 1985. Basic plant pathology methods. Boca Raton, Florida: CRC Press, Inc. Corporate Blvd. Pp. 15-61.
- Dodd, J.C., Estrada A.B., Mateham J., Jeffries P. & Jeger, M.J.** 1991. The effect of climatic factors on *Colletotrichum gloeosporioides*, the causal agent of mango anthracnose, in The Philippines. Plant Pathology **40**: 568-575.
- Domsch, K., Gams, W. & Anderson, T.** 1980. Compendium of soil fungi. Academic Press, New York, 120 p.
- Ellis, M.** 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute, Kew, UK. 608 p.
- Freeman, S., Katan, T. & Shabli, E.** 1996. Characterization of *Colletotrichum gloeosporioides* isolates from avocado and almond fruits with molecular and pathogenicity tests. Appl. Environ. Microbiol. **62**: 1014-1020.
- Freeman, S., Katan, T. & Shabi, E.** 1998. Characterization of *Colletotrichum* species responsible for Anthracnose diseases of various fruits. Plant Disease **82**(6): 596-604.
- Freeman, S., Minz, D., Jurkevitch, E., Maymon, M. & Shabli, E.** 2000. Molecular analyses of *Colletotrichum* species from almond and other fruits. Phytopathology **90**:608-614.
- French, E. & Hebert, T.** 1982. Métodos de investigación fitopatológica. San José de Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Pp. 33-38, 47-55, 65-68, 151-152, 154-186.
- FAO.** 1985. Manual para patólogos vegetales. Lima: Pacific Press. 437 p.
- Goes, A.** 1998. Doenças fúngicas da parte aérea da cultura de maracujá. In: Simposio Brasileiro Sobre a Cultura do Maracujazeiro. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Japoticabal.. Pp. 208-216.
- Jaramillo, E.** 1993. Entomofauna causante de problemas en la curuba (*P. mollissima* H.B.K. Bailey) en el Gran Caldas. Agricultura tropical Frutales. Colombia. 90 p.
- Jiménez, I.** 2008. Effect of the nutritional status of banana (*Musa* spp.) on leaf disease infestation by *Mycosphaerella fijiensis* Morelet in Ecuador. Tesis postgrado. Katholieke Universiteit Leuven, Division of Crop Biotechnics. Bélgica. 149 p.
- Kirk, P. M., Cannon, P. f., David, J. C. & Stalpers, J.** 2001. Ainsworth and Bisby's dictionary of the fungi. 9th ed. CAB International, Wallingford, UK. 771 p.
- Manicom, B., Ruggiero, C., Ploetz, R.C. & Goes, A.** 2003. Diseases of passion fruit. Ploetz RC (Ed) Diseases of Tropical Fruit Crops, CAB International. Wallingford. Pp. 413-441.
- Manzo, S.G., Orozco, S.M. & Guzmán, G.S.** 2001. Caracterización morfológica de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet de la región del Pacífico centro de México y su desarrollo en medios de cultivo. Revista Mexicana de Fitopatología **19**(001): 66-71.
- Mead, G., Hudson, M. & Hinton, M.** 1993. Microbiological survey of five poultry processing plants in the UK. Br. Poult Sci. **34**:497-503.
- Moricca, S., Ragazzi, A. & Mitchelson, K.R.** 1999. Molecular and conventional detection and identification of *Cladosporium tenuissimum* on two-needle pine rust aeciospores. Canadian Journal of Botany **77**(3): 339-347.
- Oliveira, J.C., Nakamura, K. & Mauro, A.O.** 1994. Aspectos gerais do melhoramento do maracujazeiro. Em: Sao Jose AR (Ed) Maracujá. Produção e Mercado, UESB, Vitoria da Conquista, BA, Pp. 27-37.
- Ospina, C. A.** 2002. Caracterización de poblaciones de *Colletotrichum* spp. causando antracnosis en cítricos, en regiones productoras del oeste de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 87 p.
- Persley, D.** 1993. Diseases of fruit crops. Department of Primary Industries, Indooroopilly, Queensland. 114 p.
- Rocha, C. & Menezes, M.** 1997. Patogenicidad de *Cladosporium herbarum* em frutos e folhas de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) no Estado de Pernambuco. Fitopatologia Brasileira **22**(1): 302
- Saldarriaga-Cardona, A., Castañó-Zapata, J. & Arango-Isaza, R.** 2008. Caracterización del agente causante de la Antracnosis en tomate de árbol, manzano y mora. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales **32**(123):145-156.
- Santos, F. M.** 2008. Seleção de maracujazeiro (*Passiflora edulis*) para resistência à cladosporiose (*Cladosporium herbarum*). Universidade Federal de Viçosa. Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento. 104 p.
- Simmonds, J.H.** 1932. Powdery spot and fruit scab of the passion vine. Queensland Plant Industry Pamphlets **38**(1):143-152.
- Sreenivasaprasad, S., Mills P. R., Meehan B. M. & Brown A. E.** 1996. Phylogeny and systematics of 18 *Colletotrichum* species based on ribosomal DNA spacer sequences. Genome **39**(12): 499-512.
- Wirsal, S. G. R., Runge-Frobose, C., Ahrén, D. G., Kemen, E., Oliver, R. P. & Mendge, N. K. W.** 2002. Four or more species of *Cladosporium* sympatrically colonize phragmites australis. Fungal Genetics and Biology **35**(1): 99-113.
- Zeng, Q., Westermark, S., Rasmuson-Lestander, A. & Wang, X.** 2006. Detection and quantification of *Cladosporium* in aerosols by real-time PCR. Journal Environmental Monitoring **8**(1): 153-160.

Recibido

Aceptado

GEOLÓGÍA**PALEOSUELOS DEL MIOCENO
EN EL DESIERTO DE LA TATACOA**

María T. Flórez M.*, **Luis N. Parra S.****, **Daniel F. Jaramillo J.***** y **José M. Jaramillo M.******

RESUMEN

Flórez M.M.T., L.N. Parra S., D.F. Jaramillo J., J.M. Jaramillo M.: Paleosuelos del mioceno en el desierto de la tatacoa. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* **37** (143): 229-244, 2013. ISSN 0370-3908.

Al interior de las dos secuencias de “capas rojas” de Fields (1959), se reconocieron siete fragmentos de paleosuelos, formados en el Mioceno, bajo climas contrastados hasta áridos, y en paleorelieves colinados de baja altitud. Estos paleosuelos fueron portadores de biomas secos y debieron coexistir con planicies aluviales pobladas por biomas húmedos boscosos dependientes en gran medida de la humedad residual del sedimento y tolerantes a la inmersión temporal durante las inundaciones de grandes ríos.

Palabras clave: Estratigrafía, capas rojas, suelos relictos, cambio climático en el pasado, Colombia.

ABSTRACT

Within the two sequences of “red beds” of **Fields** (1959) were recognized seventh fragmentary paleosols formed in the Miocene under contrasted to arid climates and hills of low altitude. When formed these paleosols they were covered by dry biomes and they laterally coexisted with floodplains populated by trees tolerant to residual moisture on the sediment and temporary floods of great rivers.

Key words: Stratigraphy, red beds, relict soils, climatic change in the past, Colombia.

Antecedentes

Históricamente los fósiles han sido la principal motivación para estudiar las rocas que afloran en el desierto de la Tatacoa (**Stille**, 1907, 1938; **Royo y Gómez** 1942; **Fields**, 1959;

Stirton, 1953; **Van Houten and Travis**, 1958; **Welman**, 1970; **Takemura**, 1986; **Guerrero**, 1991, 1993; **Villarreal et al.**, 1996). En la Plancha Geológica de Colombia N° 303 (**Ingeominas**, 2002), la zona está cubierta por rocas sedimentarias clásticas de ambientes fluviales y lagunares del

* PhD. MSc. Inga Geóloga. Profesor Titular. Universidad de Antioquia. Medellín. E-mail: mariateresa.florez@gmail.com

** PhD. MSc. Ing Geólogo. Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. E-mail: lnparra@gmail.com

*** MSc. Ing Agrónomo. Profesor Titular. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. E-mail: dfjaramillo@gmail.com

**** PhD. MSc. Ing. Geólogo. Investigador Gmas+. E-mail: gmas@gmaslab.com

Mioceno Superior, correspondientes estratigráficamente al Grupo Honda e incluye rocas siliciclásticas finas y medias de coloraciones grises y verdosas (arenas, limos y arcillas) y, en menor medida conglomerados arenosos y areniscas conglomeráticas. De particular interés son tres conjuntos de capas rojizas, de diferentes edades, que fueron nominadas como "Upper red beds", "Lower red beds" y "Ferruginous sands" y cartografiadas en detalle por **Fields y Henao**, 1949 (Figura 1); estas capas rojas afloran en la vereda el Cuzco del desierto de la Tatacoa, están separadas entre sí por estratos de coloraciones grises y han sido analizadas por **Fields**, 1959.

Los estratos rojizos han llamado la atención de muchos investigadores que han propuesto diferentes ideas para explicar el origen de esa coloración: 1) Litocromía o color original producto de la depositación de clastos y/o matrices coloreadas, 2) Alteración del sedimento original atribuible a la diagénesis temprana, y 3) Coloración producida por pedogénesis en condiciones superficiales.

El concepto de inercia edafogénica, introducido por **Bryan y Teakle**, 1949, postula que ciertas propiedades del suelo tienden a persistir incluso millones de años después de que los factores responsables de su formación han dejado de actuar, mientras que otras tienen una duración más limitada (**Yaalon**, 1971). Este concepto es la base para interpretar los rasgos de los paleosuelos e inferir las condiciones ambientales bajo las cuales se formaron en el pasado y sustenta el objetivo específico de este trabajo, el cual trata de reconstruir la edafogénesis de los paleosuelos presentes en la vereda el Cuzco, desarrollados a partir de rocas sedimentarias clásticas de ambientes fluviales y lagunares correspondientes a la sección superior del Grupo Honda, utilizando para ello datos morfológicos, químicos y mineralógicos que han persistido en esos paleosuelos.

Marco teórico y Estado del arte

El término paleosuelo se aplica a un suelo que se ha formado en un paisaje del pasado, bajo condiciones, principalmente climáticas distintas, con el consiguiente cambio de vegetación (**Ruhe**, 1956, 1965; **Yaalon**, 1971 y **Catt**, 1991). Esta definición incluye no sólo a los suelos enterrados o fósiles, sino también a los suelos relictos que comenzaron su desarrollo bajo condiciones distintas a las actuales, pero que todavía continúan evolucionando hoy en día. Los paleosuelos durante su formación han requerido de un período de estabilidad geomorfológica, de no sepultamiento ni erosión, al menos de una manera significativa, y en escala de pocas centurias a milenios. Estos materiales son excelentes indicadores de los biomas del pasado, ya que son especialmente sensibles a la temperatura y precipitación, al tipo de vegetación

y a las condiciones de drenaje que existían en la época de su formación (**Morrison**, 1978). Los criterios para el estudio y diferenciación de los paleosuelos de otros materiales similares han evolucionado significativamente en los tiempos modernos (**Retallack**, 1988, 2001; **Kraus**, 1999; **Nettleton et al.**, 2000).

Los paleosuelos han sido objeto de trabajo en varios países, p.e., **Gey y García** (1993) estudiaron un perfil de meteorización edáfico sobre filitas que se encuentra enterrado bajo los sedimentos de la cuenca Terciaria de As Pontes de García (Noreste de España). El análisis mineralógico y los rasgos micromorfológicos (esferosideritas) ponen de manifiesto que el suelo se desarrolló bajo dos paleoambientes sucesivos: el inicial, bajo condiciones sub-aéreas, que condujo a la formación de caolinita y goethita, y el segundo, con hidromorfismo permanente afectó fundamentalmente a los compuestos de hierro, originándose siderita.

Potenciano et al., (1997) reportan la presencia de paleosuelos rojos en la cuenca Terciaria del río Amargillo (Toledo), los cuales muestran un buen desarrollo de horizontes cálcicos y argílicos que podrían corresponder a Alfisoles, los cuales pudieron haberse desarrollado bajo un clima semiárido bastante contrastado entre una estación húmeda y seca que se registró en el mediterráneo y en el sub-trópico. Los índices de paleoalteración química evidencian el fuerte lavado de carbonatos y otras sales y la acumulación de Fe y Ti.

Fernández et al., (1998) realizaron un análisis mineralógico y micromorfológico en la zona de confluencia de las partes distales de los sistemas de abanicos aluviales miocenos de Somosierra-Ayllón al Sureste y de Honrubia al Noroeste de España. Los depósitos procedentes de Honrubia se caracterizan por los frecuentes episodios de encostramiento, con presencia de esmectita o de palygorskita. Los depósitos de Somosierra-Ayllón se diferencian por su color más rojizo, por la ausencia de encostramientos carbonatados y por estar menos afectados por las alteraciones edáficas debido a interrupciones prolongadas en la sedimentación. Las características sedimentológicas y paleontológicas indican un clima cálido dominado por estaciones secas (**Araenteros** (1986), citado por **Fernández et al.**, 1998).

Retallack y kyrbi (2007) reportan la presencia de paleosuelos del Mioceno medio en la Formación Cucaracha de Panamá, con abundante piritita y rizolitos, similares a los suelos de manglares intermareales de la Florida, Estados Unidos (**Altschuler et al.**, 1983). En la misma formación unos paleosuelos son grises, como los de los pantanos de agua dulce, y otros, con mejor drenaje, son de color rojo, oxidados, tienen aureolas monótonas de rizolitos y carbonatos indicativos de una vegetación de alta productividad que permitió su desa-

rollo. Estos autores indican la presencia de nódulos de barita (esferulas que recuerdan a las rosas del desierto) que parecen ser parte del perfil genético. Dichas características llevaron a los autores a plantear que la formación de estos paleosuelos estuvo relacionada con el cambio climático global que se registró durante el Mioceno medio, el cual se caracterizó por una época de dramáticas fluctuaciones climáticas, con un clima más seco y más fresco, y una estación seca menos marcada, con más vegetación abierta de menor estatura. Los paleosuelos panameños estaban en o cerca del nivel del mar. Estos ciclos de calor y humedecimiento también son evidentes en periodos similares en paleosuelos en Oregon, Montana, Nebraska, Alemania, Japón, Kenia, Pakistán y Australia (**Retallack**, 1991, 2004b, 2007 y **Schwarz**, 1997).

En Colombia, **Pulido et al.**, (1990) estudiaron remanentes de paleosuelos del Cuaternario en los alrededores de la Sabana de Bogotá y destacan la presencia de suelos relictos formados entre el último interglaciar y el pleniglaciar superior, con edades comprendidas entre 8700 y más de 49000 años BP, cuyos rasgos evidencian la influencia que han tenido los cambios climáticos sobre su naturaleza. Clasifican estos paleosuelos como Cryumbrepts, Cryochrepts, Cryandepts y Paleustalfs, de acuerdo con las condiciones ambientales reinantes en la época de su formación.

González et al., (1993) estudiaron una columna de suelos de 9.87 m de espesor en el Norte de la cordillera Central colombiana y en ella definieron seis secuencias de paleosuelos desarrollados a partir de tefras, con edades que fluctuaron entre 2500 años BP, la más reciente, y un estimado entre los 55000 y 120000 años BP, para la más antigua. De acuerdo con las propiedades observadas en los paleosuelos identificados se pudieron definir varios cambios ambientales importantes durante el tiempo de formación de los suelos, presentándose climas más húmedos que el actual que originaron horizontes A con gran acumulación de materia orgánica, climas marcadamente estacionales que desarrollaron horizontes argílicos y climas secos que generaron discordancias erosionales con fragmentos de horizontes plácicos mezclados con el horizonte subyacente.

Mantilla et al., (2011) hacen un recuento amplio de otros estudios realizados en paleosuelos de varias regiones de Colombia como la Orinoquia, el Alto Magdalena, el Parque de los Nevados (Tolima y Caldas), la región Caribe y el Occidente de Antioquia. En estos estudios se describen y clasifican paleosuelos en los órdenes Andisol, Oxisol, Ultisol, Alfisol e Inceptisol con edades de hasta 730000 años BP, y se identifican cuatro fases áridas entre el Holoceno medio y el antepenúltimo glacial.

Fields y Henao (1949) delimitaron y cartografiaron tres paquetes de sedimentos rojos cercanos a la quebrada la Venta

(departamento del Huila, Colombia), a los que denominaron “ferruginous sands”, “lower red beds” y “upper red beds” en orden estratigráfico de base a techo, los cuales están separados entre sí por secuencias normales de limos arcillosos grisáceos (Figura 1).

Fields (1959) explica el mapa elaborado en 1949 y aclara que las “arenas ferruginosas”, con un espesor de 13 m, son arcósicas. En las “capas rojas inferiores” resalta su naturaleza lodolítica, de unos 14.5 m de espesor, y subraya la presencia de nódulos y concreciones calcáreas en superficies alteradas. De las “capas rojas superiores” destaca su espesor de 70 m, su bajo buzamiento, la formación de extensos eriales de color rojo, su naturaleza arcillosa (bentonitas por su expansión en agua), la incorporación de cenizas volcánicas, nódulos calcáreos y de fósiles de vertebrados. Con respecto al color rojo anota que no está presente en todas las capas que conforman esos paquetes de sedimentos y lo atribuye a un pigmento limonítico soluble en HCl en caliente que al ser eliminado deja un residuo mineral gris, el cual se forma por oxidación sub-aérea de minerales portadores de hierro. **Fields** (1959) no considera un posible origen pedogenético para estas capas.

Guerrero (1993), refiere para la Tatacoa algunos rasgos pedogenéticos tales como pedotúbulos calcáreos, evidencias de bioturbación, nódulos de calcita, trazas de raíces, nódulos de óxidos de hierro, horizontes rojizos y púrpuras, restos de madera y fósiles de roedores en sus galerías. Sin embargo, estas evidencias de pedogénesis se refieren para todo el grupo Honda y no indica la localización de perfiles específicos.

Materiales y Métodos

Descripción del área de estudio

La zona de interés se localiza en el Desierto de La Tatacoa, en el Alto Magdalena, zona rural de los municipios de Baraya y Villavieja en el departamento del Huila, a 3°13' de Latitud Norte y 75°10' de Longitud Oeste. La región está vegetada por ecosistemas secos, excepto en los bosques de galería donde persisten algunas especies no tolerantes a la sequía (**Universidad Sur Colombiana, USCO**, 2006). El desierto tiene una extensión de 330 km², presenta una erosión hídrica intensa y está cruzado por multitud de caños-cárcavas que están secos durante gran parte del año y que producen grandes arroyadas en los meses de invierno que llegan hasta los cauces principales de los ríos La Vieja, Cabrera, Tatacoa, La Venta, Cerbatana y Villavieja.

De acuerdo con **USCO** (2005) la zona presenta un clima semiárido ecuatorial, caracterizado por una temperatura anual

media de 30°C, con dos periodos lluviosos y dos secos en el año, una humedad relativa promedio de 64% y brillo solar que se acerca a 5 horas/día. Los vientos son muy débiles o inexistentes. El aire seco descendente y las estables condiciones atmosféricas son la causa de la existencia del clima semiárido en el Desierto de La Tatacoa.

En consonancia con las condiciones climáticas, el modelamiento del paisaje del área está relacionado con eventos de desecamiento, concentración intensa de la escorrentía en torrentes de gran poder erosivo durante los aguaceros intensos y posterior erosión de la capa superficial con la consiguiente formación de caños, grandes cárcavas de hasta 30 m de profundidad, pilares erosivos y otras geoformas típicas de esta condición climática. A la severidad de los procesos erosivos han contribuido la prolongada actividad ganadera en el área y la deforestación.

El Desierto La Tatacoa pertenece a las zonas de vida de bosque seco tropical (bs-T) y bosque muy seco tropical (bms-T), las cuales corresponden a las provincias de humedad denominadas subhúmeda y semiárida, respectivamente. Las áreas pertenecientes al bs-T poseen una precipitación total

anual que apenas supera los 1000 mm y una biotemperatura que alcanza a sobrepasar los 28°C, mientras que las áreas de bms-T, aunque también pueden tener la biotemperatura mencionada, posee una precipitación total anual ligeramente inferior a los 1000 mm. Con estas características, es muy probable la presencia de una asociación edáfica seca, cuyos periodos de agua disponible en el suelo son más cortos y los de déficit de humedad más largos, situación que se agrava durante los años en que se presenta la fase cálida del fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur.

Aunque la temperatura media ambiental es de 30°C, durante los días de los meses más secos, entre el mediodía y primeras horas de la tarde, la temperatura ambiental puede sobrepasar los 40°C, lo que tiende a inhibir temporalmente varias funciones fundamentales de las plantas. La eco-región presenta una gran importancia para la preservación de la diversidad de especies adaptadas a la sequía en formaciones de matorral espinoso, cardonales y algunas formaciones transicionales hacia selvas perennifolias y caducifolias estacionales.

En gran parte de la superficie del Desierto de La Tatacoa, los suelos actuales han sido erosionados y reemplazados por

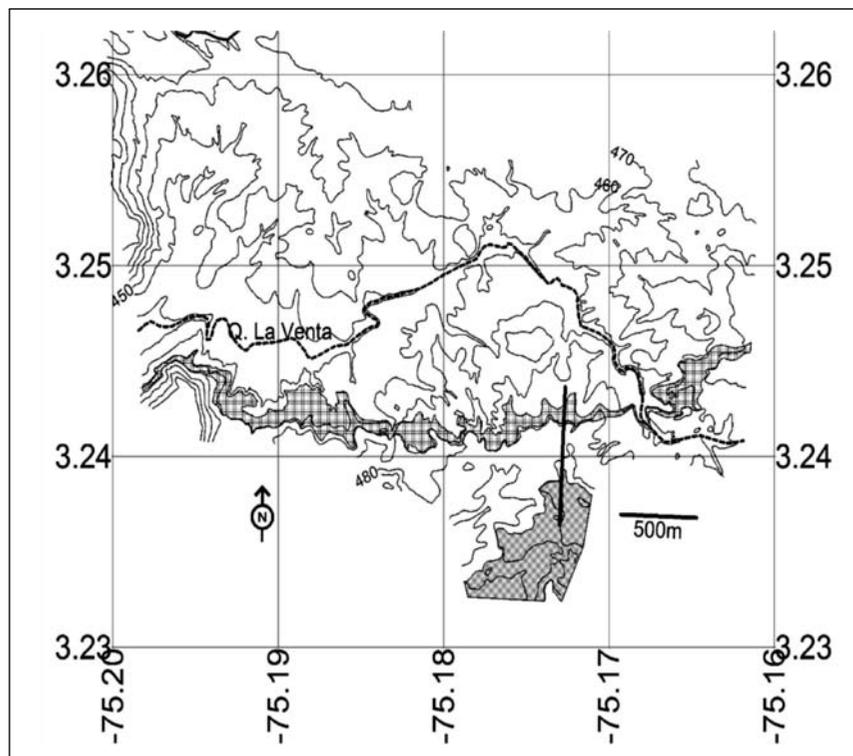


Figura 1. Mapa digitalizado de **Fields y Henao** (1949). La línea vertical indica el transecto donde se efectuó el levantamiento de los paleosuelos. Punteado fino es la arenisca ferruginosa, en cuadros horizontales los paleosuelos inferiores y en diagonal los superiores.

aflorescimientos rocosos. El color de los suelos es de tonalidad clara, parda, rojiza y amarillenta, aunque existen áreas de colores grises oscuros, en zonas de cultivo, debido a la presencia de materia orgánica. La granulometría está conformada por partículas de arena, limos y arcilla en las partes bajas, y por fragmentos de roca en lomas y colinas. Los suelos son porosos en superficie, poco profundos. Es frecuente la presencia de sales en ellos, lo que reduce su nivel de fertilidad y su productividad natural. Las propiedades anteriores, junto con la limitación severa en el suministro de agua hacen que estas tierras se clasifiquen en la Clase Agrológica VIII.

Localización del sitio experimental

El levantamiento de los suelos y paleosuelos se realizó sobre un transecto en la Vereda el Cuzco del municipio de Villavieja, Desierto de La Tatacoa, departamento del Huila, Colombia, en el sitio conocido como “El Observatorio”. Allí se describieron tres secciones verticales y continuas de sedimentos que incluyeron el suelo actual y siete paleosuelos que forman parte de lo que denominó **Fields** (1959) como “capas rojas” (Figura 1).

Trabajo de campo

En campo se describieron los perfiles de los suelos según el protocolo establecido por **Schoeneberger et al.**, (2002), complementándola con las guías y procedimientos seguidos para los paleosuelos por **Retallack** (1988, 2001), **Kraus** (1999) y **Nettleton et al.**, (2000). Se realizaron observaciones relacionadas con la localización, fisiografía, elevación y pendiente del paisaje circundante. Se observó la condición de drenaje, la pedregosidad, la erosión y la localización del manto freático. Se identificaron los horizontes de los perfiles de suelos y paleosuelos y se identificaron las capas sedimentarias localizadas entre ellos, definiendo su profundidad, espesor, color y textura. Este protocolo fue completado con la toma de muestras (disturbadas) de suelos y paleosuelos para su descripción detallada y posterior análisis de laboratorio. Los clases de suelos y paleosuelos fueron clasificados a nivel de subgrupo según el Sistema Taxonómico de Clasificación de Suelos del USDA (**Soil Survey Staff, SSS**, 2010). Se tomaron fotografías y se realizaron los diagramas estratigráficos respectivos de todo lo descrito.

Propiedades evaluadas en laboratorio

Las muestras de suelo colectadas en el campo se llevaron al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de Colombia para los respectivos análisis de caracterización. Se secaron en un horno durante 24 horas a 35°C, se disgregaron con rodillo de madera y se pasaron por un tamiz de 2

mm. Con las muestras secas y tamizadas se midió el pH con un potenciómetro en una relación suelo y agua de 1:1; el contenido de bases intercambiables (Ca, Mg, K y Na) y la capacidad de intercambio catiónico (CIC), mediante extracción con acetato de amonio 1M (pH 7) y cuantificación por absorción atómica, todos expresados en cmol (+)/kgsuelo. El contenido de materia orgánica (MO) se determinó por oxidación con dicromato de potasio y ácido sulfúrico (método de Walkley-Black). La capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) se determinó por la suma de bases extraídas con acetato de amonio normal y neutro, más la acidez intercambiabile extraída con KCl. El contenido de Fe, Mn, Cu y Zn se determinó por el método de Olsen modificado. El fósforo disponible (P) se determinó por el método Bray II. Todos los elementos menores y el P se cuantificaron en mg/kg suelo.

La caracterización mineralógica de los suelos y paleosuelos muestreados se realizó en el Laboratorio GMAS⁽⁺⁾, mediante difracción de rayos X con un Difractómetro de Rayos X Bruker D8 Advance Serie I, tanto en la fracción arcilla como en un preparado en polvo impalpable del suelo total. A la fracción arcilla se le aplicaron los tratamientos de glicolado y calentado, obteniéndose tres resultados por muestra (muestra secada al aire, muestra calentada a 550°C y muestra tratada con Etilen glicol).

Resultados

En el sitio de interés se levantaron el suelo actual y dos secuencias de paleosuelos nombradas como Secuencia de Paleosuelos Superior y Secuencia de Paleosuelos Inferior las cuales están separadas por un intervalo de sedimentos normales limos y arenas grises, dichos paleosuelos se corresponden con las secuencias “Upper red beds” y “Lower red beds” respectivamente tal como aparecen en el mapa de **Fields y Henao** (1949). En este artículo se describen detalladamente los paleosuelos y el suelo actual pero no se hace énfasis en la secuencia de sedimentos intercalados. Toda la estratigrafía descrita para este artículo comprende un espesor de 94.85 m.

Caracterización química del suelo actual y de los paleosuelos

El suelo actual

El suelo actual está formado por dos horizontes identificados como A y Bt (Foto 1), los cuales se describen a continuación. En la Tabla 1, se presentan los resultados de la evaluación de las propiedades químicas de este suelo y en la Tabla 2, la composición mineralógica de la fracción arcilla del horizon-



Foto 1. Suelo actual en la zona del Cuzco, Desierto de la Tatacoa.

- A** 0 – 36 cm (0.36 m de espesor); color en húmedo 7.5YR4/4 (pardo oscuro); franco arcilloso; estructura en bloques subangulares medios, débiles; ligeramente plástico, ligeramente pegajoso; muchos poros finos; abundantes raíces finas y medias; límite inferior claro, plano.
- Bt** 36 – 65 cm (0.29 m de espesor); color en húmedo 5YR4/6 (rojo amarillento); franco arcilloso a arcilloso; estructura en bloques subangulares medios, fuertes; ligeramente plástico, ligeramente pegajoso; muchos poros finos; comunes pedotúbulos; muchos argílanes continuos, prominentes; comunes nódulos de hasta 5 cm de diámetro de color 10YR7/2 (gris claro); muchas raíces finas y medias; límites claros.

te argílico que posee. En la Figura 2 se presenta el difractograma obtenido para los minerales y las arcillas presentes en el suelo.

Según los resultados de la Tabla 1, este suelo es ligero a moderadamente alcalino, presenta muy bajo contenido de MO, tiene una textura pesada, alto contenido de bases, alta CIC, no tiene problemas de saturación con Na, superficialmente tiene bajo contenido de P pero en profundidad se encuentra bien abastecido con este elemento y presenta bajos contenidos de elementos menores. No se reportan contenidos de Mn y Zn porque estuvieron en cantidades no detectables en el laboratorio. Las características apuntadas muestran un suelo con un nivel de fertilidad adecuado, excepto por el contenido orgánico.

Las propiedades que presenta este suelo se derivan de las condiciones ambientales en las que ha evolucionado. El clima cálido seco en que se encuentra ha generado una mineralización intensa de la MO, ya que el ambiente es netamente oxidante y productor de escasa biomasa vegetal. También ha permitido la acumulación de las bases liberadas de los minerales primarios por la meteorización, debido a que la lixiviación es un proceso que no ha actuado eficientemente por la falta de agua.

El pH alto es consecuencia de la acumulación de bases y de la poca acumulación de materia orgánica. Los colores rojizos también se relacionan con el ambiente que ha oxidado intensamente los compuestos de Fe, a pesar de que este elemento no es muy abundante (no se requiere cantidades altas para que él se manifieste).

La erosión hídrica severa que se presenta se debe también a la condición seca del clima. La sequía prolongada hace que la vegetación protectora del suelo tenga una baja cobertura de éste, de modo que al llegar las primeras lluvias el suelo está descubierto y recibe el impacto directo de las gotas de agua que lo disgregan y lo sellan superficialmente, generándose la escorrentía que arrastra las partículas sueltas ocasionando la erosión observada.

Tabla 1. Propiedades* químicas del suelo actual en el área de trabajo.

Horizonte	%				pH	cmol(+)/kg suelo						%		mg/kg suelo					
	A	L	Ar	MO		Ca	Mg	K	Na	CIC	CICE	SB	PSI	P	S	Fe	Cu	B	
A	28	34	38	0,02	7,5	14,7	4,12	0,13	0,69	29,4	19,6	66,9	2,35	15	6	1	0,2	1,6	
Bt	22	38	40	0,04	8,3	17,7	4,53	0,12	1,11	31,4	23,5	74,7	3,53	70	5	0,3	0,2	0,4	

* A, L, Ar: Contenidos de arena, limo y arcilla, respectivamente. MO: contenido de materia orgánica. CIC: CIC medida a pH 7. CICE: CIC efectiva. SB: Saturación de bases. PSI: Porcentaje de sodio intercambiable.

CICE = (Ca + Mg + K + Na) / CIC * 100 PSI = (Na / CIC) * 100

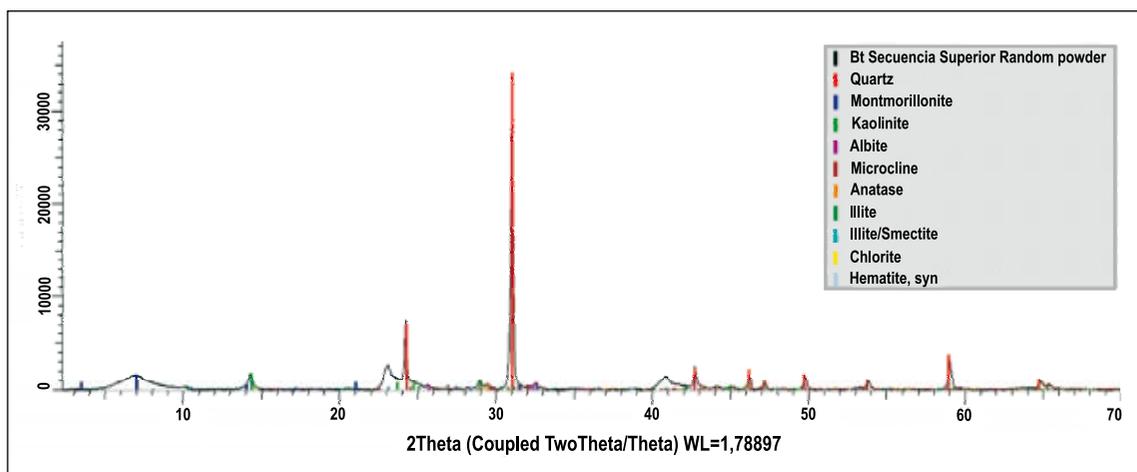


Figura 2. Diffractograma de minerales y arcillas presentes en el horizonte Bt del suelo actual en el desierto de La Tatacoa.

Tabla 2. Contenido mineralógico* (%) del horizonte argílico del suelo actual en el área de trabajo.

Horizonte	Minerales de arcilla				Otros minerales				
	Illita-mica	I/S	Esmectita	Caolinita	Cuarzo	Fp	Pl	Anatasa	Hematita
Bt	3	2	17	19	53	1	2	2	1

* I/S: Intergrado Illita-Esmectita. Fp: Feldespato potásico. Pl: Plagioclasa.

La presencia de argílanes evidencia un proceso de iluviación de arcilla, el cual se desarrolla de manera óptima en ambientes donde hay alternancia de condiciones húmedas y secas fuertemente contrastadas (Buol et al., (1997), SSS (1999)). La composición de la arcilla corresponde a las condiciones climáticas mencionadas pues en un clima húmedo la esmectita prácticamente estaría ausente debido a la alta meteorización y lixiviación de bases, lo que aumenta la actividad del Al y propicia la formación de caolinita. Además, los óxidos de hierro están en muy poca cantidad. El alto contenido de cuarzo proviene del material parental.

El suelo actual presenta, como propiedades diagnósticas para su clasificación, un régimen de humedad ústico y de temperatura isohipertérmico, su epipedón es ócrico y tiene un endopedón argílico con saturación de bases mayor a 35%. Estas características ubican el suelo en el orden Alfisol y el suborden Ustalf. Al nivel de gran grupo, los incrementos de arcilla, los colores y la cantidad de argílanes en el horizonte argílico, así como la ausencia de otros horizontes diagnósticos, hacen que el suelo se clasifique como Paleustalf. El tipo de cobertura vegetal dominante en la zona y la severidad de la erosión hídrica presente en ella hacen pensar en que el régimen de humedad del suelo puede acercarse a una condición árida, lo que define este suelo, al nivel de subgrupo, como Aridic Paleustalf.

Paleosuelos en la Secuencia Superior (“Upper Red Beds” de Fields y Henao, 1949).

La secuencia tiene un espesor de 16.15 m y está constituida por capas de arenas y limos de colores pardos en el techo y grises y gris oliva entre los paleosuelos. En ella se encuentran cuatro fragmentos de paleosuelos identificados, desde el techo hacia la base, como 2AC - 2C1 - 2C2 - 2C3 - 2C4; 3Bt_{nss}; 5Bt_{n1} - 5Bt_{n2} y 7Bt_n, con espesores promedios de 2.98 m, 1.05 m, 3.89 m y 4.82 m, respectivamente (Foto 2). Las características dominantes de estos paleosuelos son la coloración roja, con Hues 5YR y 7,5YR, valores y chromas menores que 6, las texturas arcillosas, el buen desarrollo estructural y la presencia de argílanes, slickensides y horizontes nátricos. En la Tabla 3, se presentan los resultados de los análisis químicos realizados a los paleosuelos encontrados en esta secuencia de materiales y en la Tabla 4 y Figura 3, la composición mineralógica de la fracción arcilla de los horizontes argílicos que posee. La estratigrafía de los materiales encontrados en esta secuencia se presenta a continuación, utilizando la nomenclatura que le correspondería a cada uno en una descripción pedológica.

2AC 0.65 0.91 m (0.26 m de espesor); paleosuelo de color en húmedo 10YR5/8 (pardo amarillento); franco arenoso; estructura masiva; dura en seco; no plástica,

- no pegajosa; poros finos y medios; límite abrupto y plano.
- 2C1 0.91 – 1.40 m (0.49 m de espesor); capa de arenas medias a finas, de color en húmedo 10YR5/6 (pardo amarillento); sin estructura (masiva); dura en seco; no plástica, no pegajosa; muchos poros finos y medios; límites abruptos y planos.
- 2C2 1.40 – 2.00 m (0.60 m de espesor); capa de arenas medias a finas, de color en húmedo 10YR5/8 (pardo amarillento); sin estructura (masiva); dura en seco; no plástica, no pegajosa; muchos poros finos y medios; límites abruptos y planos.
- 2C3 2.00 – 2.33 m (0.33 m de espesor); capa de arenas medias a finas, de color en húmedo 10YR5/6 (pardo amarillento); sin estructura (masiva); dura en seco; no plástica, no pegajosa; muchos poros finos y medios; límites abruptos y planos.
- 2C4 2.33 – 3.63 m (1.30 m de espesor); capa de arenas medias a finas, de color en húmedo 10YR5/8 (pardo amarillento); sin estructura (masiva); dura en seco; no plástica, no pegajosa; muchos poros finos y medios; límites abruptos y planos.
- 3Bt_{nss} 3.63 – 4.68 m (1.05 m de espesor); paleosuelo de color en húmedo 5YR4/6 (rojo amarillento); arcilloso; estructura en bloques subangulares medios, fuertes; friable, plástico, ligeramente pegajoso; frecuentes manchas de óxidos de hierro y comunes argilanes continuos, definidos; pocas raíces finas y pocos poros finos. Internamente tiene nódulos arcillosos de hasta 5 cm de diámetro de color 10YR7/2 (gris claro). Presentes slickensides estriados, bien definidos y grietas verticales. Límites abruptos y planos.
- 4C1 4.68 - 6.34 m (1.66 m de espesor); capa de limolita (textura limosa) de color en húmedo 5Y7/2 (gris claro); sin estructura (masiva); muy dura en seco, no plástica, ligeramente pegajosa; muchos poros finos; límites abruptos y planos.
- 4C2 6.34 - 6.70 m (0.36 m de espesor); capa de limolita (textura limosa) de color en húmedo 5Y7/3 (amarillo pálido); sin estructura (masiva); muy dura en seco, no plástica, ligeramente pegajosa; muchos poros finos; límite abrupto y plano.
- 5B_{tn1} 6.71 - 9.50 m (2.79 m de espesor); paleosuelo de color en húmedo 5YR5/6 (rojo amarillento); arcilloso; estructura en bloques subangulares medios, fuertes; plástico, ligeramente pegajoso; muchos argilanes continuos, prominentes; abundantes manchas de óxidos de hierro; pocas raíces finas y pocos poros finos; límites abruptos y planos.

Tabla 3. Propiedades* químicas de los paleosuelos de la secuencia superior en el área de trabajo.

Horizonte	%				pH	cmol(+)/kg suelo						%		mg/kg suelo				
	A	L	Ar	MO		Ca	Mg	K	Na	CIC	CICE	SB	PSI	P	S	Fe	Cu	B
2AC	68	20	12	0.3	9.2	10.8	1.96	0.07	1.01	19.2	13.8	72.2	5.3	58	2	N.D.	N.D.	0.01
3B _{tnss}	12	28	60	0.28	9.4	16.6	3.41	0.28	10.2	31.8	30.5	95.9	32.1	56	3	N.D.	0.2	0.1
5B _{tn1}	10	28	62	0.04	9.0	21.5	2.89	0.31	6.7	43.9	31.4	71.5	15.3	69	18	N.D.	0.3	0.3
5B _{tn2}	2	30	68	0.08	9.3	14.7	2.04	0.24	6.06	34.2	23.0	67.4	17.7	120	19	5	0.2	0.3
7B _{tn}	4	24	72	0.04	9.0	21.1	2.66	0.31	12.8	40.0	36.9	92.3	32.0	60	16	4	0.2	0.2

* A, L, Ar: Contenidos de arena, limo y arcilla, respectivamente. MO: contenido de materia orgánica. CIC: CIC medida a pH 7. CICE: CIC efectiva. SB: Saturación de bases. PSI: Porcentaje de sodio intercambiable. N.D.: No detectado.

CICE = (Ca + Mg + K + Na) / CIC * 100 PSI = (Na / CIC) * 100

Tabla 4. Contenido mineralógico* (%) de los horizontes argílicos de los paleosuelos de la secuencia superior en el área de trabajo.

Horizonte	Minerales de arcilla				Otros minerales				
	Illita-mica	I/S	Esmectita	Caolinita	Cuarzo	Fp	Pl	Anatasa	Hematita
3B _{tnss}	3	4	19	17	50	1	3	1	1
5B _{tn1}	3	4	14	18	55	1	3	1	1
5B _{tn2}	3	2	11	18	59	1	3	1	1
7B _{tn}	3	2	19	17	57	2	3	1	1

* I/S: Intergrado Illita-Esmectita. Fp: Feldespato potásico. Pl: Plagiocla

5Btn2 9.50 - 10.6 m (1.1 m de espesor); paleosuelo de color en húmedo 7.5YR6/4 (pardo claro); arcilloso; estructura en bloques subangulares medios, fuertes; plástico, ligeramente pegajoso; muchos argílanes continuos, prominentes; abundantes manchas de óxidos de hierro; pocas raíces finas y pocos poros finos; límites abruptos y planos.

6C 10.6 - 11.98 m (1.38 m de espesor); capa de limolitas (textura limosa) de color en húmedo 5Y7/2 (gris claro); sin estructura (masiva); muy dura en seco; no plástica, ligeramente pegajosa; muchos poros finos; límites abruptos y planos.

7Btn 11.98 - 16.8 m (4.82 m de espesor); paleosuelo de color en húmedo 10YR5/8 (pardo amarillento); arcilloso; estructura en bloques subangulares medios, fuertes; plástico, no pegajoso; muchos argílanes continuos, prominentes; pocas raíces finas y pocos poros finos; presentes nódulos de hasta 5 cm de diámetro, de color 10YR7/2 (gris claro) y grietas verticales.

Los paleosuelos descritos en esta secuencia, excepto el horizonte 2AC, son fuertemente arcillosos y muy fuertemente alcalinos, tienen muy bajo contenido de materia orgánica, alto contenido de bases y de fósforo, alta capacidad de intercambio catiónico; son deficientes en elementos menores y, exceptuando el 2AC, son sódicos. Desde el punto de vista de su fertilidad natural pueden tener problemas serios debidos al Na.

El primer paleosuelo, identificado con el prefijo 2 en la nomenclatura de los horizontes, presenta muy poco desarrollo pedogenético y, de todos los paleosuelos de esta secuencia, es el que presenta los menores contenidos de arcilla, de bases

y de fósforo, así como la CIC más baja; además, es el que tiene el mayor contenido de materia orgánica y el único que no es sódico. Las características texturales pueden relacionarse con un material parental muy arenoso, y las químicas con una condición climática menos contrastante en cuanto a los contenidos de humedad entre la época de lluvias y la época seca. La mejora en las condiciones de humedad favoreció un incremento en la producción de biomasa vegetal y en la humificación de ésta, aunque siguió dominando la mineralización. Es de esperarse que el incremento en la humedad disponible del suelo no haya sido muy alto, puesto que no se presentó lixiviación importante de bases, ya que el pH se encuentra en los valores de los demás paleosuelos.

La disminución en la estacionalidad del clima la soporta el hecho de que en este suelo no se hayan dado procesos de iluviación de arcilla que hubieran generado argílanes. También es importante llamar la atención acerca de que es el único paleosuelo, de todos los identificados, que presenta rasgos de horizonte A, lo que implica que la erosión se vio bastante menguada durante su formación, posiblemente por la congruencia de un clima con condiciones de humedad más homogéneas todo el tiempo y una cobertura vegetal más densa que pudo protegerlo. El bajo desarrollo de este suelo, y sobre todo la poca pérdida de bases en un suelo con una textura tan gruesa, que favorece el drenaje, también está mostrando que él estuvo expuesto a las condiciones ambientales durante un periodo muy corto y la pedogénesis no tuvo suficiente tiempo para actuar.

El horizonte 3Bt_{nss}, el más complejo de todos los observados, presenta evidencias obvias de cambio en el material parental, con respecto al suelo anterior. De todos los suelos arcillosos de esta secuencia es el que presenta un mayor con-

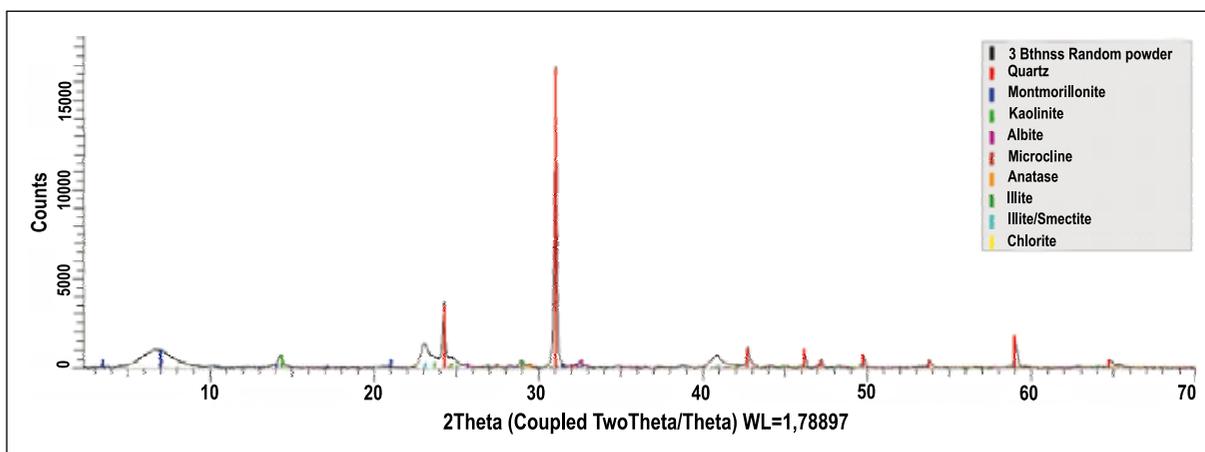


Figura 3. Diffractograma de minerales y arcillas presentes en el 3Bt_{nss}, uno de los paleosuelos de la secuencia superior en el desierto de La Tatacoa.

tenido de materia orgánica, a pesar de no ser un horizonte A. Sus características hacen suponer que durante su formación se presentaron condiciones estacionales y variables de clima que generaron varias pedogénesis sobre el mismo material:

- Es el horizonte que tiene el mayor contenido de Mg, y un alto contenido de Na que pudieron incidir en la formación y/o preservación de las altas cantidades de montmorillonita presentes. Además, esta condición favorece la dispersión de los coloides necesaria para su iluviación y formación de los argilanes.
- Los altos contenidos de bases y la presencia de argilanes, slickensides y grietas indican un clima fuertemente estacional y contrastante en humedad, aunque sin excesos de ella pues no se presentó lixiviación de bases: es el horizonte con mayor pH.
- Al interior del suelo, en profundidad se pudieron haber presentado condiciones de mal drenaje y/o de fuertes fluctuaciones en el nivel freático favorecidas, probablemente, por la gran cantidad de arcilla y por la expansividad de ésta, que generaron las condiciones de óxido-reducción necesarias para la formación de los nódulos presentes.
- El clima, a pesar de su estacionalidad, permitió el desarrollo de una cobertura vegetal que aportó suficiente cantidad de materia orgánica para que se humificara y se translocara hacia el interior del suelo, movimiento que también se favorece por las condiciones estacionales del clima.
- Debió haberse presentado un cambio ambiental drástico cuando este suelo ya estaba en su madurez que fue capaz de decapitarlo. Pudo haber sido la llegada de una época de intensa sequía regional que erosionó el horizonte A, y posiblemente algo del B. Esto pudo haber estado acompañado de algún cambio local en el régimen hídrico de la cuenca que cambió la dinámica aluvial en ella y que explicaría el cambio en la granulometría al pasar de este horizonte al suelo suprayacente.

Los horizontes 5Bt_{n1} y 5Bt_{n2} son parte de un paleosuelo que debió haberse formado bajo unas condiciones climáticas muy secas y contrastadas. En ellos se encuentra la menor saturación de bases y de sodio, lo que puede estar relacionado, más que con una mayor lixiviación en él, con respecto a los otros paleosuelos de esta secuencia, con pequeñas diferencias en el material parental. Presentan un contenido muy bajo de materia orgánica que sugiere una alta mineralización de la poca biomasa que se produjo, y ninguna translocación de humus hasta ellos. La poca cantidad de materia orgánica

también puede indicar que estos horizontes eran la parte más profunda de un suelo bastante espeso, que estuvo sometido a una erosión muy intensa y/o durante un largo tiempo que removió todo el horizonte A y buena parte del B, dejando sólo aquella pequeña parte más interna del mismo, que es la menos afectada por la pedogénesis. También aquí se presentó cambio en el régimen hídrico de la cuenca que cambió la dinámica pedogenética por una de sedimentación continua de materiales limosos.

El horizonte 7Bt_n es bastante similar a los dos horizontes anteriores en sus propiedades, aunque con un espesor mucho mayor y con evidencias de la acción de procesos de vertisolización (grietas). Llama la atención el espesor del suelo preservado (no se sabe cuánto suelo se erosionó) que implica un periodo muy largo de estabilidad geomorfológica bajo un clima muy contrastado y seco. Entre este suelo y el descrito antes también se presentó un cambio en la dinámica hidrológica de la cuenca que promovió la sedimentación continua de limo. En éste, como en los dos suelos anteriores se presentó una importante acumulación de bases, posiblemente residual, y un proceso intenso de alcalinización que produjo los horizontes sódicos.

De acuerdo con las propiedades mostradas por los paleosuelos anteriores, ellos pueden clasificarse en el sistema taxonómico norteamericano (SSS, 2010) como se detalla a continuación:

El suelo 2AC - 2C1 - 2C2 - 2C3 - 2C4 no presenta horizonte diagnóstico subsuperficial y sólo tiene epipedón ócrico. Su régimen de humedad es ústico y el de temperatura isohipertérmico. Con estas características y su textura gruesa, el suelo clasifica como Ustic Torripsamment.

El horizonte 3Bt_{nss} representa un suelo con horizonte diagnóstico nátrico y con propiedades vérticas. El régimen de humedad corresponde al arídico y el de temperatura al isohipertérmico. El suelo corresponde a un Vertisol árido y sódico que, al nivel de subgrupo se nombra como Sodic Haplotorrert.

Los horizontes 5Bt_{n1} y 5Bt_{n2} son nátricos y el suelo tiene régimen de humedad arídico y de temperatura isohipertérmico, clasificándose como un Typic Natrargid.

El suelo del paleosuelo 7Bt_n es bastante similar al anterior, del cual se diferencia por la presencia de propiedades vérticas, las que llevan a clasificarlo como Vertic Natrargid.

Paleosuelos en la Secuencia Inferior ("Lower Red Bed" de Fields y Henao, 1949)

Como lo describieron **Fields y Henao** (1949), las capas rojas superior e inferior están separadas por unos 45 m de estratos

de areniscas y limonitas de color gris y gris oliva, intercaladas con algunas capas de lodolitas pardas. Las capas de esta secuencia no presentan evidencias de pedogénesis y varían ligeramente en el color desde 5Y7/2 a 5Y7/3 (gris claro a amarillo pálido). La secuencia de paleosuelos inferior se desarrolló sobre lodolitas y presenta color rojo ladrillo en su parte media que gradan en su parte inferior y superior a colores grises, y que tienen 14,5 m de espesor.

En campo se observó que esta secuencia presenta un techo ondulado que corresponde a un antiguo paisaje colinado de poca elevación y que está sepultado por estratos grises, marcando una paleosuperficie y una discordancia leve. Esta secuencia incluye tres fragmentos de paleosuelos que se nombran, del techo a la base, como 10Bt, 12Btss y 14Bt, cuyos espesores son 4.90 m, 3.90 m y 1.80 m, respectivamente. La característica más sobresaliente de estos es la coloración roja marcada por los colores pardo rojizo y pardo rojizo oscuro, mucho más intensa que la que presentan los paleosuelos de la Secuencia Superior (Foto 2). En las Tablas 5 y 6, y en la Figura 4 se presentan los resultados de los análisis químicos y mineralógicos realizados a los paleosuelos de esta secuencia, y a continuación se hace la descripción de ella, en términos pedológicos.

- 10Bt 65.9 - 70.8 m (4.90 m de espesor); color en húmedo 5YR4/4 (pardo rojizo); franco arcillo limoso; estructura en bloques subangulares medios, débiles; friable, ligeramente plástico, no pegajoso; muchos argilanes continuos, prominentes; pocas raíces finas y pocos poros finos; comunes nódulos cilíndricos de hasta 5 cm de diámetro mayor y de color 10YR7/2 (gris claro); límite abrupto y plano.
- 11C1 70.8 - 89.2 m (18.4 m de espesor); capa de limolita (textura limosa) con color en húmedo 5Y7/2 (gris claro); sin estructura (masiva); muy dura en seco, no plástica, ligeramente pegajosa; muchos poros finos; límites abruptos y planos.
- 11C2 89.2 - 91.5 m (2.3 m de espesor); capa de limolita (textura limosa) con color en húmedo 5Y7/3 (amarillo pálido); sin estructura (masiva); muy dura en seco, no plástica, ligeramente pegajosa; muchos poros finos; límites abruptos y planos.
- 12Btss 91.6 - 95.5 m (3.90 m de espesor); color en húmedo 2.5YR3/4 (pardo rojizo oscuro); arcilloso; estructura en bloques subangulares medios y gruesos, moderados; firme en seco, ligeramente plástico, no pegajoso; muchos argilanes continuos, prominentes; pocas raíces y pocos poros finos; el horizonte contiene fragmentos milimétricos de carbón; están presentes slic-

kensides estriados, bien definidos, grietas verticales y manchas de óxidos de hierro; límites abruptos y planos.

- 13C 95.5 - 96.5 m (1.00 m de espesor); capa de limolita de color en húmedo 5Y7/3 (amarillo pálido); limosa; sin estructura (masiva); muy dura en seco, no plástica, ligeramente pegajosa; muchos poros finos; límites abruptos y planos.
- 14Bt 96.5 - 98.3 m (1.80 m de espesor); color en húmedo 5YR5/4 (pardo rojizo); arcilloso; estructura en bloques subangulares medios y gruesos, fuertes; duro en seco, ligeramente plástico, no pegajoso; muchos argilanes continuos, prominentes grietas verticales; comunes raíces y poros finos; límites abruptos y planos.
- 15C 98.3 - 99.4 m (1.10 m de espesor); capa de limolita de color en húmedo 5Y7/2 (gris claro); limosa; sin estructura (masiva); muy dura en seco, no plástica, ligeramente pegajosa; muchos poros finos; límite abrupto y plano.

Los paleosuelos de esta secuencia son de textura pesada, fuerte a muy fuertemente alcalinos, presentan muy bajos contenidos de materia orgánica y altos en bases y en P; tienen alta saturación con Na y son deficientes en elementos menores. Tienen alta capacidad de intercambio catiónico. En los minerales de arcilla predominan la caolinita y las esmectitas, casi en proporciones iguales. Presentan, en general, un buen nivel de fertilidad natural.

El horizonte 10Bt presenta un gran espesor que implica un periodo largo de estabilidad geomorfológica en la zona. Los argilanes que posee indican la presencia de un clima fuertemente estacional y contrastado, y los nódulos, condiciones de óxido-reducción, probablemente debidas a fluctuaciones en el nivel freático y a dificultades en la percolación profunda por la presencia de los cutanes, ya que su textura no es pesada. Tiene un contenido de materia orgánica que puede implicar una pequeña mejora en las condiciones hídricas de la zona durante su formación que permitió el establecimiento de una cobertura vegetal más densa, con mayor producción y humificación de materia orgánica, así como su movilización hacia el interior del suelo. La presencia de un horizonte argílico espeso, bien desarrollado y con alta saturación de bases, el régimen de humedad ústico y de temperatura isohipertérmico hacen que este suelo se clasifique como Typic Paleustalf.

El horizonte 12Btss también tiene un espesor considerable que debió adquirirse bajo una gran estabilidad geomorfológica en la zona. La presencia de argilanes y de propiedades

vérticas refleja un clima estacional contrastado, y el poco contenido de materia orgánica se relaciona con una condición climática más seca que la del paleosuelo anterior. El régimen de humedad de este suelo debió ser arídico y el de temperatura, isohipertérmico; presenta un horizonte argílico bien desarrollado, con alta saturación de bases, y propiedades vérticas que hacen que se clasifique como Typic Haplo-torrert.

El último paleosuelo identificado, con un horizonte 14Bt es, químicamente, muy similar al anterior (Tabla 5). Presenta un

incremento significativo en el contenido de materia orgánica, con respecto a su antecesor, que puede relacionarse con un pequeño incremento en el suministro de humedad que promovió una mayor producción de biomasa vegetal y una humificación un poco mayor que mejoró la acumulación de ella en el suelo. La mejora climática pudo cambiar el régimen de humedad hasta ústico. El régimen de temperatura sigue siendo isohipertérmico. El horizonte argílico bien desarrollado y con saturación de bases alta, junto con los regímenes climáticos anotados y las propiedades vérticas observadas, hacen que este suelo se clasifique como Torrertic Haplustalf.

Tabla 5. Propiedades* químicas de los paleosuelos de la secuencia inferior en el área de trabajo.

Horizonte	%				pH	cmol(+)/kg suelo						%		mg/kg suelo				
	A	L	Ar	MO		Ca	Mg	K	Na	CIC	CICE	SB	PSI	P	S	Fe	Cu	B
10Bt	18	46	36	0,22	9,0	17,0	3,75	0,21	3,98	32,2	24,9	77,55	12,38	112	3	2	0,3	0,6
12Btss	4	28	68	0,04	9,1	25,7	2,14	0,31	4,75	34,8	32,9	94,54	13,65	113	4	1	0,2	0,4
14Bt	6	32	62	0,22	8,9	27,9	2,36	0,34	4,16	34,3	34,8	101,2	12,11	105	46	1	0,1	1,0

* A, L, Ar: Contenidos de arena, limo y arcilla, respectivamente. MO: contenido de materia orgánica. CIC: CIC medida a pH 7. CICE: CIC efectiva. SB: Saturación de bases. PSI: Porcentaje de sodio intercambiable.

$$CICE = (Ca + Mg + K + Na) / (Ca + Mg + K + Na + CICE) * 100 \quad SB = [(Ca + Mg + K + Na) / CIC] * 100 \quad PSI = (Na / CIC) * 100$$

Tabla 6. Contenido mineralógico* (%) de los horizontes argílicos de los paleosuelos de la secuencia inferior en el área de trabajo.

Horizonte	Minerales de arcilla				Otros minerales					
	Illita-mica	I/S	Esmectita	Caolinita	Cuarzo	Fp	Pl	Anatasa	Hematita	
10Bt	2	2	14	11	64	2	3	1	1	
12Btss	3	3	13	19	56	1	2	1	1	
14Bt	3	2	12	16	61	1	3	1	1	

* I/S: Intergrado Illita-Esmectita. Fp: Feldespato potásico. Pl: Plagioclasa.

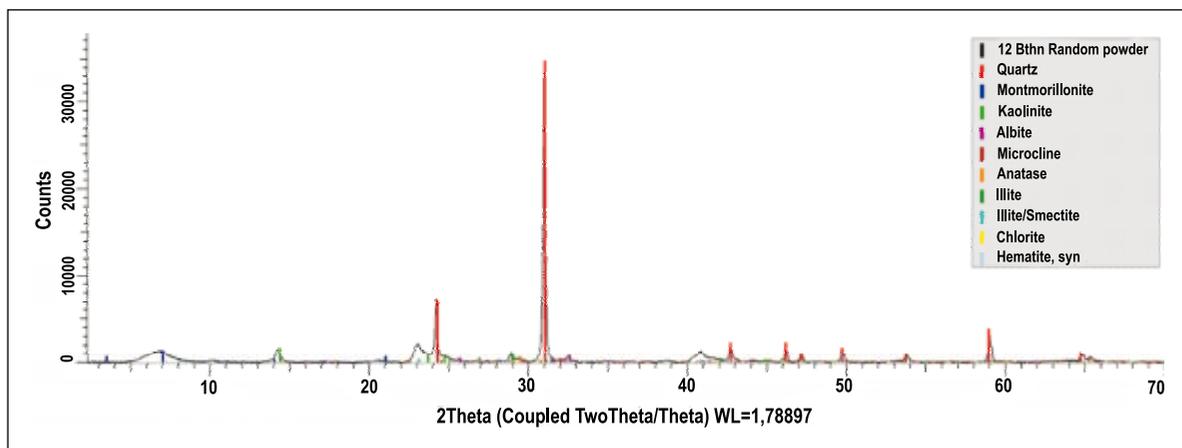


Figura 4. Diffractograma de minerales y arcillas presentes en el 12Btss, uno de los paleosuelos de la secuencia inferior en el desierto de La Tatacoa.

Síntesis

A manera de síntesis se pueden destacar los siguientes aspectos pedogenéticos en los paleosuelos observados, Foto 2 exceptuando el correspondiente al perfil 2AC - 2C:

- Todos los fragmentos de paleosuelos se desarrollaron de materiales parentales arcillosos o, por lo menos, de materiales que produjeron grandes cantidades de arcilla por meteorización y pedogénesis.
- El clima dominante en la evolución de estos suelos corresponde a uno seco y muy contrastado en humedad.
- Todos los fragmentos de paleosuelos están separados entre sí por capas de arena o de limo que implican alteraciones en el comportamiento hídrico en la cuenca y, por ende, en la dinámica sedimentaria en el sitio. Estas alteraciones pueden originarse por cambios climáticos regionales o por cambios en el nivel de base de la cuenca y también pueden ser responsables, por lo menos en parte, de la intensa erosión que se ha dado en la zona durante todo el tiempo.
- Todos los fragmentos de paleosuelos presentan horizontes argílicos; éstos requieren, para su formación,



Foto 2. Registro fotográfico de las secuencias que contienen los paleosuelos del Terciario localizados en la vereda El Cuzco, sector El Observatorio, desierto de la Tatacoa, Huila, Colombia.

contrastes de humedad, estabilidad geomorfológica y condiciones de dispersión de coloides, necesaria para su movilización y precipitación dentro del suelo (**Pulido et al.**, 1990; **Malagón et al.**, 1995; **Buol et al.**, 1997 y **SSS**, 1999).

- El comentario anterior, unido al espesor que se consigue sumando todos los horizontes argílicos descritos (20.36 m), implica que se necesitaron miles de años para tener las secuencias de paleosuelos analizadas y otros suelos y otros materiales que se perdieron por erosión y que no se pueden cuantificar en la actualidad.
- En todos los fragmentos de paleosuelos se presentó una fuerte erosión que los decapitó a todos, eliminando los horizontes A, y seguramente otros horizontes subsuperficiales transicionales y los horizontes B.
- La abundante cantidad de cuarzo en los suelos, la escasez de feldespatos y otros minerales meteorizables, y la abundancia en esmectitas y caolinita indican una meteorización intensa del material parental en un ambiente oxidante.
- Los procesos pedogenéticos dominantes en los paleosuelos han sido: mineralización de la materia orgánica, rubefacción, braunificación o pardificación generalizada en el suelo por acumulación de Fe oxidado, con o sin materia orgánica, argiluvación y lessivaje de arcilla, fersialitización que conlleva a la formación de las esmectitas, alcalinización (acumulación de Na intercambiable), adensamiento (endurecimiento), vertisolización o argiloturbación y erosión hídrica. Los suelos presentan un enriquecimiento residual de bases y de P que, en términos de procesos pedogenéticos, podría definirse como eutrofización. Estos procesos entrañan, por una parte, modificaciones en la mineralogía detrítica, y por otra, neoformación de especies arcillosas:
 - a. Destrucción de micas y feldespatos, que son reemplazados por arcillas, y corrosión de granos de cuarzo por el plasma arcilloso. Esto implica que el sedimento perdió gran parte de su carácter arcóxico después de su depositación. Las arcillas que se generan como consecuencia de esta alteración son esmectitas, las cuales no aparecen en los minerales detríticos, posiblemente debido a que se haya producido una desestabilización, por envejecimiento, de las esmectitas previas, dando como resultado una illitización generalizada.
 - b. Rubefacción, con filiación de hematites, que afecta principalmente a las granulometrías más finas. En estas partes más finas se impregna todo el plasma, haciéndose opaco en muchas ocasiones, mientras que en las gruesas afecta sólo al cemento o matriz arcillosa marcando, especialmente, las granoestrías. Por lo general, disminuye de techo a base en las secuencias y no afecta tanto a las partes más bajas de éstas, lo cual es una evidencia de que esta rubefacción está asociada también a la actividad paleoedáfica. La fuente del Fe, muy posiblemente, sea la desestabilización de las biotitas y de las cloritas que no han desaparecido por completo en la actualidad.
 - c. Carbonatación incipiente. En varios casos pueden observarse las distintas zonas del perfil de una costra, desde una incipiente nodulización hasta una costra laminar muy delgada.
 - d. Durante el periodo de menor drenaje se produce la formación de esmectitas, probablemente a partir de la alteración de piroxenos y olivinos (**Craigh y Loughnan**, 1964 y **Loughnan**, 1969). Posteriormente, con el aumento del drenaje, el suelo pierde los cationes básicos solubles y aumenta la actividad del Al, lo que provoca una progresiva aluminización de los minerales esmectíticos y la formación de caolinita a través del interestratificado illita-esmectita. La llegada de arenas intercaladas con limolitas protege el suelo original de los agentes de alteración y explica que se mantenga todavía en la actualidad el interestratificado illita-esmectita.
- El aporte detrítico de la cuenca presenta una alta monotonía en todo el conjunto como un sedimento claramente inmaduro, con abundante cuarzo y siliciclastos. Esto hace que la composición mineralógica en todos los paleosuelos sea bastante similar, cambiando sólo la cantidad y su estado de alteración. Los minerales más comunes son cuarzo (>50%), montmorillonita (esmectita) (19%), caolinita (18%), albita, microclina, anatasa, illita, integrados illita/esmectita, clorita y hematita. En general, los minerales se encuentran altamente meteorizados, algunos recubiertos de óxidos de hierro y agregados lechosos.

Conclusiones

En las “capas rojas” de **Fields** (1959), se pueden reconocer hasta siete fragmentos de paleosuelos, localizados dentro de dos secuencias sedimentarias, una superior con cuatro paleosuelos y una inferior con tres, en ambos casos formados en el Mioceno, bajo climas desde contrastados en humedad, hasta áridos y en paleorelieves colinados de baja altitud. Es-

tos paisajes terrestres y sus suelos portadores de biomas secos debieron coexistir con planicies aluviales pobladas por biomas boscosos dependientes en gran medida de la mayor humedad del sedimento y de los aportes de agua de desborde de grandes ríos.

La Secuencia Superior tiene un espesor de 16.15 m y está constituida por cuatro fragmentos de paleosuelos identificados, desde el techo hacia la base, como 2AC – 2C1 – 2C2 – 2C3 – 2C4, 3Btss, 5Bt1 - 5Bt2 y 7Bt. El 3Btss, el más complejo, presenta diferencias en el material parental con el paleosuelo anterior y mayor contenido de materia orgánica, y sus características hacen suponer que durante su formación se presentaron condiciones estacionales y variables de clima que generaron varias pedogénesis sobre el mismo material. Los 5Bt1 y 5Bt2 debieron haberse formado bajo unas condiciones climáticas muy secas y contrastadas y bajo un régimen hídrico de la cuenca que cambió la dinámica pedogenética por una de sedimentación continua de materiales limosos. El 7Bt es muy similar a los dos anteriores, aunque con un espesor mucho mayor y con evidencias de la acción de procesos de vertisolización, caracterizando un periodo muy largo de estabilidad geomorfológica bajo un clima muy contrastado y seco. Estos paleosuelos se han clasificado como Ustic Torripsamment, el 2AC - 2C, Sodic Haplotorrert el 3Btss, Typic Natrargid el 5Bt y como Vertic Natrargid el 7Bt.

La Secuencia Inferior tiene un espesor de 14,5 m e incluye tres fragmentos de paleosuelos identificados, desde el techo hacia la base, como 10Bt, 12Btss y 14Bt. La característica más sobresaliente de estos paleosuelos es la coloración roja marcada por los colores pardo rojizo y pardo rojizo oscuro, mucho más intensa que la que presentan los paleosuelos de la Secuencia Superior. El 10Bt, de gran espesor, evidencia un periodo largo de estabilidad geomorfológica en la zona y un mejoramiento en las condiciones hídricas. El 12Btss, también de un espesor considerable, refleja un clima estacional contrastado, y el poco contenido de materia orgánica sugiere una condición climática más seca que la del paleosuelo anterior. El 14Bt presenta un incremento significativo en el contenido de materia orgánica, que puede relacionarse con un pequeño incremento en la humedad. Estos suelos se han clasificado como Typic Paleustalf el 10Bt, Typic Haplotorrert el 12Btss y Torrertic Haplustalf el 14Bt.

Agradecimientos

Este proyecto recibió aportes económicos de la Fundación Leakey, de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia y del Laboratorio GMAS(+).

Se agradece al Señor Jorge Arcila, su valioso acompañamiento durante el trabajo de campo.

Referencias

- Altschuler, Z. S., Schnepfe, M. M., Silber, C. C., and Simon, F. O. 1983. *Sulfur diagenesis in Everglades's peat and the origin of pyrite in coal*. Science, v. 221, p.221–227.
- Buol, S. W.; Hole, F. D.; McCracken, R. J. and Southard, R. J. 1997. *Soil genesis and classification*. Fourth edition. Iowa State University Press. USA. 527 p.
- Bryan, W. H., Teakle, L. J. H. (1949). *Pedogenic inertia - a concept in soil science*. Nature 164, P969.
- Catt, J. A., 1991. *Paleopedology manual Quaternary International*. INQUA. Pergamon Press.
- Craig, D. C. Y Loughnan, F. C. 1964. *Weathering of basic volcanic rocks*. Australian Journal of Soil Science 2(2):218-234.
- Fields, R.W Y Henao. 1949. *Honda formation of the upper Magdalena river basin, Colombia, S.A.* [abs.]: Geological Society of America Bulletin, v. 60, p. 1894.
- Fields, R.W. 1959. *Geology of the La Venta Badlands Colombia, South America*. U. California, Publ. Geol. Scienc., 32(6):405-444. California.
- Instituto de Investigaciones Geológico-Mineras (INGEOMINAS). 2002. *Geología de la plancha 303 Colombia departamentos de Huila, y Tolima*. Metaescala 1:100.000 memoria explicativa. Septiembre de 2002.
- Fernández M., Armenteros I. y Blanco J. A. 1988. *Procesos de alteración y paleosuelos ligados a la sedimentación miocena del NE. de Segovia, depresión del Duero*. Acta Geológica Hispánica, v. 23 (1988), págs. 269-281.
- Gey, M. P. y Garcia, C. 1993. *Caracterización de un paleosuelo enterrado bajo los sedimentos terciarios de As Pontes de García Rodríguez*. (A Coruña, Galicia, NW España). Cuaderno Lab. Xeolóxico de Laxe Coruña. 1993. Vol. 18, pp. 325-335.
- González, L. H.; Parra, L. N. y Flórez, M. T. 1993. *Andisoles fósiles en el Norte de Colombia*. Suelos Ecuatoriales 23(1-2): 31-44.
- Guerrero, J. 1991. *Magnetostratigraphy of the upper part of the Honda Group and Neiva Formation. Miocene Uplift of the Colombian Andes*. Tesis PhD, Duke Univ., 108 p.
- Guerrero, J. 1994. *Stratigraphy and sedimentary environments of the Honda Group in the La Venta area. Miocene uplift of the Colombian Andes*. En: Kay, R.; Madden, R. H.; Cifelli, R. L.; Flynn, J. J. (Eds). *A history of Neotropical Fauna: Vertebrate Paleobiology of the Miocene of Tropical South America*. Washington.
- Kraus Mary J. 1999. *Paleosols in clastic sedimentary rocks: their geologic applications*. Earth Science Reviews 47 Ž1999. 41–70.
- Loughnan, F. C. 1969. *Chemical Weathering of the Silicate Minerals*. American Elsevier Publ. Comp. Inc., New York 1969. 154 Seiten, 62 Abbildungen. Dfl. 43.50
- Malagón, D.; Pulido, C.; Llinás, R. D.; Chamorro, C. y Fernández, J. 1995. *Suelos de Colombia*. Origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Santafé de Bogotá. 632 p.
- Mantilla G., et al. 2011. *Los suelos: estabilidad, producción y degradación*. En: <http://issuu.com/olneyivanescobarforero/docs/7649>
- Morrison, R. 1978. *Quaternary Soil Stratigraphy. Concepts, Methods, and Problems*. En: *Cuaternary soil*. Third York Quaternary Symposium. Geo Abstracts, Norwich, England.

- Nettleton, W.D.; Olson, C.G.; Wysocki, D.A.** 2000. *Paleosol classification: Problems and solutions*. Catena 41: 61-92.
- Potenciano A., Espejop R. y Garzon G.** 1997. Geogaceta, 22. 157-160.
- Pulido, C.; Malagón, D. y Llinás, R.** 1990. *Paleosuelos del piso alto andino en la región montañosa circundante a Bogotá*. Investigaciones. V. 2, N° 2. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Bogotá. 198 p.
- Retallack, G. J.** 1988. *Field recognition of Paleosols*. Geological Society of America, Special Paper 216, 20pp.
- Retallack, G. J.** 1990. *Soils of the past*. Unwin-Hyman, 510 p., Londres.
- Retallack, G. J.** 2001. *Soils of the Past*. An introduction to paleopedology, 2nd de Blackwell, USA, 391 pp.
- Retallack, G. J.** 2004. *Late Oligocene bunch grassland and early Miocene sod grassland paleosols from central Oregon, USA*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 207, 203-237.
- Retallack G. and Kirby M. X.** 2007. *Middle Miocene global change and paleogeography of Panama, palaios*, v. 22, p. 667-679 Miscelanea.
- Royo y Gómez, J.** 1942. *Contribución al conocimiento de la geología del Valle Superior del Magdalena, Departamento del Huila*. CCEGOC, 5: 261-318. Bogotá.
- Ruhe, R.V.** 1965. *Quaternary paleopedology*. En: The quaternary of the United States. Ed:
- Schwarz, T.** 1997. *Lateritic paleosols in central Germany and implications for Miocene paleoclimates: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. V. 129, p. 37-50.
- Schoeneberger, P. J.; Wysocki, D. A.; Benham, E. C. and Broderson, W.D.** 2002. *Field book for describing and sampling soils*. Version 2.0. Natural Resources Conservation Service. National Soil Survey Center. Lincoln, NE. USA.
- Soil Survey Staff.** 1999. *Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. Second Edition. Agriculture Handbook Number 436. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Washington, DC. 871 p.
- Soil Survey Staff (SSS).** 2010. *Keys to Soil Taxonomy*. Eleventh Edition. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Washington, D.C. 338 p.
- Stirton, R. A.** 1953. *Vertebrate paleontology and continental stratigraphy in Colombia*. Geol. Soc. Am. Bull., 64: 603-622. New York.
- Stille, H.** 1907. *Geologische studien im gebiete des rio Magdalena*. Festchr. Adolf V.Koenen. pp 227-358. Stuttgart.
- Stille, H.** 1938. *Estudios geológicos en la región del río Magdalena*. Comp. Est. Geol. Ofic. Col., 4(1):125-182. Bogotá.
- Takemura, K.; Danhara, T.** 1986. *Fission-track dating the upper part of Miocene Honda Group in La Venta Badlands, Colombia*. Kyoto Univ., Overseas Research Reports of New World Monkeys, 5: 31-38. Kyoto.
- Van Houten, F. B., Travis, R. B.** 1958. *Cenozoic deposits, Upper Magdalena Valley, Colombia*. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 52: 675-702.
- Villarreal, C.; Setoguchi, T.; Brieva, J.; Macía C.** 1996. *Geology of the La Tatacoa "Desert" (Huila, Colombia): Precisions on the Stratigraphy of the Honda Group, the Evolution of the "Pata High" and Presence of the La Venta Fauna*. Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., Series Geol. and Mineral. 58 (1-2): 41-66. Kyoto.
- Wellman, S. S.** 1970. *Stratigraphy and petrology of the nonmarine Honda Group (Miocene), Upper Magdalena Valley, Colombia*. Geol. Soc. Am. Bull., 81(8):2353-2374. New York.
- Universidad Surcolombiana, Universidad del Tolima, Universidad de Cundinamarca.** 2001. *Estudios de caracterización biofísica y socioeconómica de la Ecorregión estratégica de la Tatacoa y su área de influencia*. Ibagué-Tolima. Eds. Ministerio de Medio Ambiente, Cormagdalena, Cortolima, Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, 135 p.
- Universidad Surcolombiana Facultad de Ingeniería (USCO).** 2005. Convenio Interadministrativo No. 1071-200 de 2005, Gobernación del Huila- CAM-USCO.
- Yaloon, D. H.** 1971. *Soil forming processes in time and space*. En: Paleopedology: Origin, Nature and Dating of Paleosols. Yaloon, D.H., ed. Int. Soc. Soil Sci., Israel Univ. Press, Jerusalem, Israel, pp. 29-39.

Recibido

Aceptado

PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RECUBRIMIENTOS DE BISMUTO PRODUCIDOS CON MAGNETRON DESBALANCEADO PULSADO

M.F. Ortiz*, J. E. Alfonso**, J.J. Olaya*, S.E. Rodil***

RESUMEN

Ortiz M.F.; J.E. Alfonso; J.J. Olaya; S.E. Rodil: Producción y caracterización de recubrimientos de bismuto producidos con magnetron desbalanceado pulsado. Rev. Acad. Colomb. Cienc. **37** (143): 245-252, 2013. ISSN 0370-3908.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en el crecimiento de recubrimientos de bismuto sobre sustratos de vidrio común, silicio y acero inoxidable 316L, usando un sistema de pulverización catódica de pulsado con magnetron desbalanceado y la evaluación de la microestructura, la morfología, la composición química superficial y algunas propiedades electroquímicas en función de la frecuencia de los pulsos que genera la fuente de descarga. La microestructura de los recubrimientos fue evaluada por difracción de rayos X (XRD); la morfología se evaluó mediante microscopía de fuerza atómica (AFM); la composición química se determinó mediante espectroscopia de fotoelectrones emitidos por rayos X (XPS), las pruebas electroquímicas mediante ensayos de ventanas de corrosión y la adherencia entre el sustrato y el recubrimiento se evaluó mediante pruebas de rayado. El análisis DRX indica que los recubrimientos son policristalinos, los análisis de AFM determinaron que los valores de rugosidad son del orden de 25 nm. El análisis de XPS mostró que hay energías de ligadura asociadas a Bi metálico y óxido de Bi, las pruebas electroquímicas establecieron que los recubrimientos de Bi presentan un rango de potencial entre -0,315 y 1,49 mV. Finalmente, el estudio de adherencia mostró que el recubrimiento se desprende del sustrato cuando es sometido a una carga de 4.5 N.

Palabras Clave: Recubrimientos, pulverización Catódica, fotoelectrones, adherencia.

ABSTRACT

In this work present the results obtained in the growth of Bi coatings onto common glass, silicon and stainless steel 316 L substrates through dc unbalanced magnetron sputtering and evaluation of the microstructure, morphology, chemical superficial composition and electrochemical properties as a function of the frequency pulse of the power supply. The microstructure of the coatings was evaluated through x-ray diffraction (XRD); the morphology was evaluated through atomic force microscopy (AFM); the superficial chemical composition was analyzed by x-ray photoelectrons spectroscopy (XPS), electrochemical test was evaluated by means of

* *Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica, Universidad Nacional de Colombia, AA 5997 Bogotá, Colombia.*

** *Grupo de Ciencia de Materiales y superficies, Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia, AA 5997 Bogotá, Colombia.*

*** *Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México*

corrosion windows and the adherence between coating and substrate was evaluated by streaked test. The XRD analysis shows that the coatings are polycrystalline, the AFM analysis determined that the mean rugosity of Bi coatings was of the 25 nm. The XPS analysis shows that there are binding energies associated to metallic bismuth and oxide bismuth. The electrochemical test established that the Bi coatings show a range of potential between -0,315 y 1,49 mV. Finally, the adherence test show that the coatings failure occurs when is subjected to a load of 4.5 N.

Key words: Coatings, DC sputtering, Photoelectrons, adherence.

1. Introducción

El estudio y mejoramiento de las propiedades de los materiales, están ligados al desarrollo tecnológico, el cual debe tener en cuenta las necesidades de la sociedad y además cuidar de no tener un impacto nocivo en el medio ambiente. Teniendo en cuenta estas premisas en los últimos años se han desarrollado dispositivos con dimensiones que van desde la micra hasta el nanómetro, estos dispositivos se han integrado en equipos de producción y caracterización en todos los ámbitos de la ciencia y han dado paso al desarrollo de una tecnología que se conoce como nanotecnología.

Una de las técnicas más importantes para producir recubrimientos nanoestructurados es el sistema de pulverización catódica dc pulsada con magnetron desbalanceado. La cual consiste en aplicar un pulso de voltaje positivo por un corto tiempo en el blanco, lo que genera que los electrones sean atraídos hacia el blanco. Este flujo de partículas negativas descargara totalmente o parcialmente la capa aislante generada sobre la superficie del blanco en ambientes reactivos, lo que evita descargas eléctricas [1]. Recientes estudios se han enfocado en la investigación del efecto del pulso en el plasma generado en el depósito de recubrimientos en una atmósfera reactiva y no reactiva [2-4]. Se ha reportado que hay un aumento de densidad del plasma con el incremento de la frecuencia en una atmosfera no reactiva [5]. También se encontró que la temperatura del electrón durante el pulso positivo se eleva comparada con la descarga en dc y el efecto aumenta con la frecuencia [6]. Es por esto, que despierta el interés en investigar lo que sucede con la resistencia a la corrosión y las propiedades ópticas de un recubrimiento metálico al variar la frecuencia de pulso en una atmósfera no reactiva.

Por otro parte, un material interesante para estudiar en forma de película delgada es el bismuto, ya que es un metal pesado no contaminante, lo que genera que el interés por investigar este material se incremente, con el fin de remplazar otros metales pesados en algunas aplicaciones, como por ejemplo en electrodos para la detección de metales pesados [7-8]. Se han usado diferentes métodos de depósito en el crecimiento de películas de bismuto a escala nanométrica, tales como:

laser pulsado [9-10], evaporación térmica [11] y “flash” [12], electrodeposición [13], “sputtering” rf y d.c [14-17]. Además, se han reportado estudios del crecimiento preferencial [18], morfología y microestructura [11] controlando la temperatura del sustrato [18], espesor [11], y la resistividad eléctrica en función del espesor de la capa de bismuto [12].

En este trabajo se crecieron películas de bismuto depositadas por la técnica de pulverización dc pulsado, usando un magnetron desbalanceado, variando la frecuencia de depósito: 0, 40 y 80 kHz, manteniendo constante la potencia en 68 W.

2. Desarrollo experimental

Se crecieron recubrimientos de bismuto utilizando un equipo de pulverización con magnetron desbalanceado (UBM) con las siguientes características: Cámara de vacío en acero inoxidable con un diámetro de 1m y una altura de 80 cm, el sistema de vacío tiene una bomba mecánica de paletas rotativas y una bomba turbomolecular con una velocidad de bombeo del orden de 10 m³/h y 1800 m³/h respectivamente. Se empleo un blanco de bismuto metálico (99.99 %) inmerso en una atmosfera de argón (99.999 %). El equipo cuenta con un magnetron desbalanceado y un sistema de refrigeración, medidores de flujo de gases y un sistema de medición presión interna. La descarga se realizo con una fuente pulsada “advanced energy” con frecuencias de 0 kHz hasta 80 kHz con un incremento de 40 kHz. El parámetro que se mantuvo constante fue la potencia de descarga la cual se fijo en 68 W con lo que se logro espesores de película de 400 nm. Los parámetros de depósito se resumen en la tabla 1.

Tabla 1. Parámetros de depósito

Parámetro	Valor
Potencia	68 W
Distancia blanco-sustrato	50 mm
Presión de trabajo	0,5 Pa
Flujo de gas argón	9 sccm
Frecuencia	0, 40 y 80 KHZ
Toff	1 μS
t-ciclo	30 μS
Voltaje de reverse	15%

Los recubrimientos fueron depositados sobre sustratos de vidrio para hacer las pruebas de venta de corrosión. También se usaron sustratos de silicio con una orientación (100). Estas muestras se limpiaron y desengrasaron con acetona e isopropanol por 5 minutos en ultrasonido por cada solución. Los sustratos de silicio fueron utilizados para hallar tasas de depósito para cada una de las frecuencias, hacer medidas de XRD, SEM, XPS y para determinar el tiempo necesario para obtener 400 nm de espesor en todos los recubrimientos producidos.

El espesor de los recubrimientos se determinó con un perfilómetro *Dektak 150*. Las mediciones se realizaron en una longitud de 200 μm y un 1 mgf en el modo de crestas.

Los patrones de XRD se obtuvieron con un equipo *X-pert Pro* analytical con línea monocromática $K\alpha$ del cobre, con longitud de onda de 1.540998 Å, una corriente de trabajo de 40 mA, una diferencia de potencial de 45 kV con un intervalo de escaneo de 20° a 60° con un ancho de paso de 0.02° en modo Bragg-Brentano. La topografía de las películas fue observada por medio de un microscopio de fuerza atómica marca JEOL modelo JSPM 4210 en modo intermitente “*tapping*”. Posteriormente las imágenes 3D se obtuvieron con el software *WSxM 4.0*, procesador de imágenes de microscopía de sonda de barrido.

Para el análisis de XPS se utilizó un sistema de ultra alto vacío (UHV) de VG-Scientific Microtech Multilab ESCA2000, con un detector analizador CLAM4 MCD con una fuente de rayos X de Al $K\alpha$ ($h\nu = 1486.6\text{ eV}$) a 22 mA de intensidad de haz, con ánodo polarizado a 12.5 kV. El espectro XPS se obtuvo a 55° respecto de la normal a la superficie con un paso de energía constante (CAE) $E_0 = 50\text{ eV}$ para espectros de inspección amplia (*survey*) y $E_0 = 20\text{ eV}$ para espectros de alta resolución. La presión se mantuvo, durante la medición, en 6×10^{-9} mbar. La posición en energía se calibró con el orbital de Ag $3d^{5/2}$ en la posición de 367.3 eV, con una resolución (FWHM) de 1.10 eV y C 1s en 285.00 eV. La posición en energía se calibró con C 1s en la posición de 285.00 eV. El análisis de deconvolución de espectros se hizo con el software *SDPv4.1*.

Las pruebas electroquímicas se realizaron mediante ensayos de ventanas de corrosión. Para ello, se usaron ensayos de polarización potenciodinámica con un potenciostato marca GAMRY referencia 600. Se empleó como electrodo de referencia el calomel y como contra electrodo una barra de grafito, se utilizó un puente salino entre el electrodo de referencia y la celda. Todas las mediciones se realizaron en una *jaula de Faraday*, de manera que se garantizara la anulación de efectos de los campos electromagnéticos externos. En los ensayos electroquímicos se usó una solución base (fosfato)

a temperatura ambiente con un pH de 7 marca Baker y 0.9 % de NaCl. Con un potencial inicial (E_i): -1500 mV Vs E_{ref} y un potencial final (E_f): 150 mV Vs E_{oc} , aplicando una velocidad de barrido: 50 mV/s. Los ensayos se realizaron en un área expuesta a la solución de 0.25 cm². Para evaluar la adherencia de los recubrimientos de bismuto depositadas sobre el acero 316L se realizaron pruebas de rayado con el equipo micro-tribométrico universal II, los parámetros fueron: la carga final 20 N, la velocidad de carga fue 30 N/min, la longitud del rayado es de 8 mm, la velocidad de recorrido fue constante 12 mm/min. La carga se incrementaba mientras la muestra se mueve. El indentador que se utilizó fue una esfera de acero con diámetro 1/16 pulgada.

3. Resultados y Discusión

3.1 Caracterización estructural y electroquímica

En la Figura 1 se observa el patrón de DRX de los recubrimientos de bismuto depositados a tres frecuencias: 0, 40 y 80 kHz. En general las películas son policristalinas y en los patrones de difracción se destacan los planos: (003), (012), (104), (015), (006), (202) y (204) ubicados en la posición 22.49, 27.16, 37.93, 39.61, 44.6, 48.7 y 56.1, que corresponden a las señales de difracción características de bismuto con fase cristalográfica romboédrica (carta PDF 00-005-0519) [19]. Las intensidades de los planos indican que las películas tienen un alto grado de cristalinidad [15].

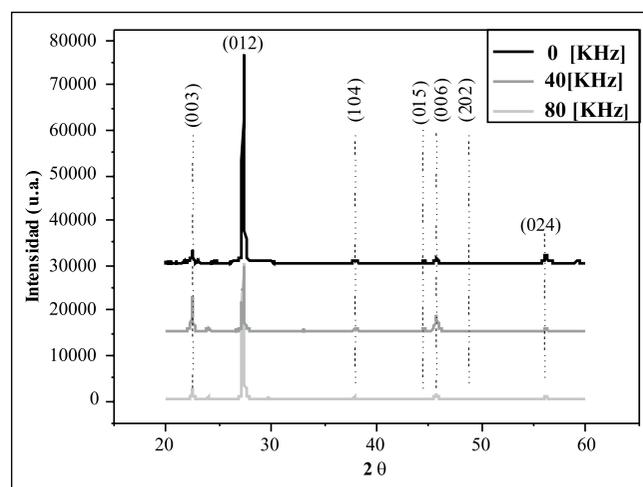


Figura 1. Patrón de difracción de rayos x de las películas de bismuto depositadas a diferentes frecuencias.

Las imágenes de la topografía de las películas de bismuto logradas mediante AFM se muestran en la Figura 2, donde se observa que hay un efecto de las frecuencias sobre la superficie de las películas. La imagen 2b que pertenece a la

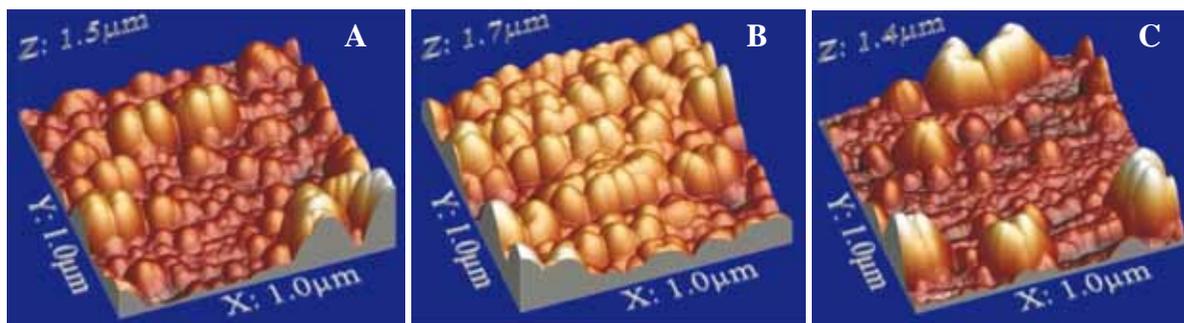


Figura 2. Imágenes de AFM de las películas de bismuto depositadas a diferentes frecuencias: a) 0 kHz, b) 40 kHz y c) 80 kHz

película crecida a 40 kHz muestra una superficie con una distribución de granos más homogénea, mientras que en las otras dos películas exhiben partículas con diferentes tamaños de grano y en todos los casos más grandes que los hallados en la película crecida a 40 kHz. Esta distribución de partículas genera la alta rugosidad de las películas de bismuto las cuales son de 25.1 nm, 20.0nm y 28.9 nm en las muestras a 0 40 y 80 khz, respectivamente, estos mismos resultados han sido reportados por otros autores [9,14,20].

Los análisis de XPS realizados en los recubrimientos de Bi se muestran en la Figura 3, donde se aprecian los espectros de alta resolución. En el espectro se encontraron energías de ligadura de 158,77 y 164,05 eV que corresponden al doblete ($4f_{7/2}$, $4f_{5/2}$) del Bi dentro de la red cristalográfica del BiO_2 y energías de ligadura de 156,785 y 162,06 eV que corresponden al mismo doblete de energía del bismuto metálico (Bi^0) [21-22]. La presencia de óxido de bismuto puede ser debido

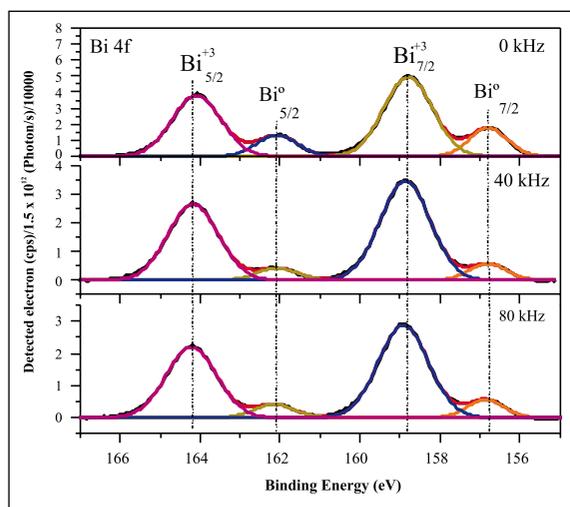


Figura 3. Resultados de de alta resolución de XPS para las películas de bismuto depositadas a las diferentes frecuencias de pulso.

a una capa de pasivación que se genera en las muestras después de salir de la cámara de depósito, las energías de ligadura que se encontraron coinciden con las que se publican en la literatura [22-23].

4. Caracterización electroquímica

El efecto de la frecuencia de depósito sobre la ventana de potencial se presenta en la figura 4. Se observa que no hubo un cambio significativo en la amplitud de las ventan de corrosión. Para la películas depositada a 0 kHz se obtuvo un rango de potencial desde -0,315 hasta -1,47 mV, para 40 kHz fue de -0,315 hasta -1,49 mV y para 80 kHz fue de -0,315 hasta -1,44 mV. Estos resultados permiten establecer que la reducción del ion de hidrogeno (H^+) y la oxidación del bismuto (lado anódico) para los tres casos fue muy similar, lo que puede deberse a que las ventanas de potencial de trabajo dependen fuertemente de la fuerza atómica, la composición

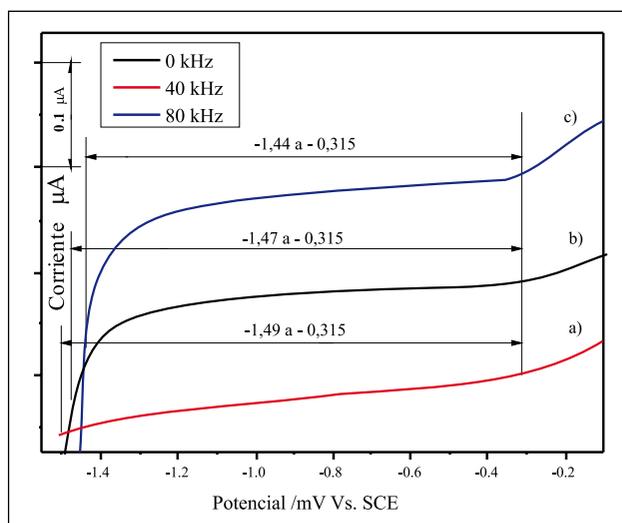


Figura 4. Ventanas de corrosión de películas de bismuto depositadas: a) 0 kHz, b) 40 kHz y c) 80 kHz

y en particular del PH de la solución de medición [24], como en este caso el pH fue el mismo para las tres muestra, así como también la composición, no era de esperarse un corrimiento en el en la amplitud del potencial de trabajo.

El rango o ventana de potencial presentado en esta investigación para las tres películas depositadas por pulverización dc pulsada esta en un pH 7. Resultados similares se han encontrado en otras investigaciones [24-26], en las que se ha determinado que estos recubrimientos tienen una gran aplicación en la detección de metales pesados, por ejemplo en el agua de río y en muestras de fertilizantes fosfatados, desplazando el uso de electrodos de mercurio en este campo, ya que el bismuto no es un metal contaminante lo que ha producido la detección de metales pesados como plomo o cadmio por métodos como voltamperometría de redisolución anódica, los picos de plomo se presentaron en potenciales de aproximadamente -0.5 V, mientras que el cadmio a aproximadamente -0.7 V y el zinc se presento en potenciales entre -1.0 y -1.2 V. Por lo tanto, entre más amplia sea la ventana de potencial es posible detectar mayor cantidad de elementos. En el proceso de detección se debe saber cuánto es el volumen de la muestra en la cual se está detectando los elementos.

5. Ensayos de adherencia

Las huellas de las pruebas de rayado sobre los tres recubrimientos se aprecian en la Figura 5. Se observa que las tres muestras presentaron el mismo comportamiento mecánico bajo una carga que se aumenta linealmente a través de la superficie recorrida y a una velocidad constante. En la prueba

de rayado se identificaron cuatro principales eventos de falla, los cuales fueron etiquetados como Lc1, Lc2, Lc3 y Lc4. La descripción de las fallas correspondientes a la carga crítica se muestra en la tabla 2.

En la primera zona de la huella de rayado se presento unas fisuras del recubrimiento paralelas al movimiento del indentador, como se aprecia en la Fig. 6. en cada recubrimiento el fenómeno de fisuras en la trayectoria del indentador se generó a diferentes distancias del inicio de la huella, y por consiguiente a diferentes cargas, para la muestra depositada a 40 kHz se inició a 1.5 mm (3N) (figura 6b), para 80 kHz se presentó casi desde el inicio de la prueba (con valores de 1N), mientras que la de 0 kHz inició en una distancia intermedia entre 40 y 80 kHz (con valores de 1.75N). Posteriormente, en una segunda zona se observa un rompimiento en los bordes de la huella para los tres recubrimientos, lo que indica que el recubrimiento se desprende del sustrato.

El inicio de la falla (Lc3) se presento para los recubrimientos depositados a 0, 40 y 80 kHz con las cargas 5,6 N, 6,2 N y 4,5 N, respectivamente, se caracterizan por ser cargas muy bajas para aplicaciones mecánicas. Estos resultados no fueron posibles de corroborarlos con los reportados por otros autores, ya que no se encontraron investigaciones donde se realizarán pruebas de rayado sobre películas de bismuto. La baja adherencia posiblemente puede ser explicada a la diferencia del coeficiente de dilatación térmica entre el sustrato AISI 316L y el recubrimiento, que en el depósito del recubrimiento genera esfuerzos residuales de compresión, ya que la diferencia del coeficiente de expansión térmica entre los

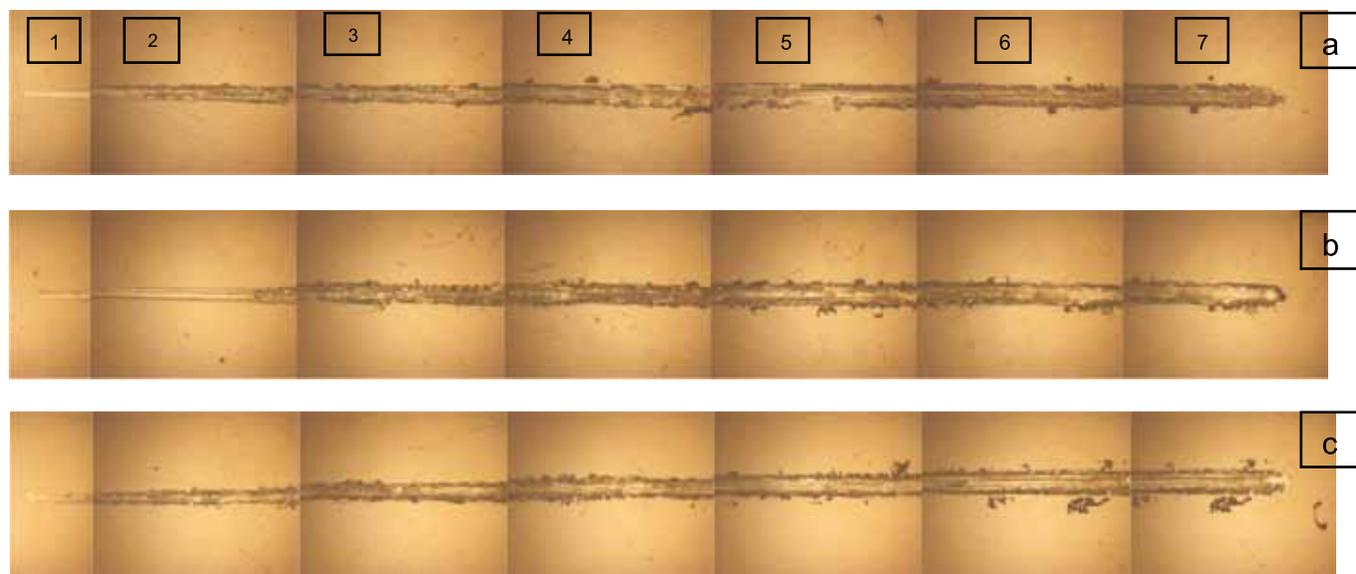


Figura 5. Huellas de las a pruebas de rayado en películas de bismuto depositadas sobre acero 316 L a) 0kHz, b) 40 kHz y c) 80 kHz

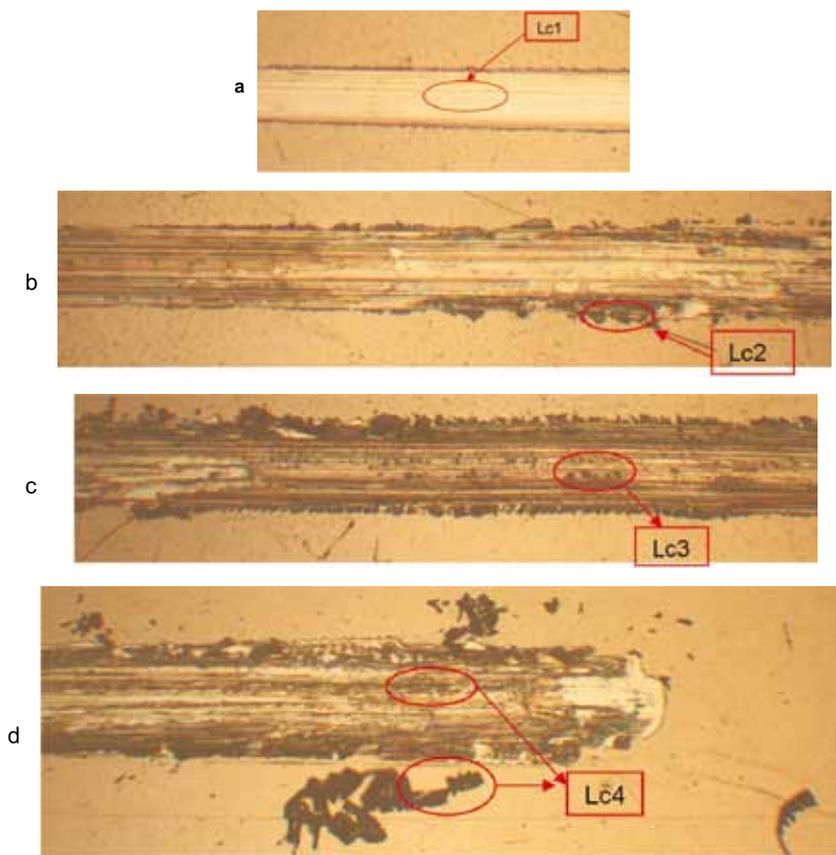


Figura 6. a) Huella total del ensayo, b) Astillamiento en los bordes de la huella, c) Falla inicial del recubrimiento d) Grietas paralelas al movimiento del indentador.

dos materiales es positiva. Otra posible explicación para la baja adherencia puede ser debido a la diferencia de parámetros de red [27], ya que para el acero inoxidable son $a=b=2,9440 \text{ \AA}$ y $c=4,6780 \text{ \AA}$, para el bismuto los parámetros de red son $a=b=4,5460 \text{ \AA}$ y $c=11,86 \text{ \AA}$.

Tabla 2. Descripción de los eventos de falla usados en la prueba de rayado

Carga Crítica	Descripción de la falla
Lc1	Fisuras iniciales
Lc2	Astillado en los bordes de la pista
Lc3	Falla inicial del recubrimiento
Lc4	Falla total del recubrimiento

Conclusiones

Se depositaron con éxito recubrimientos de bismuto con una estructura cristalina romboédrica. El análisis AFM de los recubrimientos depositados reveló superficies con alta rugosi-

dad debido a las gotas que se formaron al llegar partículas líquidas a la superficie del sustrato, donde se obtuvo que a bajas frecuencias hay una menor rugosidad ya que el tamaño de las gotas es más homogéneo que en las películas obtenidas a altas frecuencias.

Los resultados de la prueba de corrosión se obtuvieron en un rango de potencial más amplio para la película depositada a 40 kHz, siendo esta condición la que potencialmente permite que este material sea usado como electrodo en la detección de metales pesados, ya que este amplio rango permite identificar metales en potencial más negativos.

Agradecimientos

Los autores agradecen el soporte económico recibido por la dirección de investigación de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, a través del proyecto No. 203010016843.

Referencias

- [1] **L. B. Jonsson, et al.**, "Frequency response in pulsed DC reactive sputtering processes," *Thin Solid Films*, vol. 365, pp. 43-48, 2000.
- [2] **A. Belkind, et al.**, "Characterization of pulsed dc magnetron sputtering plasmas," *New Journal of Physics*, vol. 7, pp. 90-90, 2005.
- [3] **J. W. Bradley, et al.**, "A study of the transient plasma potential in a pulsed bi-polar dc magnetron discharge," *Plasma Sources Science and Technology*, vol. 13, pp. 189-198, 2004.
- [4] **M. J. Jung, et al.**, "Polycrystalline Si thin film growth on glass using pulsed d.c. magnetron sputtering," *Thin Solid Films*, vol. 420-421, pp. 429-432, 2002.
- [5] **H. Bäcker, et al.**, "Time-resolved investigation of plasma parameters during deposition of Ti and TiO₂ thin films," *Surface and Coatings Technology*, vol. 174-175, pp. 909-913, 2003.
- [6] **J. W. Bradley, et al.**, "Time-resolved Langmuir probe measurements at the substrate position in a pulsed mid-frequency DC magnetron plasma," *Surface and Coatings Technology*, vol. 135, pp. 221-228, 2001.
- [7] **A. Economou**, "Bismuth-film electrodes: recent developments and potentialities for electroanalysis," *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, vol. 24, pp. 334-340, 2005.
- [8] **H. Xu, et al.**, "A Nafion-coated bismuth film electrode for the determination of heavy metals in vegetable using differential pulse anodic stripping voltammetry: An alternative to mercury-based electrodes," *Food Chemistry*, vol. 109, pp. 834-839, 2008.
- [9] **M. O. Boffoué, et al.**, "Pulsed laser deposition of bismuth in the presence of different ambient atmospheres," *Thin Solid Films*, vol. 322, pp. 132-137, 1998.
- [10] **A. Jacquot, et al.**, "The effect of different scanning schemes on target and film properties in pulsed laser deposition of bismuth," *Applied Surface Science*, vol. 156, pp. 169-176, 2000.
- [11] **L. Kumari, et al.**, "Effects of deposition temperature and thickness on the structural properties of thermal evaporated bismuth thin films," *Applied Surface Science*, vol. 253, pp. 5931-5938, 2007.
- [12] **X. Duan, et al.**, "Structure and electrical properties of bismuth thin films prepared by flash evaporation method," *Materials Letters*, vol. 61, pp. 4341-4343, 2007.
- [13] **S. Jiang, et al.**, "Synthesis of bismuth with various morphologies by electrodeposition," *Inorganic Chemistry Communications*, vol. 6, pp. 781-785, 2003.
- [14] **D.-H. Kim, et al.**, "Structure and electrical transport properties of bismuth thin films prepared by RF magnetron sputtering," *Applied Surface Science*, vol. 252, pp. 3525-3531, 2006.
- [15] **S. Cao, et al.**, "Template-catalyst-free growth of single crystalline Bismuth nanorods by RF magnetron sputtering method," *Solid State Communications*, vol. 149, pp. 87-90, 2009.
- [16] **J. C. G. d. Sande, et al.**, "Optical properties of pulsed laser deposited bismuth films," *Journal of Applied Physics*, 1996.
- [17] **J.-H. Hsu, et al.**, "Substrate dependence of large ordinary magnetoresistance in sputtered Bi films," *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, vol. 272-276, Part 3, pp. 1769-1771, 2004.
- [18] **A. Martínez, et al.**, "Growth and characterization of bismuth and antimony thin films," *Journal of Crystal Growth*, vol. 174, pp. 845-850, 1997.
- [19] **P.-P. JCPDS**, "00-005-0519."
- [20] **S. Mammeri, et al.**, "Sputtering and surface state evolution of Bi under oblique incidence of 120 keV Ar⁺ ions," *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, vol. 269, pp. 909-914, 2011.
- [21] **T. Romann, et al.**, "Electroless deposition of bismuth on Si(111) wafer from hydrogen fluoride solutions," *Thin Solid Films*, vol. 518, pp. 3690-3693, 2010.
- [22] **G.-H. Hwang, et al.**, "An electrochemical sensor based on the reduction of screen-printed bismuth oxide for the determination of trace lead and cadmium," *Sensors and Actuators B: Chemical*, vol. 135, pp. 309-316, 2008.
- [23] **C. Hinnen, et al.**, "A comparative X-ray photoemission study of Bi₂Sr₂CaCu₂O_{8+δ} and Bi_{1.6}Pb_{0.4}Sr₂CaCu₂O_{8+δ'}," *Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena*, vol. 73, pp. 293-304, 1995.
- [24] **R. Pauliukaitė, et al.**, "Characterization and Applications of a Bismuth Bulk Electrode," *Electroanalysis*, vol. 16, pp. 719-723, 2004.
- [25] **E. A. Hutton, et al.**, "An introduction to bismuth film electrode for use in cathodic electrochemical detection," *Electrochemistry Communications*, vol. 3, pp. 707-711, 2001.
- [26] **C. Kokkinos, et al.**, "Lithographically fabricated disposable bismuth-film electrodes for the trace determination of Pb(II) and Cd(II) by anodic stripping voltammetry," *Electrochimica Acta*, vol. 53, pp. 5294-5299, 2008.
- [27] **M. A. G. Botero**, "Caracterización de las propiedades tribológicas de los recubrimientos duros," Universidad de Barcelona, Barcelona, 2005.

Recibido

Aceptado

SPECIES RICHNESS, DENSITIES AND BIOMASS OF NINE PRIMATE COMMUNITIES IN EASTERN COLOMBIA

Thomas R. Deffler*

ABSTRACT

Deffler T. R.: Species richness, densities and biomass of nine primate communities in eastern Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. **37** (143): 253-262, 2013. ISSN 0370-3908.

This is a preliminary comparison of nine primate communities from Colombian Llanos and Amazonia, including three communities in Llanos gallery forest and six communities from the Amazon basin. Total primate biomass in the extreme eastern Colombian Amazon is considerably lower than reported at other sites at longitudes of 5°-8° south of the Amazon-Solimões in Brazil and Peru. Primate richness at the Colombian sites (up to 10 sympatric species) was below that found at other sites in Brazil and Peru (up to 14 sympatric species), where the highest neotropical species richness seems to be situated. Although primate species richness was reduced in the Colombian gallery forest sites, biomass per community surpassed *terra firme* moist eastern forest sites, but was comparable to biomass of the only black-water igapó forest in this study.

Key words. primate communities, primate densities, primate biomass, primate species richness, Colombian Amazon.

RESUMEN

Este estudio presenta una comparación preliminar de nueve comunidades de primates en Colombia que incluye tres comunidades en bosque de galería en los Llanos Orientales y seis comunidades en la cuenca amazónica. La biomasa de primates en la Amazonia colombiana fue considerablemente más baja en comparación con las biomasa reportadas en otros estudios en longitudes entre 5°- 8° al sur del río Amazonas-Solimões en Brasil y Perú. La riqueza de primates en los sitios colombianos (hasta 10 especies simpátricas), también fue más baja en comparación con otros sitios localizados en Brasil y Perú (hasta 14 especies simpátricas), donde la riqueza más alta de primates neotropicales parece estar concentrada. Aunque la riqueza de especies de primates se redujo en los bosques de galería en Colombia, la biomasa por comunidad sobrepasó los sitios de bosques húmedos del oriente de *terra firme*, pero es comparable con la biomasa reportada en el único sitio localizado en bosque inundable por aguas negras (*igapó*) de este estudio.

Palabras clave. Comunidades de primates, densidades de primates, biomasa de primates, Amazonia colombiana.

* Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. E-mail: thomasdeffler@gmail.com

Introduction

Data on the diversity and density of neotropical primates has multiplied in the past few years, providing a clearer idea of the great variability of primate communities in Amazonia and elsewhere. **Peres & Palacios** (2007) compare 101 neotropical sites having data for mid-sized to large vertebrate species, including primates. Moreover, **Peres** (2008) compares soil fertility, including 96 Amazonian forest sites. That analysis suggests that soil fertility had a significant positive effect on primate biomass, while hunting pressure has a negative effect on the primate community. More recent reports show great variability from species poor and low-density sites to communities with 14 syntopic species and high densities (**Endo et al.**, 2009).

Since primates are often considered flagship-species and are used to evaluate the health of forest ecosystems, as well as providing a high percentage (24%–40%) of frugivore biomass, their importance to tropical forests has often been underlined (**Dietz et al.**, 1994; **Defler**, 2010; **Palacios & Peres**, 2005; **Maldonado**, 2012). This makes them one of the most suitable candidates for regional-scale ecological comparisons, as they represent one of the most important biomass components of arboreal vertebrate assemblages (**Emmons**, 1984; **Peres**, 2008). Primates' ecological roles in seed dispersion, as well as prey and as predators are increasingly appreciated for their impact on diversity (**Howe & Smallwood**, 1982; **Garber & Lambert**, 1998; **Stevenson et al.**, 2002; **Stevenson & Pilar Medina**, 2003; **Chapman & Russo**, 2007). Additionally, these charismatic animals are effectively used as flagship species for habitat conservation (**Dietz, et al.** 1994; **Maldonado**, 2012).

In this study I calculate and compare primate diversities in eastern Colombian Amazonian forest with that of some sites in the Colombian Llanos. I also compare eastern Colombian Amazonian sites (over 3200 mm precipitation) with some other selected Amazonian non-Colombian sites. Various studies show correlations of increases of primate species richness and plant diversity up to about 2,500 mm of annual precipitation and a decrease in rates of primate and plant species richness inversely correlated with higher precipitation (**Peres & Janson**, 1999; **Gentry**, 1982, 1989; **Kay et al.** 1997). Eastern Colombian Amazonian forests typically show annual precipitation above about 3200 mm.

A priority of this study is to characterise primate communities unaffected by human activities to provide baseline data for eastern Colombia. Information on intact primate communities is especially important because the alterations caused by hunting and habitat disturbance make it difficult to draw meaningful ecological conclusions, since some comparisons

are distorted by human interference (**Voss & Emmons**, 1996; **Peres**, 1993, 2008). In this study I attempt to show why primate biomass and species richness is so much lower throughout the Eastern Colombian Amazon where precipitation reaches levels considerably over 3,000 mm as compared to other high biomass and species rich sites that are especially found south of the Amazon river, although in Colombia more elevated primate biomass is reported elsewhere. Comparisons in this study with the Colombian Llanos also underline fundamental differences from eastern Colombia, especially with species like *Alouatta seniculus* and *Cebus apella*.

Methods

Study sites

I censused three sites from the eastern Colombian Llanos and six Amazonian sites in southern Colombia (Fig. 1). Data across these locations were obtained between the years 1977 – 2008, with the object of making a comprehensive, comparative study of primate density in eastern Colombia. Nine sites (1-9) were located in areas with minimal or no human intervention. “Igapó forest” is used as a term in the sense of **Pires & Prance** (1985) for blackwater and clearwater rivers, which is the case for the Apaporis river, which has origins of both blackwater and clearwater affluents (**Hoorn et al.**, 2010). Although the Apaporis river has been considered a blackwater river by many (**Goulding et al.** 2003; **Correa**, 2008; **Davis**, 1996; **Umaña et al.** 2011) it does not show all the characteristics of igapó from the central Amazon, especially the highly sandy soils of the flooded forests, especially because of its mixed origins, underlined by **Junk & Furch** (1985). The Apaporis has its origins in a southern extension of the Llanos Orientales and in its lower parts, including the Lago Taraira, the waters are sometimes blackwater and sometimes turbid and muddy.

In the Caparú surveys (sites 4-5), two different habitats: (upland forest and seasonally flooded igapó forest) were censused. Both forest types were used by the same primate population. In the Purité river surveys, sites 7 & 8 were separated by about 2 km, although they were on opposite sides of the river. Sites 8 & 9 were separated by about 8.3 km and were on the same side of the river. All the Amazonian sites were located in a zone of very high precipitation above 3,200 mm.

Following **Peres** (1997), these non-hunted sites (1-9) showed no evidence of hunting or rubber tree (*Hevea* spp.) exploitation. The extremely isolated Puré and Purité Rivers are both well over 100 km upriver from their respective river mouths. The only possibility of significant primate hunting would

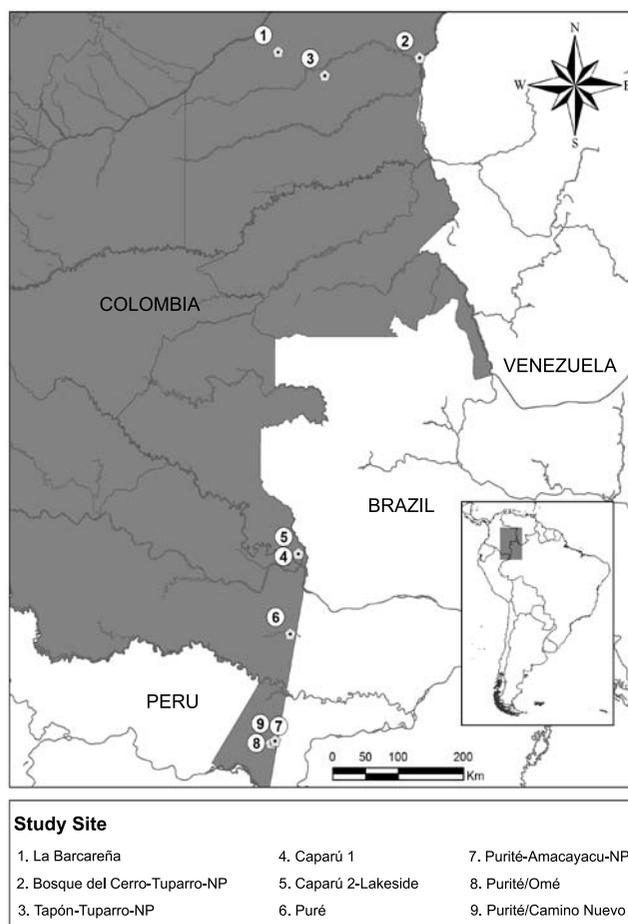


Figure 1. Map of the 13 study sites located in the Colombian Llanos and Colombian Amazon

have been over 30 years ago, when primates were used as bait in commercial hunting of spotted cats (Defler, 1983). Earliest censuses followed NRC (1981) and were later conducted according to Peres (1993, 1999) and Buckland *et al.* (2001) using standardised line-transect census protocols for all census sites studied in recent years.

Census techniques

Gallery forests.

Densities at El Tuparro (2-3) were determined by direct count, since the main research included many hours habituating and observing the primates of those clearly-defined forests (Defler & Pintor, 1985). At La Barcareña I walked a previously cut 5 km transect and measured perpendicular distances by first measuring the distance to the first observed animal(s) and the angle between the observation distance

and the transect, in order to convert to perpendicular distance to the group. Perpendicular distance to first animal observed were measured by tape. Density was calculated using ($D = ND/L^2(ESW)$) where D = group density, ND = number of sightings per species, L = cumulative transect length walked at each site, ESW = effective strip width or largest perpendicular distance observed for each species excluding outliers. There is a controversy whether detection distance should be to the center of the group or to the first animal, but in practice one most easily focuses on the first animal detected, since the group center is not easily identified. For detection widths I drew a frequency distribution of the various distances where groups had been observed, then truncated it at the point where observations fell off; multiplying this by two yielded a detection width for calculating densities as follows :

Amazonian sites

For Caparú (4-5) I used a five km transect perpendicular to lake's edge for the no. 4 site and a 10 km canoe transect (equals 5 km census for both sides of the lake route) for the *igapó* habitat. The line transect censuses were carried out over 2.5 years, twice a month, for a total distance census of 476 km including 212 km of censuses by canoe in *igapó* and 264 km of censuses in *terra firme* forests. Group size used for each detection event of *Lagothrix* was 24 individuals rather than a direct count, as 24 was the known count of the two groups most commonly detected along the transect route and no local group was less than 20. This was considered to provide a more accurate estimate as long as there was no danger of counting subgroups as separate groups. The census data were analysed using DISTANCE 4.0 software when an adequate sample was available. Low densities required the use of detection distances for the analysis (as described above), since there were not enough observations for the use of DISTANCE. Some species were never detected during censuses though their presence was confirmed. For example, during inland transect censuses at Caparú *Cacajao melanocephalus* was never detected, though densities have been reported for this site using other techniques (Defler, 2001). Caparú's data set for *Lagothrix* was analysed using both methods and compared to a previous direct count (Defler, 1983).

Robust estimates may not be feasible for species that are rarely observed. Nevertheless, estimates are presented here for most species where adequate data have been collected. In order to improve the reliability of the estimates by avoiding outliers, perpendicular distances were truncated at the point where detection events fell off and this distance was doubled for the analysis. To estimate biomass, I multiplied the mean body mass per km² for each species by 80% of average adult weights, following Peres (1997).

Soil characteristics were determined for sites no. 1 and 4-9 via four widely separated collections per site and values were averaged. Physico-chemical characteristics were determined at the soil laboratory of the Instituto Agustín Codazzi in Bogotá for micronutrients. Methods used at the Laboratorio Nacional de Suelos (IGAC) can be reviewed at the following link (<http://www.igac.gov.co/wps/wcm/connect/dd516280464b0aab8a70cb525e257f7f/LISTADO+DE+ME>

TODOS+EMPLEADOS+EN+EL+LABORATORIO+NACIONAL+DE+SUELOS.pdf?MOD=AJPERES).

Results and Discussion

Primate species richness in nine different communities (Table 3) varied from 2-10 species and estimated primate community biomass ranged from 87 along the Puré river to 387

Table 1. Characteristics of the nine sampling sites included in this study

Census Site	Forest Type ¹	Hunting pressure	No. of Species ²	Census Period	Census Effort	Density ³ (ind/km ²)	Biomasa ³ (kg/km ²)
1. La Barcareña 5°24'46"N-69°47'44"W	GF	None	2	March-1995	50	114	387
2. Bosque del Cerro-Tuparro-NP ⁴ 5°20'20.9"N-67°50'43.5"W	GF	None	3	Jan-June-1977	67	66	190
3. Tapón-Tuparro-NP 5°06'33.8"N-69°08'58"W	GF	None	4	Aug-Dec-1977	56	77	370
4. Caparú 1 1°04'19.4"S-69°30'56.6"W	OTF	None	8	1984-1987	264	48.2	133
5. Caparú 2-Lakeside 1°05'02"S-69°30'53.24"W	<i>Igapó</i>	None	8	1984-1987	212	97.1	215
6. Puré 2°07'16.2"S-69°37'31.2"W	OTF	None	10	Nov – Dec-1999	50	47.9	87
7. Purité-Amacayacu-NP 3°32'0.2"S-69°54'16.3"W	OTF	None	9	2000-2001	321	61	114
8. Purité/Omé 3°32'09.8"S-69°53'27.2.6"W	OTF	None	9	2000-2002	370	66.1	161
9. Purité/Camino Nuevo 3°30'7.92"S-69°50'8.85"W	OTF	None	9	2002-2003	220	61.2	118

¹ **Forest Type:** GF: Gallery Forest-Llanos; OTF: Oligotrophic *terra firme* forest adjacent to black or clear water sources; *Igapó*: seasonally flooded forest by black water.

² Number of primate species including *Aotus* spp.

³ Density and biomass of diurnal primates only

⁴ NP: National Park;

⁵ SANP: Southern Amacayacu National Park

Table 2. Soil properties from seven census sites, compared to high primate biomass site along the Duda river, Meta

(mEq/100g)

	%Sand	%Silt	%Clay	PH	Al	Ca	Mg	K	Na	P (P ₂ O ₅)	CEC
Barcareña	37	43	20.0	3.93	3.35	0.16	0.30	0.33	0.06	1.6	4.20
Caparú 1	40	39.5	20.5	4.2	3.35	0.20	0.20	0.12	0.06	0.1	3.93
Caparú 2	15	18	67.0	4.9	9.6	0.20	0.20	0.15	0.10	0.2	10.25
Puré	45	36	19.0	3.6	4.73	0.26	0.20	0.20	0.02	0.3	5.40
Purité-Amacayacu NP	75	17	7.5	3.45	2.45	0.13	0.11	0.10	0.02	0.3	2.80
Purité-Omé	51	23.3	26.0	3.53	5.15	0.22	0.25	0.19	0.02	0.5	5.83
Purité-Camino Nuevo	34	36.6	39.3	3.52	8.26	0.13	0.20	0.18	0.04	0.3	8.82
Duda river*	-	-	-	5.0	-	13.5	8.45	15.7	23.5	1.5	-

CEC = catión exchange capacity

P= parts per million

*Hirabuki & Izawa, 1990

Table 3. Primate community censuses in eastern Colombia expressed as number of groups observed / 10 km of census trail (SR); number of individuals/km² (D); kilograms of biomass/km² (B); figures in brackets correspond to direct count.

Primate species		1. La Bar-careña	2. Bosque deTomás	3. Tapón Tuparro NP	4. Caparú 1	5. Caparú2-Lakeside	6. Puré NP	7. Purité ANP	8. Purité-Omé	9. Purité-Camino Nuevo
Large body size (>4.0 kg)										
<i>Lagothrix lagothericha</i>	SR	-	-	-	0.53	0.57	0.2	0.32	0.54	0.35
	D	-	-	-	13.1	13.7	4.8	9.7	13.1	6.9
	B	-	-	-	91.1	95.3	33.4	67.5	91.2	48
<i>Aloutta seniculus</i>	SR	3.7		1.8		1.32			0.135	0.09
	D	42.5	[30]	[30]	+	15	+	+	1.4	9
	B	221	119.6	140		78			5.8	4.7
Medium body size (1.5 - 4.0 kg)										
<i>Cacajao melanocephalus</i>	SR	-	-	-		0.84				
	D	-	-	-	[4.15]	12	-	-	-	-
	B	-	-	-	10.6	30.7				
<i>Cebus apella</i>	SR	4.5		5.1	0.53		0.6			
	D	71.5	-	[19]	8	+	9	-	-	-
	B	166		87.5	18.6		20.9			
<i>Cebus albifrons</i>	SR	-		-	+	0.1	0.2	0.32	0.51	0.48
	D	-	36	-		2.2	4.4	6.8	15.8	8.2
	B	-	79.2	-		4.8	9.7	15	34.8	18
<i>Pithecia monachus</i>	SR	-	-	-	-	-	0.4	0.96	0.65	1.22
	D	-	-	-	-	-	4	10	7.6	14.5
	B	-	-	-	-	-	7	17.6	13.4	25.5
Small body size (<1,5 kg)										
<i>Saimiri sciureus</i>	SR	-	-	-	0.3	0.24	0.6	0.39	0.24	0.26
	D	-	-	-	8.85	6	17.7	11.5	10.5	8.5
	B	-	-	-	6.64	5.8	13.2	8.6	8	6.4
<i>Callicebus torquatus</i>	SR	-	-	3.1	0.68			0.06	0.16	1.18
	D	-	-	28	6.08	+	+	9	2.7	12.7
	B	-	-	26.9	5.8			0.86	2.6	12.2
<i>Aotus spp.</i>		-	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Saguinus fuscicollis</i>	SR	-	-	-	-	+	0.8			
	D	-	-	-	-		8	-	-	-
	B	-	-	-	-		2.5			
<i>Saguinus nigricollis</i>	SR	-	-	-	-	-	-	1.32	1.08	1.83
	D	-	-	-	-	-	-	14	15	9.5
	B	-	-	-	-	-	-	4.76	5.1	3.23
<i>Cebuella pygmaea</i>	SR	-	-	-	-	-	+	+	+	+
	D	-	-	-	-	-				
	B	-	-	-	-	-				

Symbols: (-) The species does not occur; (+) The species is present but was not detected during census.

kg/km² in a pristine gallery forest (Table 1). Densities of total individuals of all species varied from 47.9 – 114 individuals/km². These are modest numbers when compared to sites having high densities and many individuals, such as seen in studies by **Janson & Emmons, 1990; Puertas & Bodmer, 1993; Stevenson, 1996; Peres, 1997; Haugaasen & Peres,**

2005; **Endo et al., 2008** and others. The Colombian llanos gallery forest sites 1-3 had the highest biomass estimates registered in this study, while they had the lowest species richness (2, 3, 4 species) mostly due to *Alouatta* and *Cebus* species (either *C. apella* or *C. albifrons*); but site 2, a gallery forest, also exhibited one of the two highest densities of *Ca-*

llicebus torquatus calculated. In Colombia the highest densities and biomass known is found on the Duda river (Meta) in piedmont forest where some soil characteristics are known (Stevenson, 1996; Table 2).

Eastern Colombian Amazon sites in this study had much less primate biomass than the Llanos sites or the Duda river, except for the seasonable floodable igapó forest site at Caparú (no. 5). In fact, many un-hunted Amazonian sites in eastern Colombia had extremely low primate biomass and density of individuals (sites 4,6,7,8,9). The data broadly agree with density and biomass data collected by Palacios and Peres for the same region (Palacios & Peres, 2005; Table 4).

Soil characteristics for inland Amazonian sites in eastern Colombia (Table 2) showed extremely low fertility, including very low values for calcium, phosphorus, nitrogen and potassium, elements necessary for plant growth and probably at least partially explains the low biomass (Jordan, 1985; Hirabuki & Izawa 1990; Peres, 2008). Low phosphorus levels especially contrasted highly and significantly with high phosphorus and high biomass levels measured at La Barcareña and at the Duda river piedmont forest site in the western Amazon (Table 2; Hirabuki & Izawa, 1990). Very high rainfall (from 3200 mm in the south to 3950 mm) in Caparú in this part of eastern Colombia has washed soils causing low nutrient availability at all sites in this part of the Colombian Amazon.

The exception is the seasonally flooded igapó forest at Caparú, which nevertheless supports high primate biomass, especially during highwater in April-July. Here one must assume that the yearly influx of nutrients supports a high seasonal density of frugivorous primate species due to very high seasonal fruit and leaf production at that time (Figure 2a,b).

Comments on selected species

In Caparú I obtained three different densities for *Lagothrix*: 5.5 individuals/km² from the direct count method (Defler, 1989); 11 individuals/km² using line transects, analysed using as described above [see Defler, 1989]; and 13.1 individuals/km² using the same data base analysed with DISTANCE (Defler, 2003). Palacios & Peres (2005) censused the same primate population obtaining 6.6 individuals/km² using DISTANCE; this was closest to my direct count of 5.5 individuals/km². These divergent densities present a difficult interpretive problem that could be related to different methods. I conducted line transect census year round with an equal monthly effort whereas the study carried out by Palacios & Peres (2005) was conducted in November-December, a period of low resource availability when primate and other animal species often are obliged to concentrate on just a few key

Table 4. Characteristics of the 26 Amazonian primate communities compared with the 9 sites presented in this study

Study site	No. of species	Density (ind/km ²)	Biomass (kg/km ²)
<i>Terra firme forest</i>			
La Barcareña	2	114	387
Cerro de El Tuparro	3	66	190
Tapón El Tuparro	4	77	370
Caparú1	8	48.2	133
Puré	10	47.9	87
Purité-Amacayacu	9	61	114
Purité-Omé	9	66.1	161
Purité-Camino Nuevo	9	61.2	118
Caparú-Colombia	8	61.9	175.7
Ayo ¹ - Colombia	10	86.9	169.5
Pintadillo ¹ -Colombia	10	37.4	88.9
Duda river ² -Colombia	7	130.7	497.3
Porongaba ³ , Brazil	12	209	158
Sobra ³ , Brazil	11	174	117
Kaxinawá Reserve ³ , Brazil	12	145	173
Condor ³ , Brazil	11	194	274
Penedo ³ , Brazil	10	129	118
Altamira ³ , Brazil	12	227	463
Barro Vermelho ³ , Brazil	13	165	261
Fortuna ³ , Brazil	14	216	297
Riozinho ³ , Brazil	14	157	225
Igarapé Jaraquí ³ , Brazil	13	137	131
Vira Volta ³ , Brazil	13	182	282
Vai Quem Quer ³ , Brazil	11	124	176
Urucu River ⁴ , Brazil	13	146	381
Yavarí River ⁵ , Perú	14	-	420
Cocha Cashu, Manu, Peru ⁶	14	287	655
<i>Varzea forest</i>			
Caparú2	8	97.1	215
Sacado ³ , Brazil	4	126	245
Nova Empresa ³ , Brazil	6	185	410
Boa Esperança ³ , Brazil	5	355	953
Barro Vermelho II ³ , Brazil	7	213	361
Lago da Fortuna ³ , Brazil	7	358	627
Lago Mamirauá ³ , Brazil	3	270	429
Lago Tejú ³ , Brazil	4	175	352
Cajuana Island ³ , Brazil	6	120	389

Data source: ¹Palacios and Peres [2005]; ²Stevenson [1996]; ³Peres [1997]; ⁴Peres [1993]; ⁵Puertas and Bodmer [1993].

plant species necessitating the exploitation of highly patchy resources in a very irregular fashion (Terborgh, 1983). This may have skewed the results obtained by Palacios & Peres (2005) in comparison with my more evenly distributed data collection, nevertheless their results of 6.6 individuals/km²

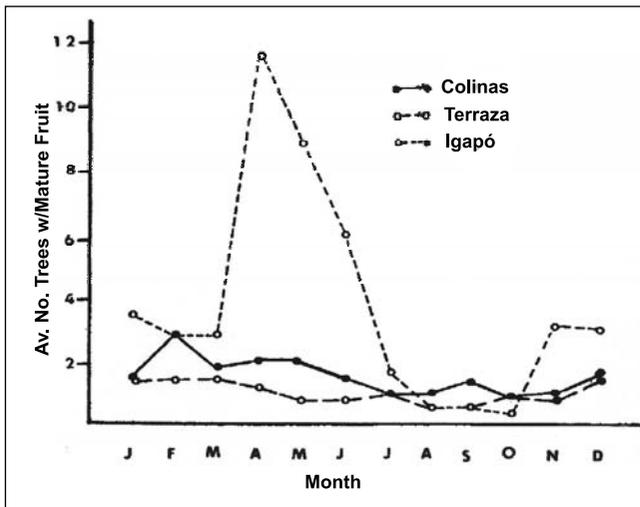


Fig. 2a. Seasonal variation in the availability of mature fruit crops in three habitats at the Estación Biológica Caparú (Defler & Defler, 1996).

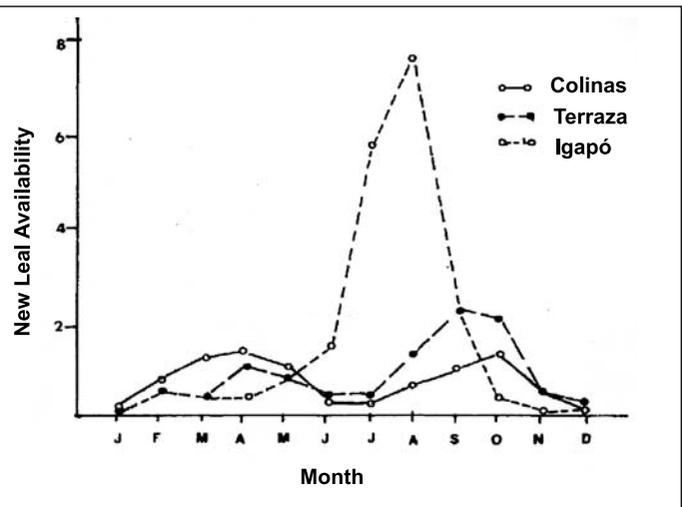


Fig. 2b. Seasonal variation in the availability of new leaves in three habitats at the Estación Biológica Caparú (Defler & Defler, 1996).

and my results of 5.5 individuals/km² calculated by direct count suggest that these low densities may be most accurate.

Because we knew the group size of the *Lagothrix* troops that were most commonly detected, we used 24 individuals to characterise each observation rather than the count of animals visible per detection. Peres (1999) argues that the use of average size for a species analysis may actually inflate the calculation, as subgroups may be counted as groups. In our case the data do not suggest that it was possible to have counted two subgroups, merely because observations were detected very far apart and any one observation represented the entire group. The difference between the putative direct count calculation of 5.5 individuals/km² and the DISTANCE calculation of 13.1 individuals/km² may illustrate the difficulty of making a direct count of animals based upon supposed recognition of groups in closed canopy rainforest or may illustrate inflated results for the DISTANCE calculation. In this paper we report calculations of *Lagothrix* at Caparú varying from 5.5 individuals/km² to 13.1 individuals/km².

Densities of *Alouatta* at almost all Amazonian sites are very low, at sites 4, 6-10 they were too low to calculate density using DISTANCE. At site 5 in an *igapó* forest, biomass and densities of *Alouatta* were the highest of all of the Amazonian sites, in agreement with other studies (Haugaasen & Peres, 2005; Peres, 1993, 1997). In contrast, in the llanos sites 1,2,3 *Alouatta* is a major component of primate biomass. Increase in *Alouatta* densities towards the north in Colombia and extremely high densities in Guarico state, Venezuela suggest that optimal habitat for *Alouatta* is the ecotone or edge

habitat surrounded by savanna and not in closed-canopy forest (Crockett & Eisenberg, 1987; Table 5). Habitat in flooded forest at Caparú produces extremely large pulses of new leaves and fruits, compared to other local *terra firme* habitats and as reported before in Defler & Defler, (1996); (Figure 2a & 2b). This preferred ecotone habitat explains the almost universal presence of *Alouatta* along river and lake edges and the very low densities or absence away from this habitat.

Table 5. Various densities of *Alouatta seniculus*, increasing towards northwards (in Colombia) towards the center of the Venezuelan llanos, suggest elucidation of preferred habitat for this species.

Census Site (s)	Individuals/km ²
Omé-río Purité (Defler, this study) terra firme	1.8
Sur del Vaupés (Palacios & Rodríguez, 2001) igapó	4
Río Juruá, Brazil (Peres, 1997) terra firme	4.7 average of nine sites (range 1-8.4 ind./km ²)
El Tuparro (Defler, 1981) gallery forest	27-29
Manu, Perú (Terborgh, 1983; Janson & Emmons, 1990) tropical moist forest	30
La Barcareña (Defler, this study) gallery forest	42.5
Río Juruá, Brazil (Peres, 1997) Várzea	40.7 average of six sites (range 15.6-89.7 ind./km ²)
Hato Masagural, Estado de Guarico, Venezuela (Crockett & Eisenberg, 1981) gallery forest	83-118 data from four studies

The highest densities of *Cebus apella* were from La Barcaña gallery forest site, the highest densities of which this author has knowledge. Other calculated densities of this species (Caparú and Purité River) were much lower. Considering the very wide distribution of this species throughout the Amazon basin, it is of great ecological interest that we have not registered *C. apella* in the majority of the Colombian trapezium (the local name for that portion of the Colombian Amazon between the Putumayo river and the Amazon river) at any of our study sites (7-13). Where *C. apella* is absent, densities of *C. albifrons* are much higher than the densities of this species where it is syntopic with *C. apella*, suggesting some sort of density compensation (Peres & Dolman, 2000). Like *C. apella*, the highest density of *C. albifrons* was also measured in the Colombian gallery forest (site 2). The pattern of dominance of *C. apella* when syntopic with *C. albifrons* also seems to be reflected in other Amazonian data sets (Peres, 1997; Endo *et al.*, 2009; Palacios & Peres, 2005; Haugaasen & Peres, 2005, among others). High densities of *Cebus* in gallery forest suggest a preference for edge habitat with high densities of *Cebus albifrons* in the llanos and may also suggest a preference for drier, more deciduous forests than in many parts of the Amazon.

Saimiri was present at most Amazonian sites at low densities of 6-18 individuals/km², reaching 24.6 individuals/km² at a site close to the Amazon River in the south (site 10). This species' densities were also low in the *igapó* forest site 3 at Caparú.

Callicebus torquatus generally shows low densities for sites 4, 6, 7 and high densities in the gallery forest of El Tuparro. Why *C. torquatus* should show such high densities in a gallery forest in the Colombian Llanos is not clear, although fertility factors might have increased the preferred food available. *Callicebus* is notoriously patchy in distribution and censuses passing through habitat patches will register high densities (Defler, pers. obs.). These patches, separated by wide expanses of forest where *Callicebus* is absent, may be affected by fluvial and lacustrine forest, since all sites had populations of *Callicebus* close to the water in generally tall, well-stratified forest. In the gallery forest of Tapón of El Tuparro the habitat is probably more homogeneous, approximating a preferred habitat for the species throughout its length.

Pithecia monachus was present in four Amazonian sites south of the Caquetá River (sites 6-9) at moderate densities (4-14.5 individuals/km²) and in clumped distributions. Like *Callicebus torquatus*, this species may be attracted to tall, well-stratified fluvial and lacustrine forest, since all sites had populations close to the water and they are frequently detected from boats. Their additional success in patches of vege-

tation in fragmented regions suggests a certain tolerance for edge habitat [Defler, unpublished data].

Only The Puré (6) contained *Saguinus fuscicollis* at low densities (8 ind/km²), but three sites had *Saguinus nigricollis* with moderate densities (14-15 ind/km²) along the clear-water Purité River. Many *Saguinus* species seem to show higher densities around secondary vegetation (pers. obs. Defler, for *Saguinus fuscus* and *S. inustus* and *S. nigricollis*), perhaps because of fast-growing small, soft fruits and increased solar exposure, attracting many grazing insects (Defler, 2004, 2010), but this posited effect has not been reported or tested in the literature.

Community biomass comparisons with the Duda River community

Although the six sites in the eastern Colombian Amazon always had higher species richness than the western Amazonian Duda River community, total primate biomass on the Duda River, with an annual precipitation of 2600 mm, was far greater than any that I surveyed. Stevenson (1996) calculated a biomass of 497.3 kg/km² for the six species of diurnal primates at his site, which included *Lagothrix lugens*, *Ateles belzebuth* and *Alouatta seniculus* – a syntopic array of three large species of considerable biomass, which this author has never personally observed in eastern Colombia. I observed somewhat comparable high biomass communities (with lower species richness) only in the Llanos with 387 and 370 kg/km² (due to high densities of *Alouatta* and *Cebus* spp.). Amazonian primate communities in this study varied between 86 kg – 216.5 kg and averaged only 142.5 kg of primate biomass.

Edaphic factors, precipitation and biomass densities

The tropical moist forests in this comparative study experience precipitation between 3200-3950 mm per year. Consistently heavy rains leach soils of calcium, magnesium and potassium, causing a decrease in phosphorus availability and creating more acidic soil, all of which affect crop size and primary production (Defler & Defler, 1996; Reed & Fleagle, 1995). At higher primate biomass sites of La Barcaña and the Duda river, phosphorus levels are elevated, compared to measured sites in the eastern Colombian Amazon. I suggest this is the cause of reduced diversity and biomass in the eastern Colombian Amazon as discussed by Peres (2008).

General community characteristics

Based on information from a variety of field surveys cited above and sites in the eastern Colombian Amazon (as repor-

ted in this study) some general observations can be made. A typically species-rich Amazonian community usually possesses the large sympatric frugivores *Ateles* and *Lagothrix*, two species of *Saguinus* (not so in the Duda river), two species of *Callicebus* and two species of *Cebus* (not in the peripheral Duda river). When *C. albifrons* and *C. apella* are syntopic, the biomass of *C. apella* is usually much higher than that of *C. albifrons* (this study). In eastern Colombia, species richness is moderate and the densities of each species are notably lower than in many communities studied south of the Amazon River, while in eastern Amazonian Colombia there is only one large frugivore species, one *Saguinus* and sometimes only one *Cebus* species. It is noteworthy that not only were biomass values very low in eastern Colombia but species richness is moderate as compared to primate communities further south of the Amazon river at the same latitudes. It would seem that some of the factors that affect community biomass also affect species richness as well, especially phosphorus levels, and I suggest that high precipitations (well over 2500 mm) and soil impoverishment are the likely factors that suppress biomass and species richness.

Acknowledgments

The author's fieldwork was supported by Conservation International USA, Primate Action Fund, Conservación Internacional Colombia, the Margot Marsh Biodiversity Foundation, Colciencias (Colombia), National Geographic Society, the World Wildlife Fund (USA), the Wildlife Conservation Society, Fundación Natura (Colombia) and the Universidad Nacional de Colombia.

Thanks to Sara Bennett, volunteer assistants and the Colombian Park System for their support. I thank Mario Salazar for transportation to the northernmost site in the Colombian llanos and for gathering rainfall data for that site throughout various years. Thanks to Anthony Rylands, Brian Milton and three anonymous reviewers for critical comments on earlier versions that have contributed greatly to the clarity of this article. Additionally thanks to Angela Maldonado and Thomas Lafon who worked with me on another earlier version of this manuscript, which was to have Maldonado as second author. Removal of Maldonado's data seemed to add coherence to the discussion and conclusions presented here.

References

- Buckland, S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham, J. L. Laake, D.L. Borchers & L. Thomas 2001. *Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Oxford, Oxford University Press.
- Chapman, C.A. & S.E. Russo 2007. Primate seed dispersal: Linking behavioural ecology and forest community structure. In: Campbell, C.J., A.F. Fuentes, K.C. MacKinnon, M. Panger, and S. Bearder editors. *Primates in Perspective*. Oxford University Press, Oxford pp.510-525.
- Correa, S.B. 2008. Fish assemblage structure is consistent through an annual hydrological cycle in habitats of a floodplain lake in the Colombian Amazon. *Neotropical Ichthyology* **6**(2):257-266.
- Crockett, C. & J.F. Eisenberg 1987. Howlers: Variations in group size and demography. In: B.B. Smuts, D.L. Cheney, R.M. Seyfarth, R.W. Wrangham and T.T. Struhsaker, editors. *Primate Societies*. Chicago, The University of Chicago Press. pp. 54-68.
- Davis, W. 1996. *One river*. Simon & Schuster, New York.
- Defler, T.R. 1983. Observaciones sobre los primates del bajo río Mirití-Paraná, Amazonas, Colombia. *Lozania* **46**:1-13.
- Defler, T.R. 1989. Recorridos y uso del espacio en un grupo de *Lagothrix lagothericha* (mono lanudo o churuco) en la Amazonia colombiana. *Trianea (Acta Científica y Tecnológica, INDERENA)* **3**: 183-205.
- Defler, T.R. 2001. *Cacajao melanocephalus ouakary* densities on the lower Apaporis river, Colombian Amazon. *Primate Report* **61**: 31-36.
- Defler, T.R. 2003. Densidades de especies y organización espacial de una comunidad de primates: la Estación Biológica Caparú, Vaupés, Colombia. In: V. Pereira-Bengoa, V. F. Nassar-Montoya and A. Savage, editors. *Primatología del Nuevo Mundo: Biología, Medicina, Manejo y Conservación*. Centro de Primatología Araguaos, Bogotá. pp. 23-39.
- Defler, T.R. 2010. *Historia natural de primates colombianos*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Defler, T.R. & D. Pintor 1985. Censusing primates in a forest of known primate density. *International Journal of Primatology* **6**(3): 243-260.
- Defler, T.R. & S.B. Defler 1996. The diet of a group of woolly monkeys (*Lagothrix lagothericha lagothericha*) in southeastern Colombia. *International Journal of Primatology* **17**(2):161-190.
- Dietz J., L. Dietz & E. Nagatata 1994. The effective use of flagship species for conservation of biodiversity: the example of lion tamarins in Brazil. In: P. Olney, G. Mace and A. Feistner, editors. *Creative conservation: interactive management of wild and captive animals*. Chapman & Hall, London. pp. 32-49.
- Emmons, L.H. 1984. Geographic variation in densities and diversities of non-flying mammals in Amazonia. *Biotropica* **16**(3): 210-222.
- Endo, W., C.A. Peres, E. Salas, S. Mori, J. L. Sanchez-Veja, G. H. Sheppard, V. Pacheco & D. W. Yu 2009. Game vertebrate densities in hunted and nonhunted forest sites in Manu National Park, Peru. *Biotropica* **42**: 251-261.
- Garber P.A. & J.E. Lambert 1998. Primates as seed dispersers: Ecological processes and directions for future research. *American Journal of Primatology*. **45**(1): 3-8
- Gentry, A.H. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. In: M.K. Hecht, B. Wallace, and G.T. Prance, editors. *Evolutionary Biology* **15**:1-84. Plenum, New York.
- Gentry, A.H. 1989. Diversidad florística y fitogeográfica de la Amazonia. In: J.I. Hernández Camacho, J.V. Rodríguez, H. Chiriví and H.P. Sánchez, editors. *Investigación y Manejo de la Amazonia*, Bogotá, INDERENA, Bogotá, pp.65-70.
- Goulding, M., R. Barthem & E. Ferreira 2003. *The Smithsonian Atlas of the Amazon*. Smithsonian Institution: Washington, D.C.
- Haugaasen, T. & C.A. Peres. 2005. Primate assemblage structure in Amazonian flooded and unflooded forests. *American Journal of Primatology* **67**:243-258.
- Hirabuki, Y. & K. Izawa 1990. Chemical properties of soils eaten by wild red howler monkeys (*Alouatta seniculus*): A preliminary study. *Field Studies of New World Monkeys, La Macarena, Colombia* **3**:25-28.

- Hoorn, C., M. Roddaz, R. Dino, E. Soares, C. Uba, D. Ochoa-Lozano & R. Mapes.** 2010. The Amazonian craton and its influence on past fluvial systems (Mesozoic-Cenozoic, Amazonia). In: C. Hoorn and F. Wesselingh, editors. *Amazonia, landscape and species evolution: A look into the past*. John Wiley & Sons, New York. pp. 103-122.
- Howe, H.F. & J. Smallwood** 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.
- Janson, C.H. & C.A. Chapman** 1999. Resources and primate community structure. In: J.G. Fleagle, C.H. Janson and K.E. Reed, editors. *Primate Communities*, Cambridge, Cambridge University Press. pp.237-267.
- Janson, C.H. & L.H. Emmons, LH** (1990). Ecological structure of the nonflying mammal community at Cocha Cashu Biological Station, Manu National Park, Peru. In: A.H. Gentry, editor. *Four Neotropical Rainforests*. New Haven, Yale University Press. pp.314-338.
- Jordan, C.F.** 1985. *Nutrient Cycling in Tropical Forest Ecosystems: Principles and Their Application in Management and Conservation*. John Wiley & Son, New York. 190 pp.
- Junk, W. & K. Furch** 1985. Chapter 1: The physical and chemical properties of Amazonian waters and their relationship with the biota. In: G.T. Prance and T.E. Lovejoy, editors. *Key Environments: Amazonia*. Pergamon Press, Oxford. pp. 3-17.
- Kay, R.F., R.H. Madden, C. Van Schaik & D. Higdon** 1997. Primate species richness is determined by plant productivity: implications for conservation. *Proceedings of the National. Academy of Science USA* 94:13023-13027.
- Maldonado, A.** 2012. The role of woolly monkeys as a flagship species for conservation in the Colombian Amazon (work in progress). (downloaded 14 Julio 2012. <http://www.ruffordsmallgrants.org/files/96.07.04%20Dec%20update.pdf>)
- NRC (National Research Council)** 1981. *Techniques for the Study of Primate Population Ecology*. Washington, D.C., National Academy Press.
- Palacios, E. & C.A. Peres** 2005. Primate population densities in three nutrient-poor Amazonian terra firme forests of south-eastern Colombia. *Folia Primatologica* 76:3,135-145.
- Peres, C. A.** 1993. Structure and spatial organization of an Amazonian *terra firme* forest primate community. *Journal of Tropical Ecology* 9: 259-276.
- Peres, C.A.** 1997. Primate community structure at twenty western Amazonian flooded and unflooded forests. *Journal of Tropical Ecology* 13: 381-405.
- Peres, C.A.** 1999. General guidelines for standardizing line-transect surveys of tropical forest primates. *Neotropical Primates* 7(1): 11-16.
- Peres, C.A.** 2008. Soil fertility and arboreal mammal biomass in tropical forests. In: W. Carson and S. Snitzer, editors. *Tropical Forest Community Ecology*, Wiley, New York. pp. 349-364.
- Peres, C.A. & C.H. Janson** 1999. Species coexistence, distribution, and environmental determinants of neotropical primate richness: A community-level zoogeographic analysis. In: J.G. Fleagle, C.H. Janson, K.E. Reed, editors. *Primate Communities*. Cambridge University Press, Cambridge. pp.55-74.
- Peres, C.A. & P.M. Dolman** (2000). Density compensation in neotropical primate communities: Evidence from 56 hunted and nonhunted Amazonian forests of varying productivity. *Oecologia* 122(2):175-189.
- Peres, C. A. & E. Palacios** 2007. Basin-wide effects of game harvest on vertebrate population densities in Amazonian forests: implications for animal-mediated seed dispersal. *Biotropica* 39(3):304-315.
- Pires, J.M. & G.R. Prance** 1985. The vegetation types of the Brazilian Amazon. In: G.T. Prance and T. E. Lovejoy, editors. *Key Environments: Amazonia*. Pergamon Press, New York. Pp. 109-145.
- Puertas, P. & R.E. Bodmer** 1993. Conservation of a high diversity primate assemblage. *Biodiversity Conservation* 2: 586-593.
- Reed, K.E. & J.G. Fleagle** 1995. Geographic and climatic control of primate diversity. *Proceedings of the National Academy of Science, USA* 92: 7874-7876.
- Stevenson, P.R.** 1996. Censos diurnos de mamíferos y algunas aves de gran tamaño en el Parque Nacional Natural Tinigua, Colombia. *Universitas Scientiarum* 3(1-2): 67-81.
- Stevenson, P.R. & A. Pilar Medina** 2003. Dispersión de semillas por micós churucos (*Lagothrix lagothricha*) en el Parque Nacional Tinigua, Colombia. In: V. Pereira-Bengoa, F. Nassar-Montoya & A. Savage, editors. *Primatología del Nuevo Mundo: Biología, Medicina, Manejo y Conservación*. Centro de Primatología Araguatos, Bogotá. pp. 122-135.
- Stevenson, P.R., M. Pineda & T. Samper** 2002. Effects of seed dispersal by three ateline monkey species on seed germination at Tinigua National Park, Colombia. *International Journal of Primatology* 23(6):1187-1204.
- Terborgh, J.** 1983. *Five New World Primates: a Study in Comparative Ecology*. Princeton, Princeton University Press.
- Terborgh, J.** 1992. *Diversity and the Tropical Rain Forest*. W. H. Freeman and Company, New York.
- Thomas, L., J.L. Laake, S. Strindberg, F.F.C. Marques, S.T. Buckland, D.L. Borchers, D.R. Anderson, K.P. Burnham, S.L. Hedley, J.H. Pollard, J.R.B. Bishop & T.A. Marques** 2005. Distance 5.0. Beta 5. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>
- Umaña, M.N., P. Stevenson, A.B. Hurtado, D. Correa & I. Medina** 2011. Dispersal syndromes among three landscape units in Colombian lowland Amazonia. *The International Journal of Plant Reproductive Biology* 3(2):155-159.
- Voss, R.S. & L.H. Emmons** 1996. Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 230:1-115.

Recibido: 3 de mayo de 2013

Aceptado para su publicación: 4 de junio de 2013

MAMÍFEROS (MAMMALIA) DEL DEPARTAMENTO DE PUTUMAYO, COLOMBIA

Héctor E. Ramírez-Chaves*, Elkin A. Noguera-Urbano**, Miguel E. Rodríguez-Posada***

RESUMEN

Ramírez-Chaves H. E., E. A. Noguera-Urbano, M. E. Rodríguez-Posada: Mamíferos (Mammalia) del departamento de Putumayo, Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* **37** (143): 263-286, 2013. ISSN 0370-3908.

Presentamos información sobre la riqueza, distribución e investigación mastozoológica en el departamento de Putumayo. Un total de 154 especies distribuidas en 13 órdenes y 37 familias son registradas para el departamento. Chiroptera, Rodentia, Carnivora y Primates fueron los órdenes más diversos con 66, 24, 19 y 15 especies respectivamente. Los distritos biogeográficos con mayor riqueza de especies fueron el Distrito Alto Putumayo con 136, mientras que la eco-región con mayor riqueza fue la Selva Húmeda del Napo con 131 especies. El municipio con mayor número de especies registradas fue Puerto Leguízamo con 100. Resaltamos la ausencia de estudios regionales y el escaso conocimiento generado en este sector de Colombia.

Palabras clave: colectores, distribución, historia, mamíferos, riqueza.

ABSTRACT

We present information regarding to the richness, distribution and mammalogical research in the Department of Putumayo. A total of 154 species of 13 orders and 37 families were registered in the Department. Chiroptera, Rodentia, Carnivora and Primates were the most diverse orders with 66, 24, 19 and 15 species. The Alto Putumayo biogeographic District presents the highest richness with 136 species, while the Napo Humid Forest was the richest Ecoregion with 131 species. Puerto Leguízamo was the Municipality with the highest number of species with 100. We highlighted the absence of regional studies and the poor knowledge associated to mammals, generated in this sector of Colombia.

Key words: collectors, distribution, history, mammals, richness.

* Weisbecker Lab, University of Queensland, School of Biological Sciences, Goddard Building 8, St. Lucia 4072, Australia. Correo electrónico: hera.chaves@gmail.com

** Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado Postal 70-399, 04510 México, D. F., México. Correo electrónico: elkalexno@gmail.com.

*** Laboratorio de Mamíferos, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Carrera 45 #26-85, Sede Bogotá D.C., Colombia. Correo electrónico: migrodriguezp@yahoo.com

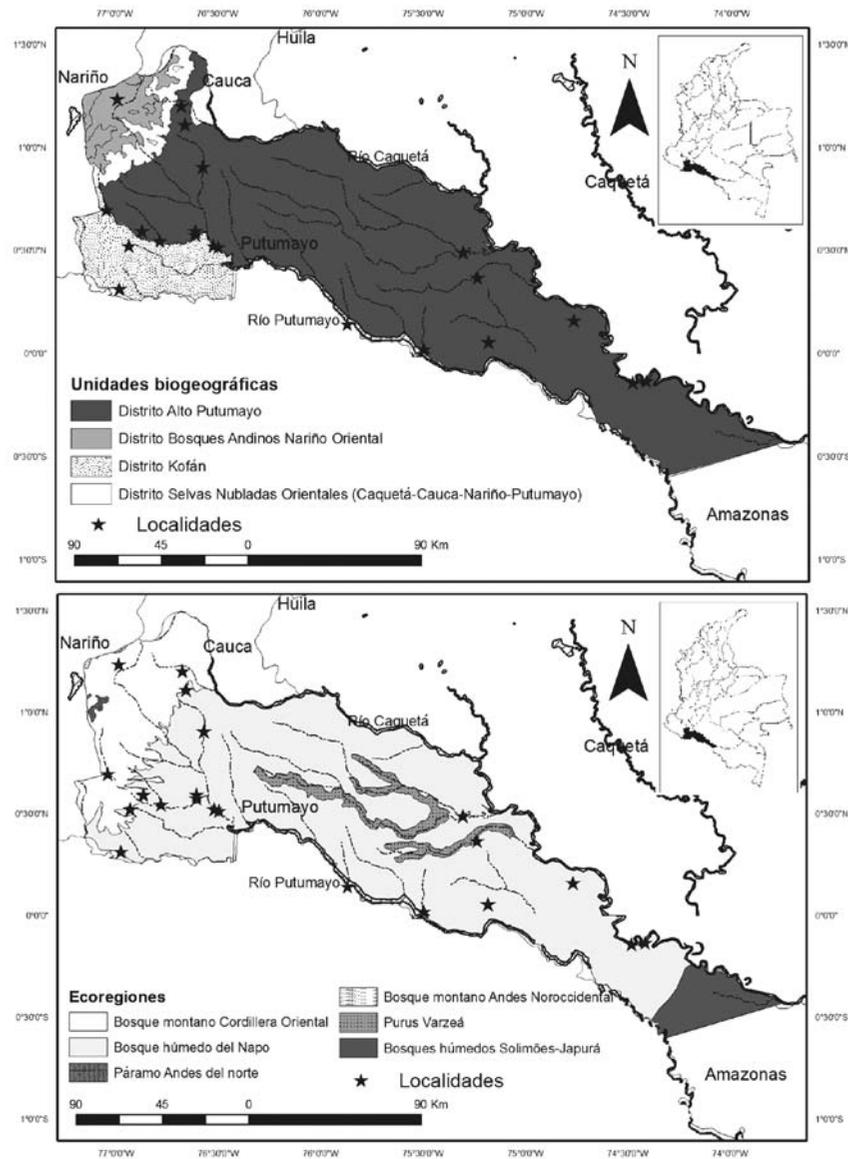


Figura 1. Localización del departamento de Putumayo. Los puntos negros indican las localidades de los registros. El mapa superior indica los distritos biogeográficos según *Hernández-Camacho et al.*, (1992a), el Distrito Páramos (Doña Juana) no se aprecia por la escala del mapa. El mapa inferior indica los tipos de eco-regiones según *Olson et al.*, (2001).

Introducción

El departamento de Putumayo presenta una extensión de 24885 Km² y se localiza en el suroriente de Colombia (01°26' y 00°27' N y los 73°50' y 77°04' W). Limita al norte con los departamentos del Cauca y Caquetá, al oriente con el departamento de Caquetá, al sur con el departamento de Amazo-

nas y las Repúblicas del Ecuador (Provincia de Sucumbíos) y Perú (departamento de Loreto) y al occidente con el departamento de Nariño. La mayor parte del territorio corresponde a tierras bajas con altitudes por debajo de los 300 m, sin embargo el extremo occidental del departamento se ubica sobre el flanco oriental de la cordillera de los Andes, donde alcanza altitudes superiores a los 3800 m (*IGAC*, 1996).

El departamento de Putumayo presenta diferentes ecosistemas que comprenden selvas bajas y de piedemonte amazónico hasta páramos (**Mueses-Cisneros**, 2005). Se han propuesto dos divisiones biogeográficas del departamento. **Hernández-Camacho et al.**, (1992a), propusieron cinco distritos: (1) Bosques Andinos Nariño oriental; (2) Bosques de niebla orientales; (3) Páramos Doña Juana; (4) Alto Putumayo y (5) Distrito Kofán (Figura 1a). Por otra parte, **Olson et al.**, (2001) identificaron seis eco-regiones: (1) Bosque montano Andes noroccidental-Doña Juana; (2) Paramo Norandino-Valle de Sibundoy; (3) Bosque montano de la cordillera Oriental-Mocoa; (4) Selva húmeda del Napo; (5) Purus Várzea-áreas inundables; y el (6) Bosque húmedo Solimões-Japurá (Figura 1b). En su territorio existen tres áreas protegidas por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINANAP): el Parque Nacional Natural (PNN) La Paya, localizado en el municipio de Puerto Leguízamo; el PNN Serranía de Los Churumbelos Auka-Wasi, en el municipio de Mocoa (Putumayo), pero que se extiende hacia los departamentos de Caquetá, Cauca y Huila, y el Santuario de Flora Plantas Medicinales (SFPM) Orito Ingi-Ande, en el municipio de Orito, que se extiende hacia los municipios de Pasto y Funes del departamento de Nariño (**Polanco-Ochoa et al.**, 2000; **PNN**, 2011).

La fauna de mamíferos del departamento de Putumayo ha sido poco documentada; sólo existe un estudio publicado que corresponde a una evaluación ecológica rápida realizada en el PNN La Paya (**Polanco-Ochoa et al.**, 2000); otra información sobre los mamíferos del departamento está dispersa en la literatura que comprende revisión de especímenes de diferentes localidades. Es importante destacar que dos especies presentan su localidad típica en el departamento *Diclidurus ingens* Hernández-Camacho, 1955 y *Callicebus medemi* Hershkovitz, 1963.

Los primeros registros de mamíferos de Putumayo son anecdóticos y datan de la época de la conquista, cuando Fray Juan de **Santa Gertrudis** (1956 [1775]) mencionó la presencia de algunos felinos, hormigueros, armadillos, primates e incluso delfines en su viaje por el río Putumayo. A partir de mediados del siglo XX algunos naturalistas e investigadores exploraron la región, recolectando especímenes de estudio que actualmente se encuentran depositados en colecciones científicas nacionales e internacionales, sin embargo, en nuestro conocimiento no existe una compilación que permita ubicar y cuantificar este material.

El objetivo del presente trabajo es consolidar la información disponible sobre la fauna de mamíferos del departamento de Putumayo. Para esto presentamos el estado de conocimiento de los mamíferos presentes en el departamento, una lista anotada actualizada de las especies que la componen y anali-

zamos su distribución con base a las dos propuestas biogeográficas citadas. Adicionalmente, analizamos los registros disponibles a nivel político-administrativo y señalamos los vacíos de información.

Materiales y métodos

Estado del conocimiento

Revisamos publicaciones científicas y consultamos bases de datos de museos nacionales e internacionales a través del portal del sistema de información de mamíferos en red MaNIS (2012) (<http://manisnet.org>). De estas bases de datos recopilamos información de aproximadamente 1600 ejemplares de referencia, procedentes del departamento de Putumayo. A partir de esta información, mencionamos los colectores que más aportaron y los años en los que se hicieron los mayores esfuerzos de muestreo, para analizar cómo ha sido el avance de la investigación mastozoológica en esta región. Incluimos un análisis donde se relaciona el número de trabajos y el grupo taxonómico a nivel de orden, así como el número de ejemplares disponibles de los diferentes órdenes de mamíferos registrados, depositados las siguientes colecciones consultadas: Instituto Alexander von Humboldt (IAvH); Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia (ICN); Colección zoológica de Referencia del Museo de Ciencias Naturales Federico Carlos Lehmann V. (IMCN); Museo de Historia Natural-Universidad del Cauca (MHNUC); Colección Zoológica Universidad de Nariño (PSO-CZ), Muséum d'Histoire Naturelle (MHNG). Adicionalmente, consultamos las bases de datos de las siguientes colecciones norteamericanas disponibles en MaNIS (2012): American Museum of Natural History (AMNH), Field Museum of Natural History (FMNH), University of Kansas Biodiversity Research Center (KU), Museum of Vertebrate Zoology (MVZ), Royal Ontario Museum (ROM), Texas Cooperative Wildlife Collection (TCWC), United States National Museum, Smithsonian Institution (USNM).

Lista de especies

La lista anotada fue elaborada a partir de la información recopilada. Igualmente incluimos información sobre capturas, observaciones, entrevistas y registros fotográficos recolectada por los autores.

Seguimos el tratamiento taxonómico propuesto por **Wilson & Reeder** (2005), con las modificaciones realizadas por **Velazco** (2005), **Velazco & Gardner** (2009) y **Velazco et al.**, (2010) para el género *Platyrrhinus*, **Weksler et al.**, (2006) para los roedores *Oryzomys* y **Rossi et al.**, (2010) para el complejo *Marmosa mexicana*.

Tabla 1. Especies amenazadas de mamíferos que se reportan en el departamento de Putumayo.

Nº	Nombre común	Orden	Especie	Rodríguez-Mahecha et al. 2006	IUCN 2012
1	Tigrillo	Carnivora	<i>Leopardus tigrinus</i>	VU	VU
2	Nutría o lobito de río	Carnivora	<i>Lontra longicaudis</i>	VU	DD
3	Tigre, Jaguar	Carnivora	<i>Panthera onca</i>	VU	NT
4	Zorro paramuno	Carnivora	<i>Lycalopex culpaeus</i>	VU	LC
5	Nutria	Carnivora	<i>Pteronura brasiliensis</i>	EN	EN
6	Oso de anteojos	Carnivora	<i>Tremarctos ornatus</i>	VU	VU
7	Delfín de río, bufeo	Cetacea	<i>Inia geoffrensis</i>	VU	DD
8	Delfín	Cetacea	<i>Sotalia fluviatilis</i>	VU	DD
9	Danta de páramo	Perissodactyla	<i>Tapirus pinchaque</i>	EN	EN
10	Danta, sachavaca	Perissodactyla	<i>Tapirus terrestris</i>	CR	VU
11	Mono araña	Primates	<i>Ateles belzebuth</i>	VU	EN
12	Socay o zocay	Primates	<i>Callicebus discolor</i>	VU	LC
13	Socay o zocay	Primates	<i>Callicebus medemi</i>	No evaluada	VU
14	Chichico negro	Primates	<i>Callimico goeldii</i>	VU	VU
15	Huapo negro	Primates	<i>Pithecia monachus</i>	VU	LC
16	Mono chorongó	Primates	<i>Lagothrix lagothricha</i>	VU	VU
17	Guagua loba	Rodentia	<i>Dinomys branickii</i>	VU	VU
18	Manatí	Sirenia	<i>Trichechus inunguis</i>	EN	VU
19	Hormiguero	Vermilingua	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	VU	VU

Los registros de los ejemplares con los municipios y localidades de procedencia se incluyen en la lista de especies. Para la categorización de las especies amenazadas seguimos a **Rodríguez-Mahecha et al.**, (2006a) y la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza -IUCN (2012) (Tabla 1).

Distribución

Con el fin explorar de manera preliminar la distribución de los registros y especies de mamíferos en relación a la división política del departamento, a los distritos biogeográficos de **Hernández-Camacho et al.**, (1992a) y las eco-regiones de **Olson et al.**, (2001), estimamos el número de especies y registros por unidad; para ello hicimos coincidir las localidades con mapas de los tres tipos (administrativo, distritos biogeográficos y eco-regiones). Procesamos 321 registros y compilamos 55 localidades del departamento de las cuales 47 son precisas e informativas por su detalle en la ubicación, para 146 especies de mamíferos con distribución en el Putumayo. Excluimos las ocho localidades no informativas que provienen de 13 registros e igual número de especies (mencionadas en **Cuervo et al.**, 1986; **Tamsitt et al.**, 1986, **Rodríguez-Mahecha et al.**, 1995, 2006; **Alberico et al.**,

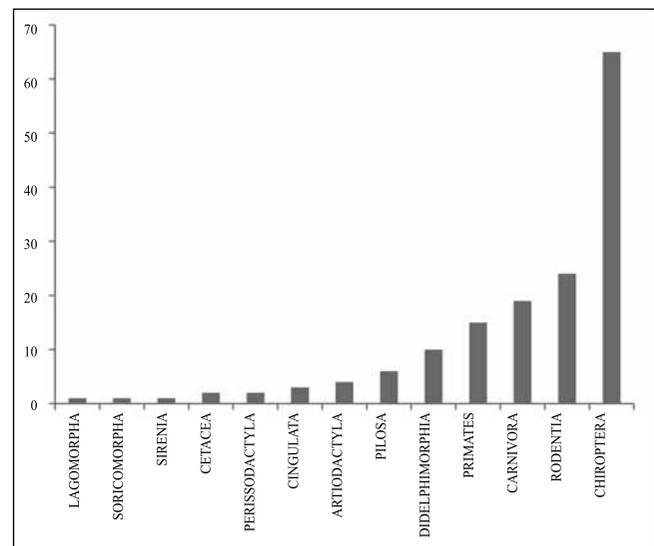


Figura 2. Número de menciones en literatura para los órdenes de mamíferos registrados hasta la fecha en el departamento de Putumayo.

2000, **Mantilla-Meluk et al.**, 2009), porque consistían en solo la mención del departamento o el nombre de un río, la

orilla o banco de un cuerpo hídrico, sin asociar información sobre el municipio o vereda; la ambigüedad de dichas localidades no permitió definir las en ninguno de los dos tipos de clasificación biogeográfica utilizadas en este estudio.

Resultados

Estado del conocimiento

Los mayores esfuerzos para conocer la fauna de mamíferos de Putumayo empezaron en 1952, cuando Philip Hershkovitz recolectó más de 200 especímenes para el FMNH, en el río Mecaya. Posteriormente Arturo Pazos recolectó una de las series más grandes de pequeños mamíferos procedente de Putumayo (más de 140 ejemplares) para el ROM entre 1964 y 1972. En 1965, B. Mechler recolectó 88 especímenes, principalmente de murciélagos, en las localidades de Mocoa, Orito y Puerto Asís, mientras que Werren y Mengolli recolectaron en Puerto Asís ese mismo año, para el MHNG. Entre 1965 y 1966 Herve le Nestour recolectó ejemplares en el bajo río Guamués, cerca de Puerto Asís para el ICN en Bogotá (alrededor de 69 ejemplares) y para el MHNG (alrededor de once especímenes). Entre los años 1968-1969, Cornelius J. Marinkelle recolectó especímenes en la localidad de Leguízamo y estas colectas se encuentran depositadas en el ICN y el ROM. John A. W. Kirsch recolectó especíme-

nes en 1969 en Puerto Asís, para la KU. Entre 1969-1971, Kjell von Sneider recolectó ejemplares en San Antonio, El Carmen y el río Guamués, para el ICN, FMNH y el MHNG; las colecciones para el FMNH superan los 400 individuos. Entre 1970 y 1971, B. Malkin recolectó ejemplares en río San Miguel para el FMNH. En 1994, Rocío Polanco-Ochoa recolectó 85 ejemplares en el PNN La Paya, los cuales se encuentran depositados en el ICN.

La mayor cantidad de ejemplares de referencia de Putumayo se encuentran depositados en colecciones extranjeras entre las que se destaca el FMNH, con más de 460 ejemplares de los órdenes Chiroptera, Rodentia y Primates (Figura 3), seguido por el ROM con 434 ejemplares de los órdenes Chiroptera, Didelphimorphia, Rodentia, Lagomorpha y Pilosa (Figura 3). De las colecciones colombianas, el ICN posee aproximadamente 208 ejemplares, con mayor representatividad de los órdenes Chiroptera, Rodentia, Primates, Carnivora y Artiodactyla (Figura 3), mientras que el IAvH posee alrededor de 45 ejemplares principalmente de Chiroptera, Didelphimorphia y Rodentia (Figura 3).

Los resultados de las recolectas realizadas por Polanco-Ochoa fueron publicados en la única contribución sobre mamíferos de Putumayo (**Polanco-Ochoa et al.**, 2000), en la cual se registran 77 especies, 32 de pequeños mamíferos pequeños, 45 de medianos y grandes, y el uso dado a 26 de

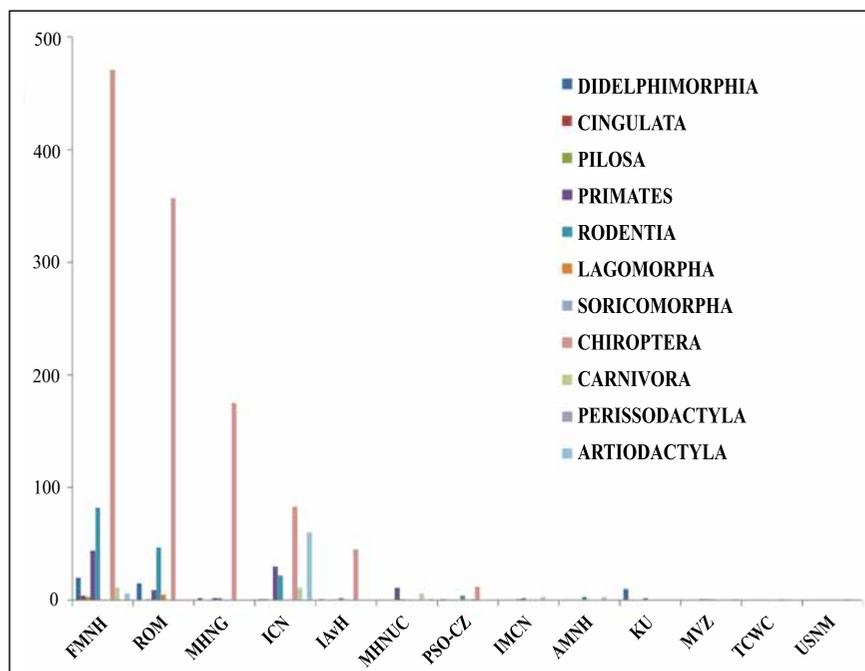


Figura 3. Ejemplares de los diferentes órdenes depositados en colecciones de referencia nacionales e internacionales procedentes del departamento de Putumayo. Los órdenes Cetacea y Sirenia no presentan ejemplares testigo. Los acrónimos de las colecciones se presentan en el texto.

estas especies. Otra información encontrada en literatura constituye registros aislados (**Hernández-Camacho**, 1955; **Hershkovitz**, 1963; **Hernández-Camacho & Barriga-Bonilla**, 1966; **Aellen**, 1970; **Marinkelle & Cadena**, 1972; **Hershkovitz**, 1997; **Lim & Emgstron**, 2001; **Riascos**, 2001; **Velazco**, 2005; **Rivas-Pava et al.**, 2007; **Gardner**, 2008; **Velazco & Gardner**, 2009; **Noguera-Urbano & Montenegro**, 2011, entre otros) y registros generales para el departamento (**Cuervo et al.**, 1986; **Tamsitt et al.**, 1986, **Rodríguez-Mahecha et al.**, 1995, 2006a; **Alberico et al.**, 2000; **Mantilla-Meluk et al.**, 2009).

Stevenson et al., (2006) mencionaron que hay una tesis sobre Artiodactyla realizada en el departamento de Putumayo y un estudio relacionado con la danta *Tapirus terrestris* (Perissodactyla), no fue posible localizar dichas fuentes. Desconocemos de trabajos sistemáticos de inventario adicionales al previamente mencionado realizados en las últimas décadas. La cantidad de ejemplares testigo generada en los últimos 10 años es inferior a 50 individuos.

Riqueza de especies y distribución

Registramos un total de 154 especies de mamíferos para el departamento de Putumayo, pertenecientes a 108 géneros, 37 familias y 13 órdenes. Los órdenes más ricos son Chiroptera (66 especies), Rodentia (24), Carnivora (19) y Primates (15) (Figura 4). Según **Rodríguez-Mahecha et al.**, (2006a) y la **IUCN** (2012), 19 especies (Tabla 1) se encuentran en riesgo de amenaza de extinción, con mayor número de especies de los órdenes Carnivora y Primates.

De los cinco distritos biogeográficos presentes en el departamento sólo tres cuentan con registros de mamíferos (Figura 1a). El distrito Alto Putumayo es el que presentan el mayor número de registros (236) y especies (136) (Tabla 2); mientras que para el Distrito Bosques Andinos Nariño Oriental, se cuenta tan solo con cinco registros de cinco especies.

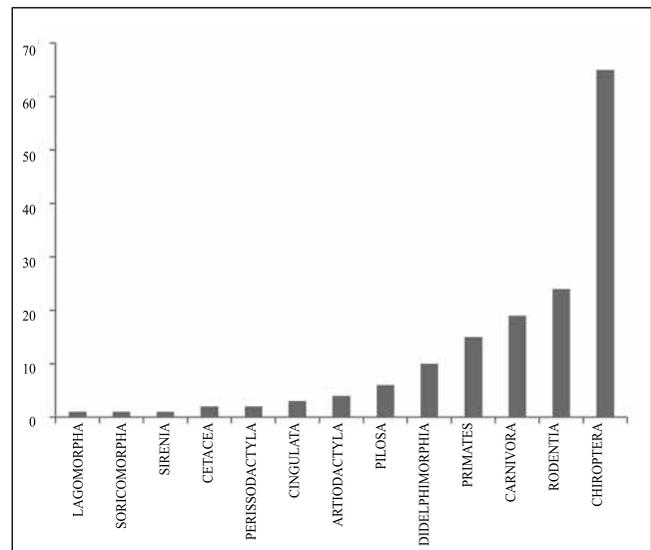


Figura 4. Número de especies por orden registradas en el departamento de Putumayo.

Para las divisiones de **Olson et al.**, (2001) (Figura 1b), los registros provienen de dos de las cinco eco-regiones propuestas: la selva húmeda del Napo con 131 especies (262 registros) y el Bosque Montano de la Cordillera Oriental con 49 especies (59 registros) (Tabla 2).

Los municipios con mayor número de reporte de especies y registros fueron Puerto Leguizamo (100 especies; 133 registros), seguido por Orito (55 especies; 68 registros) y Mocoa (52 especies; 69 registros) (ver Tabla 3).

El mayor número de especies amenazadas se encuentra en el Distrito Alto Putumayo (16 especies) seguido del Distrito Kofán (5) mientras que para las eco-regiones, el mayor número se encuentra en la Selva o bosque húmedo del Napo con 16 especies (Tabla 2).

Tabla 2. Número de especies y registros por unidad de regionalización

Tipo de Regionalización	Unidad	Número de especies por unidad	Número de registros por Unidad	Número de especies amenazadas
Tipo de eco-región	Bosque montano de la cordillera Oriental	49	59	7
	Selva o bosque húmedo del Napo	131	262	16
Distritos Biogeográficos	Distrito Alto Putumayo	136	236	16
	Distrito bosques andinos Nariño Oriental	5	5	3
	Distrito Kofán	61	80	5
Localidad imprecisa		13		1

Tabla 3. Número de especies, especies amenazadas y registros por municipio. Los municipios de Puerto Caicedo, Puerto Guzmán, San Francisco, Santiago y Colón no presentaron registros

Municipio	Número de especies	Número de registros	Número de especies amenazadas
Puerto Leguízamo	100	133	14
Orito	55	68	4
Mocoa	52	69	7
Puerto Asís	25	26	2
Villa Garzón	11	12	3
San Miguel	6	6	0
Sibundoy	5	5	3
Valle del Guamués	2	2	1

Lista anotada

Presentamos a continuación las especies de mamíferos registradas para el departamento, así como las localidades, distrito biogeográfico y eco-región de la cual proceden los registros. No incluimos las siguientes especies mencionadas previamente en literatura como presentes en el departamento por constituir registros erróneos: el primate *Saguinus labiatus*, la cual fue mencionada por **Rivas-Pava et al.**, (2007) como presente en el Putumayo, sin localidad precisa a partir de un ejemplar depositado en el MHNUC (MHNUC-M00030). El ejemplar corresponde a un cráneo y esqueleto completo, sin piel asociada, por lo que es difícil determinar a qué especie del género *Saguinus* corresponde. Descartamos su presencia en el departamento ya que *S. labiatus* se encuentra distribuida en el occidente de Brasil, oriente de Perú y Bolivia (**Groves**, 2005) y porque no ha sido incluida como representante de la fauna de primates de Colombia en tratados recientes (**Defler**, 2010).

Tampoco incluimos al murciélago *Eptesicus diminutus* como representante de la fauna del departamento de Putumayo (contra **Rodríguez-Mahecha et al.**, 1995 y **Polanco-Ochoa et al.**, 2000, seguido por otros autores por ejemplo **Alberico et al.**, 2000; **Gardner**, 2008) ya que el ejemplar en el que se hizo este registro (ICN 13741) corresponde a un individuo del género *Myotis* basados en la forma del cráneo y el número de premolares (3/3 versus 1/2 en *Eptesicus*) (**Ramírez-Chaves** 2008). Otras observaciones se presentan en comentarios a lo largo de la lista. Los ejemplares revisados directamente se señalan con un asterisco (*). La sigla EANU hace referencia a observaciones hechas por el segundo autor.

Orden Didelphimorphia

Familia Didelphidae

1. *Caluromys lanatus* (Olfers, 1818)

Localidad: MOCOA: Santa Rosa de Los Kofanes 2 km, San Antonio del Guamués.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: MHNG 1118.92-1118.093.

2. *Chironectes minimus* (Zimmermann, 1780)

Localidad: MOCOA: Cerca a Mocoa.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental.

Referencias: ROM 46428-46429

3. *Didelphis marsupialis* Linnaeus, 1758

Localidad: MOCOA: Río Pepino. **ORITO:** Misión Evangelista; río Caldero.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: KU 123977-85.

4. *Glironia venusta* Thomas, 1912

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: quebrada El Hacha.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: **Cuervo-Díaz et al.**, 1986; **Rodríguez-Mahecha et al.**, 1995; **Alberico et al.**, 2000.

5. *Marmosa rubra* Tate, 1931

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: Rossi *et al.*, 2010 (FMNH 70969-70977).

6. *Marmosops noctivagus* (Tschudi, 1845).

Localidad: MOCOYA: Río Pepino. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ICN 14465*, 14466*, PSO-CZ*; FMNH 70953-70955, 70961; Díaz-N, 2012.

Comentarios: Polanco-Ochoa *et al.*, 2000, registraron ejemplares depositados en el ICN (ICN 14465, 14466) como *Marmosa murina*, estos ejemplares fueron re-identificados como *M. noctivagus* por Díaz-N (2012).

7. *Metachirus nudicaudatus* É. Geoffroy Saint Hilaire, 1803

Localidad: ORITO: Río Caldero. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 70956. EANU, 2008: Observación personal.

8. *Micoureus demerarae* (Thomas, 1905)

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: Polanco-Ochoa *et al.*, 2000 (ICN 14467)

9. *Micoureus regina* (Thomas, 1898)

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 70962, 70968.

10. *Philander andersoni* (Osgood, 1913)

Localidad: PUERTO ASÍS: 12 km N de Puerto Asís.

PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: Rodríguez-Mahecha *et al.*, 1995; Hershkovitz, 1997 (FMNH 70986-70987), Polanco-Ochoa *et al.*, 2000 (ICN 21152*); Alberico *et al.*, 2000; Lew *et al.*, 2006 (KU 123950); Gardner, 2008.

ORDEN CINGULATA

Familia Dasypodidae

11. *Cabassous unicinctus* (Linnaeus, 1758)

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencia: Polanco-Ochoa *et al.*, 2000.

12. *Dasypus kappleri* Krauss, 1862

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: Rodríguez-Mahecha *et al.*, 1995; Polanco-Ochoa *et al.*, 2000.

13. *Dasypus novemcinctus* Linnaeus, 1758

Localidad: MOCOYA: Río Pepino. **PUERTO ASÍS:** Bajo Río Guamués. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: Rodríguez-Mahecha *et al.*, 1995; Polanco-Ochoa *et al.*, 2000.

ORDEN PILOSA

Familia Bradypodidae

14. *Bradypus variegatus* Schinz, 1825

Localidad: ORITO: Río Caldero. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Caño Caucaya Limoncocha. Puerto Leguizamo. Río Mecaya. Finca Velásquez, entrando por Limonconcho NW de Leguizamo.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: IAvH 590; Anderson & Handley, 2001 (FMNH 70812-70813).

15. *Choloepus didactylus* (Linnaeus, 1758).

Localidad: MOCOYA: Río Pepino. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: Noguera-Urbano, observación personal, año 2010.

16. *Choloepus hoffmanni* Peters, 1858

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencia: Polanco-Ochoa *et al.*, 2000.

Familia Myrmecophagidae

17. *Tamandua tetradactyla* (Linnaeus, 1758)

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH70815. **Polanco-Ochoa et al.**, 2000.

18. *Myrmecophaga tridactyla* Linnaeus, 1758

Localidad: MOCOA: cerca a Mocoa. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental, Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ROM 63215. **Rodríguez-Mahecha et al.**, 1995; **Polanco-Ochoa et al.**, 2000, 2006.

Familia Cyclopedidae

19. *Cyclopes didactylus* (Linnaeus, 1758)

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: **Rodríguez-Mahecha et al.**, 1995; **Polanco-Ochoa et al.**, 2000.

ORDEN PRIMATES

Familia Aotidae

20. *Aotus vociferans* (Spix, 1823)

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. Río Mecaya

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 70688-70690. **Polanco-Ochoa et al.**, 2000; **Defler**, 2004; **Rivas-Pava et al.**, 2007 (MHNUC-M034*).

Familia Atelidae

21. *Alouatta seniculus* (Linnaeus, 1766)

Localidad: ORITO: El Tigre. Río Caldero. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: PSO-CZ*. **Rodríguez-Mahecha et al.**, 1995; **Polanco-Ochoa et al.**, 2000. **Observaciones:** EANU 2008 observó una tropa 6 individuos en Orito Putumayo; a partir del seguimiento realizado a la tropa se recuperó en el suelo restos óseos de un ejemplar macho adulto. El ejemplar se encuentra en la colección PSO-CZ.

22. *Ateles belzebuth* É. Geoffroy Saint Hilaire, 1806

Localidad: PUERTO ASÍS: Puerto Asís. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: MHNUC-M00112*. **Rodríguez-Mahecha et al.**, 1995; **Polanco-Ochoa et al.**, 2000; **Defler**, 2004; **Palcios et al.**, 2006.

Comentario: Registrado como *Ateles hybridus* por **Rivas-Pava et al.**, 2007 (MHNUC-M00112*).

23. *Lagothrix lagothricha* Humboldt, 1812

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 70590-70600; MHNG 1076.094-1076. **Polanco-Ochoa et al.**, 2000.

Familia Callitrichidae

24. *Callimico goeldii* (Thomas, 1904)

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: **Hernández-Camacho & Barriga-Bonilla**, 1966 (ICN 84*); **Cuervo-Díaz et al.**, 1986; **Polanco-Ochoa et al.**, 2000; **Alberico et al.**, 2000; **Defler & Rodríguez-M.**, 2006; **Defler**, 2010.

Comentarios: El primer registro de esta especie para el país (**Hernández-Camacho & Barriga-Bonilla**, 1966) se realizó a partir de un ejemplar recolectado en la quebrada El Hacha en 1960 por Humberto Granados y Hugo Arévalo.

25. *Callithrix (Cebuella) pygmaea* Spix, 1823

Localidad: ORITO: El Tigre. Río Caldero. **PUERTO ASÍS:** Puerto Asís. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya. Puerto Leguízamo. **SAN MIGUEL:** Puerto Ospina.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ICN 2946; INCIVA; ROM 40417-40418; MVZ 124107. **Rodríguez-Mahecha et al.**, 1995; **Polanco-Ochoa et al.**, 2000; **Riascos**, 2001; **Defler**, 2004, 2010.

Observaciones: en el bajo Putumayo (Orito, Puerto Leguízamo y Puerto Asís), individuos de esta especie son capturados para ser vendidos como mascotas en regiones vecinas como Nariño.

26. *Saguinus fuscicollis* (Spix, 1823)

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. Puerto Leguízamo.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: Polanco-Ochoa *et al.*, 2000; Alberico *et al.*, 2000; Rivas-Pava *et al.*, 2007 (MHNUC-M 23E*); Defler, 2010.

Comentarios: Defler (2010) mencionó que la subespecie presente en el Putumayo es *S. f. fuscus* (Lesson, 1840), la cual puede tratarse de una especie plena a según datos moleculares (Cropp *et al.*, 1999).

27. *Saguinus graellsii* (Jiménez de la Espada, 1870)

Localidad: Imprecisa: Orilla izquierda del río Putumayo

Distrito: No establecida por falta de localidad precisa.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ICN.

Comentarios: Defler (2010) mencionó que la especie es común a lo largo de la carretera entre Mocoa y Puerto Asís.

28. *Saguinus nigricollis* (Spix, 1823)

Localidad: ORITO: Río Caldero. PUERTO LEGUÍZAMO: Puerto Leguizamo. VILLA GARZÓN: Puerto Umbría. Santa Rosa.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: Defler, 2004, 2010. EANU, 2008: Observación personal.

Familia Cebidae

29. *Cebus albifrons* (Humboldt, 1812)

Localidad: ORITO: El Tigre. Río Caldero. PUERTO ASÍS: Puerto Asís

Distrito: Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: Rodríguez-Mahecha *et al.*, 1995; Alberico *et al.*, 2000; Polanco-Ochoa *et al.*, 2000; Defler, 2004, 2010.

30. *Cebus apella* (Linnaeus, 1758)

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 70628-70631. Alberico *et al.*, 2000; Polanco-Ochoa *et al.*, 2000; Defler, 2004, 2010; Rivas-Pava *et al.*, 2007 (MHNUC-M028 E*).

31. *Saimiri sciureus* (Linnaeus, 1758)

Localidad: ORITO: Río Caldero. PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 70668-70671. Rodríguez-Mahecha *et al.*, 1995; Defler, 2004; Rivas-Pava *et al.*, 2007 (MHNUC-M00031*, M00032E*, M00033*).

Familia Pitheciidae

32. *Callicebus discolor* (I. Geoffroy & Deville, 1848)

Localidad: Localidades imprecisas: Banco sur del Río Guamués. Río Putumayo. VALLE DEL GUAMUÉS: Río Guamués.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: Hershkovitz, 1990; Groves, 2005; Rodríguez *et al.*, 2006; Defler, 2010.

33. *Callicebus medemi* Hershkovitz, 1963

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Río Mecaya. VILLA GARZÓN: Puerto Umbría. Localidad imprecisa: banco derecho del río Caquetá.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: Hershkovitz, 1963 (FMNH 70699, Holotipo; FMNH 70692-70700, FMNH 84551); Hershkovitz, 1990; Groves, 2005.

Comentarios: La localidad tipo de esta especie es Putumayo, banco derecho del Río Caquetá, Río Mecaya. La distribución de esta especie se restringe a Colombia, entre los ríos Caquetá y Putumayo (Hershkovitz, 1990; Veiga & Palacios, 2008).

34. *Pithecia monachus* (É. Geoffroy Sant-Hilaire, 1812)

Localidad: MOCOA: Río Guamués. Río Pepino. ORITO: Río Caldero. PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. Río Mecaya. VILLA GARZÓN: Inspección de Policía Villa Garzón.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental, Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ICN 9911, 14777. Rodríguez-Mahecha *et al.*, 1995; Polanco-Ochoa *et al.*, 2000; Defler, 2010; Defler *et al.*, 2006.

ORDEN RODENTIA

Familia Sciuridae

35. *Microsciurus flaviventer* (Gray, 1867)

Localidad: MOCOA: Río Pepino. ORITO: Río Caldero. PUERTO LEGUÍZAMO: Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: INCIVA; FMNH 71119-71121; PSO-CZ. Riascos, 2001; Rivas-Pava *et al.*, 2007 (MHNUC-M0240).

36. *Sciurus granatensis* Humboldt, 1811

Localidad: MOCOA: Río Pepino. Localidad imprecisa: El Horno.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ICN 9968.

37. *Sciurus pucheranii* (Fitzinger, 1867)

Localidad: MOCOYA: Mocoa. Guacayaco. SAN MIGUEL: San Miguel.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental, Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ROM 40391, 40393, 46423-46427.

38. *Sciurus igniventris* Wagner, 1842

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 71052, 71056. Polanco-Ochoa *et al.*, 2000 registraron observaciones de *Sciurus* cf. *igniventris* para el PNN La Paya, pero debido a que no hay ejemplares testigo de dichas observaciones, no podemos establecer si se trata precisamente de esta especie.

39. *Sciurus spadiceus* Olfers, 1818

Localidad: ORITO: Río Caldero. PUERTO LEGUÍZAMO: Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 71055; PSO-CZ.

Familia Cricetidae

40. *Euryoryzomys macconnelli* (Thomas, 1910)

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 72041, 72060-72061. Polanco-Ochoa *et al.*, 2000 (ICN 14468-14472).

41. *Hylaeamys yunganus* (Thomas, 1902)

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 72067.

42. *Neacomys spinosus* (Thomas, 1882)

Localidad: ORITO: Río Caldero. PUERTO LEGUÍZAMO: Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: MHNG 1268,054, PSO-CZ. Steppan, 1995 (FMNH 71784-71789, 71792).

43. *Nectomys* sp.

Localidad: MOCOYA: Río Guamués. PUERTO LEGUÍZAMO: Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental, Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ICN 1555*; ROM 40389, 41503; FMNH 71655-71657.

44. *Oecomys bicolor* (Tomes, 1860)

Localidad: MOCOYA: Margen derecha del río Caquetá. SAN MIGUEL: San Miguel.

Distrito: Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental, Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ROM 40403-40404, 40425-40426

45. *Oecomys concolor* (Wagner, 1845)

Localidad: MOCOYA: Margen derecha del río Caquetá. Mocoa.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental.

Referencias: ROM 40394-40397, 40400-40401, 41501-41502.

46. *Oecomys superans* Thomas, 1911

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 72017-72021; 72023, 72027-72029; 72031, 72033-72034, 72042, 72090. Alberico *et al.*, 2000.

47. *Reithrodontomys mexicanus* (Saussure, 1860).

Localidad: Localidad imprecisa.

Distrito: No establecida por falta de localidad precisa.

Eco-región: No establecida por falta de localidad precisa.

Referencia: Alberico *et al.*, 2000.

48. *Thomasomys cinereiventer* J.A. Allen, 1912

Localidad: Localidad imprecisa.

Distrito: No establecida por falta de localidad precisa.

Eco-región: No establecida por falta de localidad precisa.

Referencias: Alberico *et al.*, 2000.

49. *Transandinomys talamancae* (Allen, 1891)

Localidad: Localidad imprecisa.

Distrito: No establecida por falta de localidad precisa.

Eco-región: No establecida por falta de localidad precisa.

Referencia: Alberico *et al.*, 2000.

Familia Echimyidae

50. *Mesomys hispidus* (Desmarest, 1817)

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 71125-71127.

51. *Proechimys simonsi* Thomas, 1900

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 71148-71156.

Comentarios: Polanco-Ochoa *et al.*, 2000, registraron ejemplares de *Proechimys* sp. para el PNN La Paya, pero desafortunadamente no hay ejemplares testigo para corroborar su identidad taxonómica.

Familia Erethizontidae.

52. *Coendou* sp.

Localidad: MOCOYA: Serranía El Churumbelo.

Distrito: Distrito Alto Putumayo.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental.

Referencia: ICN 21151.

Comentarios: No es posible identificar la especie porque se trata de un individuo inmaduro (feto).

Familia Dinomyidae.

53. *Dinomys branickii* Peters, 1873

Localidad: SIBUNDOY: Valle de Sibundoy.

Distrito: Bosques Andinos Nariño Oriental.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental.

Referencias: ICN 1036-37.

Familia Caviidae

54. *Cavia porcellus* (Linnaeus, 1758)

Localidad: SAN MIGUEL: San Miguel. SIBUNDOY: Valle de Sibundoy.

Distrito: ver comentarios.

Eco-región: ver comentarios.

Referencias: ROM 40420.

Comentarios: Especie domesticada y mantenida en la zona Andina desde la época precolombina (Ramírez-Chaves *et al.*, 2011).

55. *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766)

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. VILLA GARZÓN: Río Liacaé.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: MHNG 1078-03. Polanco-Ochoa *et al.*, 2000.

Familia Dasyproctidae

56. *Dasyprocta fuliginosa* Wagler, 1832

Localidad: ORITO: Río Caldero. PUERTO ASÍS: 17 km N de Puerto Asís. PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: INCIVA; PSO-CZ; FMNH 70796-70978. Rodríguez-Mahecha *et al.*, 1995; Polanco-Ochoa *et al.*, 2000; Riascos, 2001.

Comentarios: en Orito esta especie es cazada por su carne principalmente para consumo familiar.

57. *Myoprocta pratti* Pocock, 1913

Localidad: ORITO: Río Caldero. PUERTO LEGUÍZAMO: Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 71133-71134.

Comentarios: un ejemplar con procedencia de Puerto Leguizamo, objeto de decomiso a cazadores fue observado en Mocoa.

Familia Cuniculidae

58. *Cuniculus paca* (Linnaeus, 1766)

Localidad: MOCOYA: Margen derecha del Río Caquetá, 2 Km. al occidente de las bocas del río Orteguzza. Mocoa, Río Pepino. ORITO: Río Caldero. PUERTO ASÍS: Bajo Río Guamués. PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental, Selva Húmeda del Napo.

Referencias: Rodríguez-Mahecha *et al.*, 1995; Polanco-Ochoa *et al.*, 2000; EANU, 2008: Observación personal.

Comentarios: esta especie es cazada por su carne principalmente para consumo familiar. Algunos ejemplares son cuidados en el Centro Experimental Amazónico, tras su decomiso a cazadores.

ORDEN LAGOMORPHA

Familia Leporidae

59. *Sylvilagus brasiliensis* (Linnaeus, 1758)

Localidad: MOCOYA: Mocoa. Río Pepino.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental, Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ROM 40383, 40385, 40390, 41504-05.

ORDEN SORICOMORPHA**Familia Soricidae****60. *Cryptotis* sp.****Localidad:** SIBUNDOY: Valle de Sibundoy.**Distrito:** Bosques Andinos Nariño Oriental.**Eco-región:** Bosques montanos de la Cordillera Oriental.**Referencias:** PSO-CZ*.**Comentarios:** El ejemplar es una piel y un cráneo incompleto, cuyas características no posibilitan su determinación exacta hasta el momento.**ORDEN CHIROPTERA****Familia Emballonuridae****61. *Cormura brevirostris* (Wagner, 1843)****Localidad:** SAN MIGUEL: San Miguel.**Distrito:** Kofán.**Eco-región:** Selva Húmeda del Napo.**Referencias:** ROM 40380-82.**62. *Diclidurus ingens* Hernández-Camacho, 1955****Localidad:** PUERTO LEGUÍZAMO: Puerto Leguízamo.**Distrito:** Alto Putumayo.**Eco-región:** Selva Húmeda del Napo.**Referencias:** Hernández-Camacho, 1955 (ICN 546, Holotipo); Aellen, 1970; Cadena & González-H., 2006.**Comentario:** La localidad tipo de esta especie es "Puerto Leguízamo, margen izquierda del río Putumayo, ca. a la desembocadura del río Caucaja, junto al poblado de este nombre".**63. *Peropteryx macrotis* (Wagner, 1843)****Localidad:** MOCOA: Cerca a Mocoa.**Distrito:** Alto Putumayo.**Eco-región:** Bosques montanos de la Cordillera Oriental.**Referencias:** ROM 41472-78, 41480-94, 41496-41500, 62262-65, 62268-69, 63244-45; MHNG 1902.076*, MHNG 1902.077, MHNG 1902.078*, MHNG 1902.079*, MHNG 1902.080*, MHNG 1902.081*, MHNG 1902.082*.**64. *Rhynchonycteris naso* (Wied-Neuwied, 1820)****Localidad:** MOCOA: San Antonio. PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. Vereda El Guadual, finca de Pablo Aguirre, Loma 1. Hacienda Hernández Río Caucaja, Lomas II.**Distrito:** Alto Putumayo.**Eco-región:** Selva Húmeda del Napo.**Referencias:** MNHG 1907.046-1907.047-1907.048. Polanco-Ochoa *et al.*, 2000 (ICN 13761-62).**65. *Saccopteryx bilineata* (Temminck, 1838)****Localidad:** MOCOA: Cascada Canalendres, vereda el Zarzal. Mocoa. ORITO: Orito I, Campamento Texaco.**PUERTO ASÍS:** Vereda Cocaya. **VILLA GARZÓN:** Puerto Limón.**Distrito:** Alto Putumayo.**Eco-región:** Bosques montanos de la Cordillera Oriental. Selva Húmeda del Napo.**Referencias:** MHNG 1902.064*, MHNG 1902.065*, MHNG 1902.066*, MHNG 1902.067*, MHNG 1902.068*, MHNG 1902.069*, MHNG 1923.065*, MHNG 1923.066*, MHNG 1923.067*, MHNG 1923.068*, MHNG 1923.069*, MHNG 1923.070*, MHNG 1923.071*, MHNG 1923.072*. ROM 40369, 40371, 46350-52, 49185-87, 63243.**66. *Saccopteryx leptura* (Schreber, 1774)****Distrito:** PUERTO LEGUÍZAMO: Río Mecaya.**Distrito:** Alto Putumayo.**Eco-región:** Selva Húmeda del Napo.**Referencias:** FMNH 72354-72357, 113902.**Familia Noctilionidae****67. *Noctilio albiventris* Desmarest, 1818****Localidad:** MOCOA: San Antonio. ORITO: Orito. PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. Río Mecaya. Unidad vega río Caucaja.**Distrito:** Alto Putumayo; Kofán.**Eco-región:** Selva Húmeda del Napo.**Referencias:** MNHG 1905.060*, MNHG 1907.025*, FMNH 71528. Polanco-Ochoa *et al.*, 2000.**Familia Molossidae****68. *Cynomops greenhalli* Goodwin, 1958****Localidad:** PUERTO LEGUÍZAMO: Puerto Leguízamo.**Distrito:** Alto Putumayo.**Eco-región:** Selva Húmeda del Napo.**Referencias:** Marinkelle & Cadena, 1972 registraron dos especímenes depositados en la colección de la Universidad de Los Andes, Bogotá (MHNU 12500, 14418).**69. *Cynomops paranus* (O. Thomas, 1901)****Localidad:** MOCOA: Mocoa.**Distrito:** Alto Putumayo.**Eco-región:** Bosques montanos de la Cordillera Oriental.**Referencias:** Eger, 2008 (ROM 41479).**70. *Molossops neglectus* Williams & Genoways, 1980****Localidad:** PUERTO LEGUÍZAMO: Puerto Leguízamo a 20 km S de Gamarra Cesar.**Distrito:** Alto Putumayo.**Eco-región:** Selva Húmeda del Napo.**Referencia:** Lim & Engstrom, 2001 (ROM 69532).

71. *Molossus molossus* (Pallas, 1766)

Localidad: PUERTO ASÍS: Puerto Asís. PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: MHNG 1899.080*, MHNG 1899.081*, MHNG 1899.082*, MHNG 1899.083*, MHNG 1899.084*, MHNG 1899.085*, MHNG 1899.086*, MHNG 1899.087*, MHNG 1901.11*. MHNG 1914.065-1914.069-1914.075. Polanco-Ochoa *et al.*, 2000 (ICN 13745-13746).

72. *Molossus pretiosus* Miller, 1902

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Puerto Leguízamo.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: Marinkelle & Cadena, 1972.

73. *Molossus rufus* É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1805

Distrito: PUERTO LEGUÍZAMO: Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 72217. Alberico *et al.*, 2000.

Familia Phyllostomidae**Phyllostominae****74. *Lophostoma brasiliense*** Peters 1866

Localidad: ORITO: Río Caldero.

Distrito: Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: PSO-CZ. Mantilla-Meluk *et al.*, 2009.

75. *Lophostoma silvicolium* d'Orbygni 1836

Localidad: ORITO: Río Caldero. PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. Río Caucajá. Río Mecaya. Vereda El Guadual, finca de Pablo Aguirre, Loma 1. Finca Velásquez, entrando por Limonconcho NW de Leguízamo. SAN MIGUEL: Santa Rosa de Sucumbíos.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 71529-71532, 71147-72148, 104855; PSO-CZ. Polanco-Ochoa *et al.*, 2000 (ICN 13777-13780); Mantilla-Meluk *et al.*, 2009.

76. *Macrophyllum macrophyllum* (Schinz, 1821)

Localidad: ORITO: San Antonio del Guamués.

Distrito: Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: MHNG 1907.021*.

77. *Miconycteris megalotis* (Gray, 1842)

Localidad: ORITO: Orito I, Estación de Bombeo Texaco. PUERTO LEGUÍZAMO: Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 72159, 72262-72264, 72374; MHNG 1908.046*.

78. *Miconycteris minuta* (Gervais, 1856)

Localidad: MOCOYA: Mocoia. PUERTO LEGUÍZAMO: Río Mecaya. VILLA GARZÓN: Puerto Limón.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental. Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 72158, 72160-72162, 72284-72286; ROM 56575; PSO-CZ.

79. *Miconycteris crenulatus* (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1810)

Localidad: MOCOYA: Mocoia.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental.

Referencias: PSO-CZ.

80. *Phyllostomus elongatus* (E. Geoffroy St. Hilaire 1810)

Localidad: MOCOYA: San Antonio. PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. Vereda El Guadual, finca de Pablo Aguirre, Loma 1. Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 71919, 71527. Polanco-Ochoa *et al.*, 2000 (ICN 13750-13752); Rodríguez-Posada & Sánchez-Palomino, 2009 (ICN 13748-13752); Mantilla-Meluk *et al.*, 2009.

Comentarios: Dos ejemplares registrados como *Phyllostomus discolor* (Wagner, 1843) por Polanco-Ochoa *et al.*, 2000 (ICN 13748*-13749*) fueron reasignados a *P. elongatus* por Rodríguez-Posada & Sánchez-Palomino, 2009.

81. *Phyllostomus hastatus* (Pallas, 1767)

Localidades: ORITO: Orito. PUERTO ASÍS: Vereda Cocaya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: MHNG 1906.02; ROM 49182.

82. *Phylloderma stenops* Peters, 1865

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 71919, 71527. Polanco-Ochoa *et al.*, 2000 (ICN 13747).

83. *Trachops cirrhosus* (Spix 1823)

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 71533, 72149-72151. **Polanco-Ochoa et al.**, 2000 (ICN 13781-13783); **Mantilla-Meluk et al.**, 2009.

84. *Tonatia saurophila* Koopman & Williams, 1951

Localidad: ORITO: Estación de bombeo Guamués.

Distrito: Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental.

Referencias: Williams et al., 1995 (FMNH).

Stenodermatinae

85. *Artibeus concolor* Peters, 1865

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Puerto Leguízamo.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: TCWC 26046.

86. *Artibeus jamaicensis* Leach, 1821

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: Polanco-Ochoa et al., 2000 (ICN 13709-13712).

87. *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818)

Localidad: ORITO: Río Caldero. PUERTO LEGUÍZAMO: Base Fluvial, Puerto Leguízamo.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ROM 49446, 49448-52, 49455-56, 49458-65, 49468-71, 49475-77, 49479, 49485, 49488, 49490, 49493, 49508-21, 49524-29, 49540, 49590, 49598-49604; PSO-CZ. **Polanco-Ochoa et al.**, 2000 (ICN 13713-13717).

88. *Artibeus obscurus* (Schinz, 1821)

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 113402, 113407-113408. **Polanco-Ochoa et al.**, 2000 (ICN 13708).

89. *Artibeus planirostris* (Spix, 1823)

Localidad: ORITO: Estación de bombeo Guamués. Río Caldero. PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 113698; PSO-CZ. **Polanco-Ochoa et al.**, 2000 (ICN 13718-13720); **Alberico et al.**, 2000.

90. *Chiroderma villosum* Peters, 1860

Localidad: ORITO: Estación de bombeo Guamués. PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. VALLE DEL GUAMUÉS: Río Guamués.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 113169, 113624. **Polanco-Ochoa et al.**, 2000 (ICN 13739); **Alberico et al.**, 2000.

91. *Chiroderma salvini* Dobson, 1878

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. Vereda El Guadual, finca de Pablo Aguirre, Loma 1.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: Polanco-Ochoa et al., 2000 (ICN 13735-13738); **Alberico et al.**, 2000.

92. *Chiroderma trinitatum* Goodwin, 1958

Localidad: El Horno

Distrito: No establecida por falta de localidad precisa.

Eco-región: No establecida por falta de localidad precisa.

Referencias: ROM 63234-63238.

93. *Dermanura phaeotis* Miller, 1902

Localidad: MOCOYA: Carretera entre Sibundoy y Mocoa, Localidad El Mirador.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental.

Referencias: IAvH 6835, IAvH 6843

94. *Enchisthenes hartii* Thomas, 1892

Localidad: El Horno. MOCOYA: Guascayaco.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental.

Referencias: ROM 40218, 63242.

95. *Mesophylla macconnelli* Thomas, 1901

Localidad: El Horno. MOCOYA: Guascayaco. Mocoa. San Antonio. ORITO: Estación de bombeo Guamués. Río Caldero.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ROM 49213-14, 56577-78, 56580-88, 63246-62; PSO-CZ; FMNH 113367, 113630, 113640, 113904-113906.

96. *Platyrrhinus brachycephalus* (Rouk & Carter, 1972)

Localidad: MOCOA: San Antonio. **ORITO:** Estación de bombeo Guamués.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: Velazco, 2005 (FMNH 113657, 114018-114022).

97. *Platyrrhinus angustirostris* Velazco, Gardner & Patterson, 2010

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ICN 13753-13755.

Comentarios: Estos ejemplares fueron registrados como *Platyrrhinus helleri* por Polanco-Ochoa *et al.*, 2000.

98. *Platyrrhinus infuscus* (Peters, 1880)

Localidad: MOCOA: San Antonio. **ORITO:** Estación de bombeo Guamués. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: Polanco-Ochoa *et al.*, 2000 (ICN 13756-13757); Alberico *et al.*, 2000; Velazco, 2005 (FMNH 72125, 72123, 113413, 113415, 113417, 113699, 113752, 113898-113900, 114128-29); Mantilla-Meluk *et al.*, 2009.

99. *Platyrrhinus ismaeli* Velazco, 2005

Localidad: MOCOA: Carretera entre Sibundoy y Mocoa, Localidad El Mirador.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental.

Referencias: Velazco & Gardner, 2009 (IAvH-M 6818, IAvH 6823).

100. *Platyrrhinus nigellus* (Gardner & Carter, 1972)

Localidad: MOCOA: Carretera entre Sibundoy y Mocoa, Localidad El Mirador.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental.

Referencias: Velazco & Gardner, 2009 (IAvH-M 6817, IAvH 6819, IAvH 6825).

101. *Uroderma bilobatum* Peters, 1866

Localidad: PUERTO ASÍS: Puerto Asís. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya. Vereda El Guadual, finca de Pablo Aguirre, Loma 1.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: MHNG 1903.79. Polanco-Ochoa *et al.*, 2000 (ICN 13784).

102. *Uroderma magnirostrum* Davis, 1968

Localidad: ORITO: San Antonio del Guamués.

Distrito: Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencia: MHNG 1907.064*.

103. *Vampyressa thyone* Thomas, 1909

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. Vereda El Guadual, finca de Pablo Aguirre, Loma 1.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ICN 13785.

Comentarios: Registrados como *Vampyressa pusilla* por Polanco-Ochoa *et al.*, 2000.

104. *Vampyriscus bidens* Dobson, 1878

Localidad: ORITO: Estación de bombeo Guamués.

Distrito: Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental.

Referencias: FMNH 113643.

105. *Vampyrodes caraccioli* (Thomas, 1889)

Localidad: MOCOA: San Antonio. **ORITO:** San Antonio del Guamués. **PUERTO ASÍS:** Puerto Asís. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Puerto Leguizamo. Río Caucayá.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: IAvH-M 593; MHNG 1902.075; MHNG 1907.007. Velazco & Simmons, 2011 (FMNH 113948).

106. *Sturnira bidens* (Thomas, 1915)

Localidad: MOCOA: Carretera entre Sibundoy y Mocoa, Localidad El Mirador. **PUERTO LEGUÍZAMO:** La Victoria.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: IAvH 6839, IAvH 6845-6846, IAvH 6849-6850; FMNH 11302-113207. Marinkelle & Cadena, 1972.

107. *Sturnira lilium* (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1810)

Localidad: MOCOA: San Antonio. **ORITO:** Orito I, Estación de Bombeo Texaco. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: MHNG 1905.082; MHNG 1906.65*, MHNG 1906.084-1906.085, MHNG 1906.086*, MHNG 1906.088, MHNG 1906.089*, MHNG-1907.001*, MHNG 1907.002*, MHNG 1907.003*, MHNG 1907.028*, MHNG 1907.029*, MHNG 1907.031*, MHNG 1907.032*, MHNG 1907.033*, MHNG 1907.044, MHNG 1907.062*, MHNG 1908.22*. Polanco-Ochoa *et al.*, 2000 (ICN 13763-13771).

108. *Sturnira ludovici* Anthony, 1924

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: La Victoria. Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 113480. **Polanco-Ochoa et al.**, 2000 (ICN 13772-13773).

109. *Sturnira magna* de la Torre, 1966

Localidad: ORITO: Estación de bombeo Guamués. Río Caldero.

Distrito: Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH; PSO-CZ. **Tamsitt et al.**, 1986; **Alberico et al.**, 2000, **Mantilla-Meluk et al.**, 2009.

110. *Sturnira tildae* de la Torre 1959

Localidad: ORITO: Estación de bombeo Guamués. PUERTO ASÍS: Vereda Cocaya. PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: MHNG 1902.058*. **Marinkelle & Cadena**, 1971; **Polanco-Ochoa et al.**, 2000 (ICN 13774-13776); **Mantilla-Meluk et al.**, 2009.

Desmodontinae**111. *Desmodus rotundus*** (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1810)

Localidad: MOCOYA: Guascayaco. Mocoia. ORITO: Orito.

Villa Garzón: Villa Garzón.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ROM 46362-46364.

112. *Diaemus youngii* (Jentink, 1893)

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: Lay, 1962 (FMNH 72142); **Pinto et al.**, 2007.

Glossophaginae**113. *Anoura caudifer*** (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1818)

Localidad: ORITO: Estación de bombeo Guamués. PUERTO LEGUÍZAMO: La Victoria.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 11391, FMNH 113364, FMNH113502-113509, FMNH 114101-114103.

114. *Anoura geoffroyi* Gray, 1838

Localidad: MOCOYA: Carretera entre Sibundoy y Mocoia, Localidad El Mirador. ORITO: San Antonio del Guamués.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: IAvH 6813-6815, IAvH 6827-6834; MHNG 1907.019.

115. *Choeroniscus minor* (Peters, 1868)

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: **Polanco-Ochoa et al.**, 2000 (ICN 13740).

116. *Glossophaga soricina* (Pallas, 1766)

Localidad: VILLA GARZÓN: Puerto Limón.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ROM 40368.

117. *Lonchophylla thomasi* Allen, 1904

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: **Polanco-Ochoa et al.**, 2000 (ICN 13743-13744). **Mantilla-Meluk et al.**, 2010 (ICN 13742*, 13743*, 13744*).

Carollinae**118. *Carollia brevicauda*** (Schinz, 1821)

Localidad: MOCOYA: Carretera entre Sibundoy y Mocoia, Localidad El Mirador.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: IAvH 6856. MHNG 1904.066*, MHNG 1905.083*, MHNG 1906.100*, MHNG 1907.034*, MHNG 1907.035*, MHNG 1907.036*, MHNG 1907.037*, MHNG 1907.090*.

119. *Carollia castanea* H. Allen, 1890

Localidad: ORITO: Río Caldero. PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya. Vereda El Guadual, finca de Pablo Aguirre, Loma 1.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: PSO-CZ; MHNG 1906.090*, MHNG 1906.091*, MHNG 1906.092*, MHNG 1906.093*, MHNG 1906.095*, MHNG-1906.096*, MHNG 1907.054*, MHNG1907.049, MHNG 1907.091*. **Polanco-Ochoa et al.**, 2000 (ICN 13721-13723).

120. *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758)

Localidad: MOCOA: Carretera entre Sibundoy y Mocoa, Localidad El Mirador. San Antonio. **ORITO:** Orito I, Estación de Bombeo Texaco. **PUERTO ASÍS:** Puerto Asís.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: PSO-CZ; IAvH 6854-6855, IAvH 6857; MHNG 1914.043-1914.056, MHNG 1900.071-1900.075; MHNG 1906.098. **Polanco-Ochoa et al.**, 2000 (ICN 13724-13734).

121. *Rhinophylla fischeriae* Carter, 1966

Localidad: MOCOA: San Antonio. **ORITO:** Estación de bombeo Guamués. Río Caldero. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 113362, FMNH 113366, FMNH 113368, FMNH 113371; PSO-CZ. **Polanco-Ochoa et al.**, 2000 (ICN 13758-13759); **Alberico et al.**, 2000.

122. *Rhinophylla pumilio* Peters, 1865

Localidad: **ORITO:** Río Caldero. San Antonio de Guamués. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya. **San Miguel:** La Tagua.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: MHNG 1907.085*; PSO-CZ; FMNH 113354-113358; ROM 40376, ROM 40378-40379, ROM 62536. **Polanco-Ochoa et al.**, 2000 (ICN 13760); **Mantilla-Meluk et al.**, 2009.

Familia Vespertilionidae**123. *Eptesicus brasiliensis*** (Desmarest, 1820)

Localidad: **PUERTO LEGUÍZAMO:** Puerto Leguízamo.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ROM 69581.

124. *Myotis albescens* (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1806)

Localidad: **Puerto Asís:** Misión Evangelista.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: MHNG 1906.010*, MHNG 1906.011*, MHNG 1906.012*.

125. *Myotis nigricans* (Schinz, 1821)

Localidad: MOCOA: Carretera entre Sibundoy y Mocoa, Localidad El Mirador. Mocoa. San Antonio.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: IAvH 6852-6853; FMNH 113950.

126. *Myotis simus* Thomas, 1901

Localidad: MOCOA: Mocoa. Río Pepino.

Distrito: Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ROM 41495; PSO-CZ. **Marinkelle & Cadena**, 1972; **Alberico et al.**, 2000.

ORDEN CARNIVORA**Familia Felidae****127. *Leopardus pardalis*** (Linnaeus, 1758)

Localidad: **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: **Rodríguez-Mahecha et al.**, 1995; **Polanco-Ochoa et al.**, 2000; **Rivas-Pava et al.**, 2007 (MHNUC 71E-72E*).

128. *Leopardus tigrinus* (Schreber, 1755)

Localidad: MOCOA: Mocoa. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Puerto Leguízamo.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: AMNH 149316-18. EANU, 2008: Observación personal.

129. *Leopardus wiedii* (Schinz, 1821)

Localidad: **ORITO:** Río Caldero. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya. Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 70568. **Polanco-Ochoa et al.**, 2000.

130. *Panthera onca* (Linnaeus, 1758)

Localidad: MOCOA: Río Pepino. **ORITO:** El Tigre. Río Caldero. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya. Río Consaya. **VILLA GARZÓN:** Villa Garzón.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 70566. **Rodríguez-Mahecha et al.**, 1995; **Polanco-Ochoa et al.**, 2000; **Rivas-Pava et al.**, 2007 (MHNUC 123*, MHNUC 124*, MHNUC 133*). EANU, 2008: Observación personal.

131. *Puma concolor* (Linnaeus, 1771)

Localidad: MOCOA: Río Pepino. **PUERTO ASÍS:** Puerto Asís. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: USNM 544421. **Rodríguez-Mahecha et al.**, 1995; **Polanco-Ochoa et al.**, 2000; **Jorgenson et al.**, 2006 c.

132. *Puma yagouaroundi* (É. Geoffroy Sant-Hilaire, 1803)

Localidad: **PUERTO ASÍS:** Puerto Asís. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo

Referencias: INCIVA. **Rodríguez-Mahecha et al.**, 1995; **Polanco-Ochoa et al.**, 2000; **Riascos**, 2001.

Familia Canidae**133. *Atelocynus microtis*** (Sclater, 1883)

Localidad: **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: **Polanco-Ochoa et al.**, 2000.

134. *Lycalopex culpaeus* (Molina, 1782)

Localidad: **SIBUNDOY:** Valle del Sibundoy.

Distrito: Bosques Andinos Nariño Oriental.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental.

Referencias: **Jorgenson et al.**, 2006b.

135. *Spheothos venaticus* (Lund, 1842)

Localidad: **ORITO:** Río Caldero.

Distrito: Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: EANU, 2008: Observación personal.

Familia Mustelidae**136. *Mustela frenata*** Lichtenstein, 1831

Localidad: **SIBUNDOY:** Valle del Sibundoy.

Distrito: Bosques Andinos Nariño Oriental.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental.

Comentarios: Ramírez-Chaves: observación personal, septiembre 2012.

137. *Eira barbara* (Linnaeus, 1758)

Localidad: MOCOA: Río Pepino. **PUERTO ASÍS:** Puerto Asís. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: **Rodríguez-Mahecha et al.**, 1995; **Polanco-Ochoa et al.**, 2000.

138. *Galictis vittata* (Schreber, 1776)

Localidad: MOCOA: Mocoa. **ORITO:** Río Caldero. **PUERTO ASÍS:** Puerto Asís.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: INCIVA. **Riascos**, 2001; EANU, 2008: Observación personal.

139. *Lontra longicaudis* (Olfers, 1818)

Localidad: MOCOA: Río Pepino. **ORITO:** Río Caldero.

PUERTO ASÍS: Puerto Asís. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ICN 1048. **Polanco-Ochoa et al.**, 2000; **Noguera-Urbano & Montenegro-Muñoz**, 2011.

140. *Pteronura brasiliensis* (Gmelin, 1788)

Localidad: **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya. **VILLA GARZÓN:** Villa Garzón.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 70768. **Polanco-Ochoa et al.**, 2000; **Trujillo et al.**, 2006; **Rivas-Pava et al.**, 2007 (MHNUC-M062E*).

Familia Ursidae**141. *Tremarctos ornatus*** (F.G. Cuvier, 1825)

Localidad: MOCOA: Río Pepino.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: **Jorgenson et al.**, 2006a.

Familia Procyonidae**142. *Bassaricyon* sp.**

Localidad: MOCOA: Mocoa. Río Pepino.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ICN 3725*.

143. *Nasua nasua* (Linnaeus, 1766)

Localidad: MOCOA: Mocoa. **ORITO:** Río Caldero. Río Orito. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: INCIVA. **Rodríguez-Mahecha et al.**, 1995; **Polanco-Ochoa et al.**, 2000; **Alberico et al.**, 2000; **Riascos**, 2001; EANU, 2008: Observación personal.

144. *Potos flavus* (Schreber, 1774)

Localidad: MOCOA: Río Pepino. **ORITO:** Estación de bombeo Guamués. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya. Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ICN 9924*; FMNH 70713-70720. **Polanco-Ochoa et al.**, 2000.

145. *Procyon cancrivorus* G. Cuvier, 1798

Localidad: VILLA GARZÓN: Villa Garzón.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: PSO-CZ.

ORDEN PERISSODACTYLA

Familia Tapiridae

146. *Tapirus pinchaque* (Roulin, 1829)

Localidad: SIBUNDOY: Valle del Sibundoy.

Distrito: Bosques Andinos Nariño Oriental.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental.

Referencia: Lizcano et al., 2006.

147. *Tapirus terrestris* (Linnaeus, 1758)

Localidad: MOCOA: Mocoa. **ORITO:** Río Caldero.

PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: **Mahecha et al.**, 1995; **Polanco-Ochoa et al.**, 2000; **Constantino et al.**, 2006; EANU, 2008: Observación personal.

Comentarios: esta especie es cazada por su carne principalmente para consumo familiar. Algunos ejemplares son cuidados en el Centro Experimental Amazónico, tras su decomiso a cazadores.

ORDEN ARTIODACTYLA

Familia Tayassuidae

148. *Pecari tajacu* (Linnaeus, 1758)

Localidad: **ORITO:** Río Caldero. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya. Río Mecaya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 70565, FMNH 72412. **Mahecha et al.**, 1995; **Polanco-Ochoa et al.**, 2000; **Rivas-Pava et al.**, 2007 (MHNUC 90E*); EANU, 2008: Observación personal.

149. *Tayassu pecari* (Link, 1795)

Localidad: **ORITO:** Río Caldero. **PUERTO ASÍS:** Bajo Río Guamués. Bocas del Río Peneya en la margen derecha del río Caquetá. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ICN 4319, ICN 4331, ICN 4333, ICN 4338, ICN 4344, ICN 4350- 4351, ICN 4356, ICN 4358, ICN 5198, ICN 5199. **Polanco-Ochoa et al.**, 2000; EANU, 2008: Observación personal.

Familia Cervidae

150. *Mazama cf. americana* (Erxleben, 1777)

Localidad: MOCOA: Mocoa. **PUERTO ASÍS:** Bajo Río Guamués. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Bosques montanos de la Cordillera Oriental; Selva Húmeda del Napo.

Referencias: ICN 1557. **Polanco-Ochoa et al.**, 2000; EANU, 2008: Observación personal.

151. *Mazama nemorivaga* F. Cuvier, 1817

Localidad: **ORITO:** Río Caldero. **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo; Kofán.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencias: FMNH 70558-70559. EANU, 2008: Observación personal.

Comentarios: **Polanco-Ochoa et al.**, 2000, registraron esta especie como *Mazama gouazoubira*. *Mazama nemorivaga* fue considerada como un sinónimo de *M. gouazoubira* pero actualmente se tratan como especies parapátricas, con la última sin presencia en Colombia (**Rossi & Duarte**, 2008). Es cazada por su carne principalmente para consumo familiar.

ORDEN CETACEA

Familia Iniidae

152. *Inia geoffrensis* (de Blainville, 1817)

Localidad: **PUERTO LEGUÍZAMO:** Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencia: **Polanco-Ochoa et al.**, 2000.

Familia Delphinidae

153. *Sotalia fluviatilis* (Gervais & Deville, 1853)

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencia: Polanco-Ochoa *et al.*, 2000.

ORDEN SIRENIA

Familia Trichechidae

154. *Trichechus inunguis* (Natterer, 1883)

Localidad: PUERTO LEGUÍZAMO: Parque Nacional Natural La Paya.

Distrito: Alto Putumayo.

Eco-región: Selva Húmeda del Napo.

Referencia: Polanco-Ochoa *et al.*, 2000.

Discusión

Riqueza de especies, conservación y estado del conocimiento.

Aunque el número de especies de mamíferos registrados en el Putumayo abarca más del 30% del total registrado para Colombia, cabe resaltar que la mayor parte del Putumayo hace parte de la Amazonia, una de las áreas con mayor diversidad del mundo (Ceballos & Ehrlich, 2006), por lo que se espera que la riqueza de mamíferos se incremente considerablemente con el desarrollo de nuevas investigaciones. Con respecto a los murciélagos que es uno de los grupos que mayor aporta a la riqueza de mamíferos en el país, el número de especies registradas (65) es menor en comparación con las 74 especies registradas en el departamento del Caquetá (Marín-Vásquez & Aguilar-González, 2005), que es un territorio vecino al Putumayo y con ecosistemas afines.

Actualmente, los ecosistemas del Putumayo son el hábitat del mayor número de primates con distribución en Colombia (Defler, 2010) con 15 especies. Posiblemente, las condiciones típicas de ecotono (Lynch *et al.*, 1997) entre ecosistemas de alta montaña (Andes) y selváticos (Amazonía), las gradientes altitudinales y la complejidad de la estructura vegetal (Defler, 2010), hacen del sur de Colombia hábitat óptimo para los primates y otras especies de mamíferos, por lo tanto esta región se convierte en un punto crucial para el desarrollo de investigaciones asociadas a este grupo. Los ecosistemas de la cuenca alta del Amazonas desde Nariño-Cauca hasta el sur del Putumayo-Caquetá, a diferencia del resto del país, presentan características particulares como los regímenes de humedad (muy húmedo en el norte, húmedo-sub-húmedos

en el centro y húmedos en el sur), la disponibilidad hídrica y de materia orgánica en el suelo (Malagón, 2003), reflejándose en la continuidad de productos vegetales comestibles, recursos que posiblemente también explican la diversidad primates y otros mamíferos en el área.

El Putumayo y en general toda el área cubierta por las selvas amazónicas son el hábitat de 25 especies con alguna categoría de amenaza global o regional. En esas categorías los primates y carnívoros deben ser considerados objetos de conservación, por lo que se requiere desarrollar estudios para diseñar e implementar acciones que conlleven a la protección de dichos grupos. En la Amazonía la fuerte problemática ambiental a causa de la deforestación, ampliación de frontera agrícola, la contaminación por residuos químicos (Nepstad *et al.*, 2011) y la presencia de cultivos de uso ilícito posiblemente ponen en riesgo un mayor número de especies que el reportado en este estudio.

En el departamento de Putumayo hay tres áreas protegidas presentes en el suroccidente y norte del territorio (PNN, 2011), de los cuales solo existe información de la fauna de mamíferos de una (Polanco-Ochoa *et al.*, 2000), por lo que es de gran urgencia generar información de la fauna presente en dichas áreas protegidas. Adicionalmente, se ha mencionado la necesidad de crear un Parque Nacional adicional en la parte suroccidental del Putumayo, dada la riqueza de primates que se encuentran en dicho sector (Defler, 2010).

La información publicada sobre los mamíferos de Putumayo no supera 20 trabajos, relacionados particularmente con los órdenes Chiroptera, Primates y Carnívora (Figura 3). Otros órdenes como Lagomorpha, Soricomorpha o Cingulata, han sido escasamente o no mencionados. Comparaciones con trabajos realizados para departamentos limítrofes como el Cauca (Ramírez-Chaves & Pérez, 2011) y Nariño (Ramírez-Chaves & Noguera-Urbano, 2011), muestran lo precaria de la investigación mastozoológica en el Putumayo y se resalta la necesidad de realizar mayor investigación en este sector del país.

Distribución

De los 336 registros para las 154 especies incluidas aquí (con una relación aproximada de dos registros por especie), 13 corresponden a un total de ocho localidades imprecisas. Generalmente datos imprecisos o no informativos constituyen fuentes de error al no permitir relacionar la presencia de una especie con el espacio geográfico y ambiental que habita (Ponder *et al.*, 2001). Dentro de los meta-análisis y evaluación de la biodiversidad es necesaria la mayor cantidad de información georeferenciada posible (Peterson *et al.*, 2010), por lo que esperamos que en futuros inventarios o muestreos,

un punto clave a considerar sea tomar y reportar localidades precisas o georeferenciadas.

Muchos de los registros están concentrados en unos pocos municipios y unidades biogeográficas. Los registros se ubican en el noroccidente Putumayo distribuidos en ocho municipios de los 13 que integran el Putumayo, pero entre Puerto Leguízamo y Mocoa concentran el 63% (202 registros) del total de registros con localidad precisas (320). La concentración de datos dentro de análisis de distribución implican sesgos (**Ponder et al.**, 2001), que para el caso del departamento de Putumayo están asociados a una mayor cantidad de esfuerzos de muestreo en proximidades a carreteras y ríos, pero también problemas de orden público han hecho que no exista información proveniente de amplias áreas de dicho departamento. El ecosistema y Distrito con los mayores números de especies y registros fueron la Selva Húmeda del Napo y el Distrito Alto Putumayo respectivamente; las dos unidades también cubren el mayor terreno en el Putumayo e integran el mayor número de localidades (Figura 1).

La historia evolutiva de la biota y las condiciones ambientales presentes en el Putumayo, han sido reconocidas en la propuesta de los centros de endemismo Putumayo, Kofanes y Leguízamo (**Hernández-Camacho et al.**, 1992b), sin embargo los autores no hacen mención alguna de especies que caractericen esos centros de endemismos. Según los resultados obtenidos, desde el noroccidente del Putumayo hay un gradiente que integra especies de Alta montaña, especies que se mueven entre tierras altas y bajas y especies de zonas bajas Amazónicas, por ejemplo los primates (**Defler**, 2010). Posiblemente, entre los distritos biogeográficos y las eco-regiones hay zonas de transición que necesitan ser evaluadas desde un enfoque biogeográfico; **Lynch et al.**, (1997) han mencionado ecotonos o transiciones ecológicas en esta parte del país para explicar la alta diversidad y simpatria de especies. La información suministrada aquí puede servir como línea base para el desarrollo de propuestas de investigaciones enfocadas a incrementar el conocimiento sobre el importante grupo zoológico en el Putumayo. Sugerimos incrementar el número de muestreos, inventarios y estudios que permitan conocer mejor el estado actual de las poblaciones de mamíferos de esa parte de Colombia.

Dada, la heterogeneidad en el número de registros y especies de mamíferos que únicamente representan ocho municipios del departamento y unas pocas unidades biogeográficas, es necesario explorar áreas potenciales de estudio en municipios como Puerto Caicedo, Puerto Guzmán, San Francisco, Santiago y Colón o fomentar muestreos en diferentes gradientes altitudinales a lo largo de la cuenca del Río Putumayo.

Agradecimientos

A los encargados de las colecciones del ICN (Yaneth Muñoz-Saba), IAvH (Juliana Castellanos, Fernando Forero y Diego Perico), MHNUC (Pilar Rivas), PSO-CZ (Jhon Jairo Calderón-Leyton), por permitir el acceso a la información de los ejemplares bajo su cuidado. HERC agradece a la Universidad de Queensland (becas UQCent y UQI) por el apoyo recibido durante las adecuaciones finales de este documento. EANU agradece a Profesores y estudiantes del Programa de Biología de la Universidad de Nariño, a funcionarios de la Corporación Autónoma de la Amazonia (CORPOAMAZONIA) y del Centro Experimental Amazónico (C.E.A.) por el apoyo recibido durante las exploraciones en campo; al posgrado en Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y al programa de becas 2011-2013 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACyT), por el soporte dado para las adecuaciones finales de este documento. MRP agradece a Manuel Ruedi y a la ciudad de Ginebra Suiza por la financiación para la revisión de los especímenes de murciélagos colombianos depositados en el MHNG.

Referencias

- Allen, V.** 1970. Catalogue raisonné des chiroptères de la Colombia. *Revue Suisse de Zoologie* **77** (1):1-37
- Alberico, M., Cadena, A., Hernández-Camacho, J.I., Muñoz-Saba, Y.** 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana* **1** (1):43-75.
- Anderson, R.P., Handley, Jr., C.O.** 2001. A new species of three-toed sloth (Mammalia: Xenarthra) from Panamá, with a review of the genus *Bradypus*. *Proceedings of the Biological Society of Washington* **114** (1):1-33
- Cadena, A., González-H., A.** 2006. Murciélago blanco *Diclidurusingens*. En: J.V. Rodríguez-Mahecha, M. Alberico, F. Trujillo, J. Jorgenson (editores), Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá D.C. 305-307 pp.
- Ceballos, G., Ehrlich, P.R.** 2006. Global mammal distributions, biodiversity hotspots, and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **103** (51):19374-19379.
- Constantino, E., Lizcano, D., Montenegro, O., Solano, C.** 2006. Tapir de tierras bajas *Tapirus terrestris*. En: J.V. Rodríguez-Mahecha, M. Alberico, F. Trujillo, J. Jorgenson (editores), Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá D.C. 106-112 pp.
- Cropp, S.J., Larson, A., Cheverud, J. M.** 1999. Historical biogeography of tamarins, genus *Saguinus*: The molecular phylogenetic evidence. *American Journal of Physical Anthropology* **108** (1):65-89.
- Cuervo-Díaz, J., Hernández-Camacho, J.I., Cadena, A.** 1986. Lista actualizada de mamíferos de Colombia: anotaciones sobre su distribución. *Caldasia* **15** (71-75):471-501.
- Defler, T.R.** 2004. Primates de Colombia. Tropical field guide series 5. Conservación Internacional. Bogotá- Colombia.
- Defler, T.R.** 2010. Historia natural de los primates de Colombia. Editorial Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Bogotá.

- Defler, T.R., Rodríguez-M., J.V.** 2006. Chichico diablo *Callimico goeldii*. En: J.V. Rodríguez-Mahecha, M. Alberico, F. Trujillo, J. Jorgenson (editores), Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá D.C. 187-189 pp.
- Defler, T.R., Palacios, E., Rodríguez, A.** 2006. Mico volador *Pithecia monachus*. En: J.V. Rodríguez-Mahecha, M. Alberico, F. Trujillo, J. Jorgenson (editores), Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá D.C. 232-235 pp.
- Díaz-N, J.F.** 2012. New records of *Marmosops noctivagus* (Tschudi, 1845) (Didelphimorphia: Didelphidae) and first record of *Marmosops bishopi* (Pine, 1981) for Colombia. *Check List* **8** (4): 805-809.
- Eger, J.** 2008. Family Molossidae P. Gervais, 1856. En: A.L. Gardner (editor). Mammals of South America Volume 1. Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. The University of Chicago Press, Chicago. 399-440 pp.
- Gardner, A.L.** (editor). 2008. Mammals of South America Volume 1. Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. The University of Chicago Press, Chicago.
- Groves, C.** 2005. Order Primates. En: D. E. Wilson, D. M. Reeder (editors), Mammal Species of the World. Third Edition. Johns Hopkins University Press. Baltimore, USA. 111-184 pp.
- Hernández-Camacho, J.** 1955. Una nueva especie colombiana del género *Didelphurus* (Mammalia: Chiroptera): *Didelphurus ingens*. *Caldasia* **7** (31):87-98.
- Hernández-Camacho, J., Barriga-Bonilla, E.** 1966. Hallazgo del género *Callimico* (Mammalia, Primates) en Colombia. *Caldasia* **9** (44):365-377.
- Hernández-Camacho, J., Ortiz, R., Walsburger, T., Hurtado, A.** 1992a. Unidades biogeográficas de Colombia. En: La Diversidad Biológica en Latinoamérica. Vol 1. G. Halffter. Acta Zoológica Mexicana Nueva Serie. Volumen especial. México. 105-152 pp.
- Hernández-Camacho, J., Ortiz, R., Walsburger, T., Hurtado, A.** 1992b. Centros de Endemismo en Colombia. En: La Diversidad Biológica en Latinoamérica. Vol 1. G. Halffter. Acta Zoológica Mexicana Nueva Serie. Volumen especial. México. 175-190 pp.
- Hershkovitz, P.** 1963. A systematic and zoogeographic account of South American titi monkeys, genus *Callicebus* (Cebidae) of the Amazonas and Orinoco river basins. *Mammalia* **27** (1):1-80.
- Hershkovitz, P.** 1990. Titis, new world monkeys of the genus *Callicebus* (Cebidae, Platyrrhini): a preliminary taxonomic review. *Fieldiana Zoology, New Series* **55** (1410):1-109.
- Hershkovitz, P.** 1997. Composition of the family Didelphidae Gray, 1821 (Didelphoidea: Marsupialia), with a review of the morphology and behavior of the included Four-Eyed Pouched Opossums of the genus *Philander* Tiedemann, 1808. *Fieldiana, Zoology, New series* **86** (1485):1-102.
- IGAC.** 1996. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Diccionario Geográfico de Colombia. Tomo 3 Llacuanas-Quizgo. Tercera Edición. IGAC, Bogotá.
- IUCN.** 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <<http://www.iucnredlist.org>>. Descargado en Noviembre de 2012.
- Jorgenson, J., Patiño, M., Silva, L.** 2006a. Oso de Anteojos *Tremarctos ornatus*. En: J.V. Rodríguez-Mahecha, M. Alberico, F. Trujillo, J. Jorgenson (editores), Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá D.C. 243-248 pp.
- Jorgenson, J., Rodríguez-Mahecha, J.V., Constantino, E., Barrera de Jorgenson, A.** 2006b. Lobo colorado *Lycalopex culpaeus*. En: J.V. Rodríguez-Mahecha, M. Alberico, F. Trujillo, J. Jorgenson (editores), Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá D.C. 237-241 pp.
- Jorgenson, J., Rodríguez-M., J.V., Durán, C.** 2006c. Puma *Puma concolor*. En: J.V. Rodríguez-Mahecha, M. Alberico, F. Trujillo, J. Jorgenson (editores), Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá D.C. 349-355 pp.
- Lay, D.M.** 1962. Seis mamíferos nuevos para la fauna de México. *Anales del Instituto de Biología* **33**:373-377.
- Lew, D., Pérez-Hernández, R., Ventura, J.** 2006. Two new species of *Philander* (Didelphimorphia, Didelphidae) from northern South America. *Journal of Mammalogy* **87** (2):224-3.
- Lim, B.K., Engstrom, M.D.** 2001. Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in Iwokrama forest, Guyana, and the Guianan subregion: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation* **10**(4):613-657.
- Lynch, J.D. Ruiz-C., P.M., Ardila-R., M.C.** 1997. Biogeographic patterns of Colombian frogs and toads. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* **21** (80):237-248.
- Lizcano, D., Guarnizo, A., Suárez, J., Flores, F., Montenegro, O.** 2006. Danta de páramo *Tapirus pinchaque*. En: J.V. Rodríguez-Mahecha, M. Alberico, F. Trujillo, J. Jorgenson (editores), Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá D.C. 173-180 pp.
- Malagón Castro, D.** 2003. Ensayo sobre tipología de suelos colombianos -Énfasis en génesis y aspectos ambientales. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* **27** (104):319-341.
- MaNIS.** 2012. MaNIS, the Mammal Networked Information System. Data downloaded from website <http://manisnet.org/> (Marzo 2012).
- Mantilla-Meluk, H., Jiménez-Ortega, A.M., Baker, R.J.** 2009. Phyllostomid bats of Colombia: annotated checklist, distribution, and biogeography. *Special Publications, Museum of Texas Tech University, Natural Science Research Laboratory, Texas Tech University* **56**:1-44.
- Mantilla-Meluk, H., Ramírez-Chaves, H.E., Parlos J.A., Baker R.J.** 2010. Geographic range extensions and taxonomic notes on bats of the genus *Lonchophylla* (Phyllostomidae) from Colombia. *Mastozoología Neotropical* **17** (2):295-303.
- Marín-Vásquez, A., Aguilar-González, A.V.** 2005. Murciélagos del departamento de Caquetá-Colombia. *Biota Colombiana* **6** (2):211-218.
- Marinkelle, C.J., Cadena, A.** 1971. Remarks on *Sturnira tildae* in Colombia. *Journal of Mammalogy* **52** (1):235-237.
- Marinkelle, C.J., Cadena, A.** 1972. Notes on bats new to the fauna of Colombia. *Mammalia* **36** (1):50-58.
- Mueses-Cisneros, J.J.** 2005. La fauna anfibia del Valle de Sibundoy, Putumayo-Colombia. *Caldasia* **27** (2):229-242.
- Nepstad, D., McGrath D., Soares-Filho, B.** 2011. Systemic Conservation, REDD, and the Future of the Amazon Basin. *Conservation Biology* **25** (6):1113-1116.
- Noguera-Urbano, E.A., Montenegro-Muñoz, S.** 2011. Primer registro de la nutria tropical o lobito de río (*Lontra longicaudis* Olfers 1818) en el Piedemonte Andino-Amazónico y comentarios sobre la distribución en Putumayo Colombia. *Novedades Colombiana* **11** (1):19-25.
- Olson, D.M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E.D., Burgess, N.D., Powell, G.V.N., Underwood, E.C., D'Amico, J.A., Strand, H.E., Morrison, J.C., Loucks, C.J., Allnutt, T.F., Lamoreux, J.F., Ricketts, T.H., Itoua, I., Wettengel, W.W., Kura, Y., Hedao, P., Kassem, K.** 2001. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. *BioScience* **51**(11):933-938.

- Palacios, E., Defler, T.R., Rodríguez, J.V.** 2006. Marimonda *Ateles belzebuth*. En: J.V. Rodríguez-Mahecha, M. Alberico, F. Trujillo, J. Jorgenson (editores), Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá D.C. 215- 218 pp.
- Peterson, A.T., Knapp S., Guralnick R., Soberón J., Holder M.T.** 2010. The big questions for biodiversity informatics. *Systematics and Biodiversity* **8** (2):159-168.
- Pinto, C.M., Carrera, J.P., Mantilla-Meluk, H., Baker, R.J.** 2007. Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae, *Diaemus youngi*: First confirmed record for Ecuador and observations of its presence in museum collections. *Check List* **3** (3):244-247.
- PNN.** 2011. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Disponible en: <http://www.parquesnacionales.gov.co> (Julio de 2012).
- Polanco-Ochoa, R., Jaimes, V., Piragua, W.** [2000] "1999". Los mamíferos del Parque Nacional Natural La Paya, Amazonía colombiana. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* **23** (suplemento especial): 671-682.
- Polanco Ochoa, R., López-Arévalo, H.F., Ángeles-Arce, M., Camargo, A.A.** 2006. Oso hormiguero palmero *Myrmecophaga tridactyla* En: J.V. Rodríguez-Mahecha, M. Alberico, F. Trujillo, J. Jorgenson (editores), Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá D.C. 182 pp.
- Ponder, W.F., Carter, G.A., Flemons, P., Chapman, R.R.** 2001. Evaluation of museum collection data for use in biodiversity assessment. *Conservation Biology* **15**(3):648-657.
- Ramírez-Chaves, H.E.** 2008. Revisión taxonómica del género de murciélagos *Eptesicus* Rafinesque, 1820 (Mammalia: Chiroptera: Vespertilionidae), para Colombia. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia.
- Ramírez-Chaves, H.E., Pérez, W.A.** 2011. Mamíferos (Mammalia: Theria) del departamento del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana* **11** (1-2):141-171.
- Ramírez-Chaves, H.E., Noguera-Urbano, E.A.** 2011. Lista preliminar de los mamíferos (Mammalia: Theria) del departamento de Nariño, Colombia. *Biota Colombiana* **11** (1-2):117-140.
- Ramírez-Chaves, H.E., Ortega-Rincón, M., Pérez, W. A., Marín, D.** 2011. Historia de las especies de mamíferos exóticos en Colombia. *Boletín Científico, Centro de Museos, Universidad de Caldas* **15** (2):139-156
- Riascos, J.M.** 2001. Aves, Mamíferos, Reptiles y Anfibios de la Colección Zoológica de Referencia "IMCN" del Museo de Ciencias Naturales Federico Carlos Lehmann V. *Cespedesia* **24** (75-78):95-152.
- Rivas-Pava, M., Ramírez-Chaves, H.E., Álvarez, Z., Niño-Valencia, B.** 2007. Catálogo de los mamíferos presentes en las colecciones de referencia y exhibición del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca. Taller Editorial Universidad del Cauca, Popayán.
- Rodríguez-Mahecha, J.V., Hernández-Camacho, J.L., Defler, T.R., Alberico, M., Mast, R.B., Mittermeier, R.A., Cadena, A.** 1995. Mamíferos colombianos: sus nombres comunes e indígenas. Occasional papers in Conservation Biology No. 3. Conservation International, Bogotá, Colombia.
- Rodríguez-Mahecha, J., Alberico, M., Trujillo, F., Jorgenson, J.** (editores) 2006a. Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá D.C.
- Rodríguez, A., Palacios, E., Defler, T.R., Rodríguez-Mahecha, J.V.** 2006. Mico tocón *Callicebus cupreus*. En: J.V. Rodríguez-Mahecha, M. Alberico, F. Trujillo, J. Jorgenson (editores), Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá D.C. 226-230 pp.
- Rodríguez-Posada, M.E., Sánchez-Palomino, P.** 2009. Taxonomía del género *Phyllostomus* (Chiroptera: Phyllostomidae) en Colombia. *Mastozoología Neotropical* **16** (1):153-168.
- Rossi, R.V., Duarte, J.M.B.** 2008. *Mazama nemorivaga*. En: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. www.iucnredlist.org. Accedido el 07 de Mayo de 2012.
- Rossi R.V., Voss, R.S., Lunde, D.P.** 2010. A revision of the Didelphid marsupial genus *Marmosa*. Part 1. The species in Tate's 'mexicana' and 'mitis' sections and other closely related forms. *Bulletin of the American Museum of Natural History* **334**:1-83
- Santa Gertrudis, F.J.D.** 1956 [1775]. Maravillas de la naturaleza. Empresa Nacional de Publicaciones, Bogotá.
- Steppan, S.J.** 1995. Revision of the tribe Phyllotini (Rodentia: Sigmodontinae), with a phylogenetic hypothesis for the Sigmodontinae. *Fieldiana Zoology, New Series* **80** (1464):1-112.
- Stevenson, P.R., Pérez-Torres, J., Muñoz-Saba, Y.** 2006. Estado del conocimiento sobre los mamíferos terrestres y voladores de Colombia. En: M.E.Chaves, M. Santamaría (editores), Informe nacional sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004. Tomo II. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. 151-170 pp.
- Tamsitt, J.R., Cadena, A., Villarraga, E.** 1986. Records of bats (*Sturnira magna* and *Sturnira aratathomasi*) from Colombia. *Journal of Mammalogy* **67**(4):754-757.
- Trujillo, F., Díazgranados, M.C., Caicedo-Herrera, D.** 2006. f. Mamíferos de agua dulce. En: M.E.Chaves, M. Santamaría (editores), Informe nacional sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004. Tomo II. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. 230-240 pp.
- Veiga, L.M., Palacios, E.** 2008. *Callicebus medemi*. En: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 21 March 2012.
- Velazco, P.M.** 2005. Morphological Phylogeny of the bat Genus *Platyrrhinus* Saussure, 1860 (Chiroptera: Phyllostomidae) with the description of four new species. *Fieldiana Zoology, New Series* **105**(1535):1-53.
- Velazco, P.M., Gardner, A.L.** 2009. A new species of *Platyrrhinus* (Chiroptera: Phyllostomidae) from western Colombia and Ecuador, with emended diagnoses of *P. aquilus*, *P. dorsalis*, and *P. umbratus*. *Proceedings of the Biological Society of Washington* **122**(3):249-281.
- Velazco, P.M., Simmons, N.B.** 2011. Systematics and taxonomy of Great Striped-Faced bats of the genus *Vampyrodes* Thomas, 1900 (Chiroptera: Phyllostomidae). *American Museum Novitates* **3710**:1-35
- Velazco, P.M., Gardner, A.L., Patterson, B.D.** 2010. Systematics of the *Platyrrhinus helleri* species complex (Chiroptera: Phyllostomidae), with descriptions of two new species. *Zoological Journal of the Linnean Society* **159**(3):785-812.
- Weksler, M., Percequillo, A.R., Voss, R.S.** 2006. Ten new genera of Oryzomyine rodents (Cricetidae: Sigmodontinae). *American Museum Novitates* **3537**:1-29.
- Williams, S.L., Willig, M.R., Reid, F.A.** 1995. Review of the *Tonatia bidens* complex (Mammalia: Chiroptera), with descriptions of two new subspecies. *Journal of Mammalogy* **76**(2):612-626.
- Wilson D.E., Reeder, D.M.** (editors.). 2005. Mammal Species of the World. Third Edition. Johns Hopkins University Press. Baltimore.

Recibido: 3 de mayo de 2013

Aceptado para su publicación: 4 de junio de 2013