

PEREZ - ARBELAEZIA

revista científica

Volumen 4 Nos. 1-2 Diciembre de 1997 ISSN 0120-7717



Jardín Botánico de Bogotá
José Celestino Mutis

PEREZ ARBELAEZIA

revista científica



**Jardín Botánico de Bogotá
José Celestino Mutis**

Santafé de Bogotá, diciembre de 1997

Director:
Hilario Pedraza Torres

Secretaria General:
Hermelinda López

Subdirección Científica:
Víctor Francisco González

Subdirección de Conservación:
Claudia Córdoba

Subdirección Cultural:
Diego Fernando Suárez

Comité Editorial:
Hilario Pedraza Torres
Juan Manuel Roca
Abdón Cortés Lombana
Luis Arturo Gil Pedraza
Gonzalo Andrade
Jesus Idrobo

Dirección Editorial:
Nubia Stella Cubillos

Diseño y Diagramación:
Winston Puello

Fotografías Portada y Portadillas:
Claudia Rubio

La reproducción total o parcial de un artículo debe citar la fuente.

Corresponde a los autores la total responsabilidad de las ideas, tesis y conceptos emitidos en sus respectivos artículos.

Para suscripciones y solicitudes de números atrasados, escribir a: Sección de Canje y Suscripción, Revista PEREZ-ARBELAEZIA, Biblioteca, Jardín Botánico «José Celestino Mutis», Santa Fe de Bogotá, Colombia.

Registro en el Ministerio de Gobierno, 7 de mayo de 1986, Resolución No.001440. Tarifa Postal Reducida, Permiso No. 594 de 1986 de Adpostal.

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis
Avenida Calle 57 No.61-13 Tels.: 3119430 • 3 118600 • 2 506798 Fax: 2 406317
Santafé de Bogotá, D.C.. Colombia • E-Mail:jardín.@ gaitana interred.net.co

Contenido

Presentación.....	5
<i>Hilario Pedraza Torres</i>	
■ Una Mirada a la Ciencia	
1. La Vegetación Acuática de la Laguna de Iguaque (Boyacá-Colombia) y Evaluación de la Productividad de <i>Callitriche nubigena fassett</i> (Callitrichaceae).....	9
<i>Patricia Helena Useche</i>	
2. Recursos Vegetales no Maderables en el Norte del Departamento del Guaviare (Amazonía Colombiana).....	25
<i>René López, Dairon Cárdenas, César A. Marín</i>	
3. Apuntes Fitogeográficos de la “Ladera Cielo-Roto”, sector suroccidental de la Serranía de la Macarena.....	43
<i>René López, Dairon Cárdenas</i>	
4. Notas sobre los Manglares de las Costas del Noroeste de Chocó, Colombia.....	59
<i>Ricardo Alvarez León</i>	
5. Respuestas del Mangle Salado <i>Avicennia germinans</i> (Avicenniaceae) ante la Erosión y Acresión Marina en la Isla de Salamanca, Colombia.....	73
<i>Ricardo Alvarez León</i>	
■ Semillas de Cultura Ambiental	
1. Interculturalidad y Conciencia Ambiental.....	81
<i>Darío Jiménez</i>	
2. La Pedagogía del Sentir.....	83
<i>Diego Fernando Suárez</i>	
3. El Jardín en Medio de los Medios.....	85
<i>Nubia Robles</i>	
■ Documentos para Compartir	
El Ambiente en un Mundo Humanizado.....	89
<i>Hilario Pedraza Torres</i>	
■ Reseñas hacia el Futuro	
1. Cultivos Ilícitos, Coca, Marihuana, Amapola.....	113
<i>Jesús Idrobo</i>	
2. Eucaliptus y Coníferas.....	119
<i>Jesús Idrobo</i>	
■ Noticias para Pensar	
1. Lúdica en el Jardín.....	123
<i>Darío Jiménez</i>	
2. Todos sabemos que el Río Bogotá está contaminado.....	125
<i>Patricia Useche</i>	
Publicaciones Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.....	129
<i>Claudia Alexandra Pinzón</i>	

LA VEGETACION ACUATICA DE LA LAGUNA DE IGUAQUE (BOYACA-COLOMBIA) Y EVALUACION DE LA PRODUCTIVIDAD DE *Callitriche nubigena* Fassett (Callitrichaceae)

Patricia Elena Useche Losada¹

Resumen

Se muestra el inventario de la vegetación acuática de la laguna de Iguaque (Boyacá-Colombia), con determinaciones realizadas desde el punto de vistas biotipológico. La productividad primaria de *Callitriche nubigena* F. Fué evaluada por el método del oxígeno diferencial; además, se presenta el perfil de distribución de la vegetación acuática de la laguna mostrando que la cubeta de agua está tapizada principalmente por Bryophyto y spermatophyto enteramente sumergidos con roseta basal de hojas, tal hecho permite, caracterizar la laguna de Iguaque como de tipo oligotrofica. Esta característica se corroboró con la evaluación de la productividad primaria.

Abstract

The aquatic vegetation of the Iguaque lagoon (Boyacá, Colombia) was determined from the biotipologic and primary productivity points of view. Callitriche nubigena F. Was evaluated by means of the differential oxygen method. The profile of the aquatic vegetation is described, the bucket's bottom is covered mainly by Byophyto and Spermatophyto fully submerged, exhibiting basal leaves rosette, this characterises the Iguaque lagoons as of the oligotrophic type. This was confirmed by the primary productivity evaluation.

Palabras claves: Macrófito- Biotipo- Fisiotipo- Productividad primaria- Estado trofico.

¹ Lic. Biología Universidad Pedagógica Nacional, investigadora Vegetación acuática Jardín Botánico de Bogotá "José Celestino Mutis", A:A 240377, Bogotá.

INTRODUCCION

Las plantas acuáticas, llamadas también macrófitos, están representadas por los tipos de vegetación visible a simple vista que crece en la zona litoral de lagos, embalses y ríos ya sea en la zona de interfase agua-tierra, sobre la superficie del agua o totalmente sumergida. La densidad de población de macrófitos acuáticos esta en relación con el área del litoral, sus condiciones topográficas y el estado de trofia del agua..

Normalmente lagos muy eutroficados con litorales poco profundos son los medios más adecuados para el desarrollo de extensas zonas de vegetación acuática. Lugares de esta naturaleza son propicios para el desarrollo de una gran variedad de macroinvertebrados, zooplancton, perifiton y desove de peces. Son, pues, zonas de alta productividad biológica, que bajo condiciones de acuicultura pueden dar una alta rentabilidad, pero en casos de canales de irrigación y embalses, pueden causar graves problemas de eutroficación, que repercuten en una pésima calidad de agua para regadío y operación de maquinarias en centrales hidroeléctricas.

Un completo conocimiento de estas comunidades vegetales contribuye a resolver los problemas de calidad de aguas, debido a que los macrófitos asimilan y retienen contaminantes y pueden depurar sistemas acuáticos que se necesitan para la supervivencia de especies que son esenciales para el mantenimiento del ecosistema, no sólo por el aporte de oxígeno, materia orgánica, y reciclaje de nutrientes al medio, si no porque además brindan albergue y alimento a diversos organismos (Esteves,1983).

En estudios limnológicos es importante tener en cuenta la distribución de las plantas acuáticas de un lago porque éstas cumplen distintas funciones, como la de ser indicadoras de alguna característica tróficas, servir de hábitat y de alimento a muchos organismos asociados a ellas, ser productoras de oxígeno, gas carbónico y aportantes de materia orgánica al sedimento.

Los estudios sobre productividad de macrófitos son escasos, comparados con el número de estudios realizados en comunidades de fitoplancton. Esto puede ser atribuido a la dificultad de manejar la metodología para determinar la productividad primaria de los diferentes grupos ecológicos de macrófitos; por ésta dificultad se determinan las plantas acuáticas tanto en su composición fisionómica y florística, como su forma de vida y de crecimiento (biótipo y fisiótipo) llegando así a una clasificación más natural.

En Colombia, los estudios en botánica limnológica son pocos. Los autores que más han trabajado en este ambito son Cleff (1981), Rangel & Aguirre (1983) y Udo Schmidt-Mumm (1987,1988,1992).

El objetivo del presente trabajo es averiguar cuales macrófitos están presentes en la laguna de Iguaque, perteneciente al santuario de flora y fauna de Iguaque (Boyacá) y medir la productividad primaria de *Callitriche nubigena* Fassett.

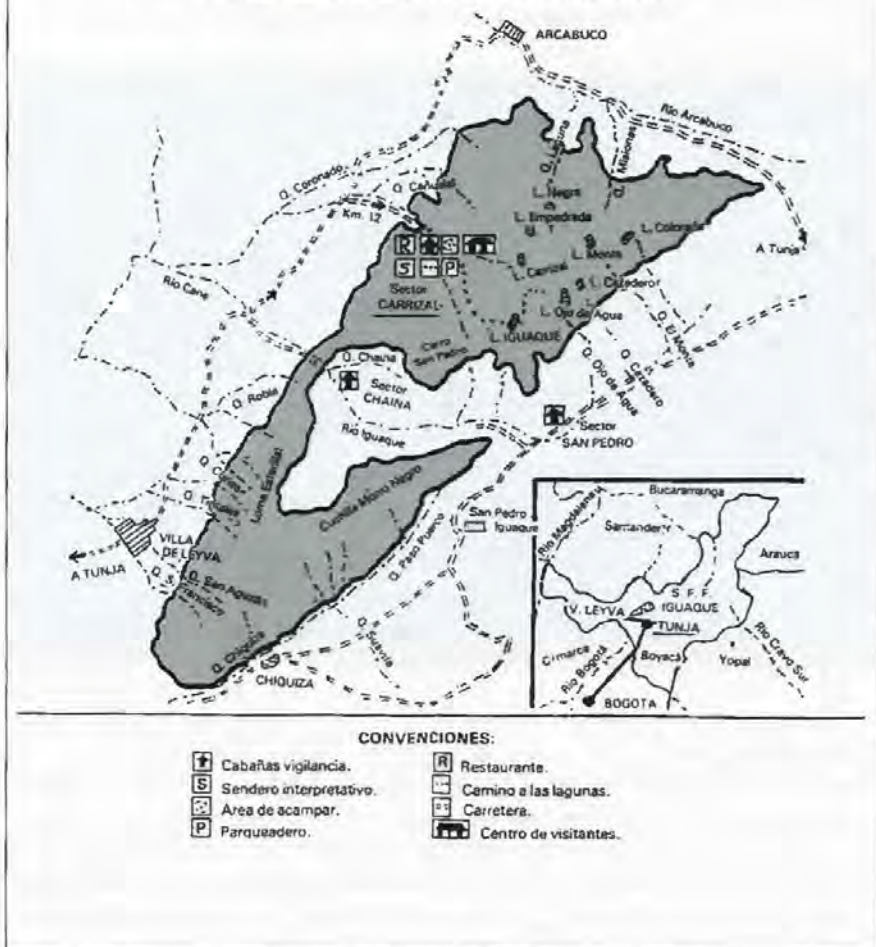
AREA DE ESTUDIO

El santuario de flora y fauna de Iguaque está situado al nor-este del departamento de Boyacá, entre los $5^{\circ} 36' 02''$ y $5^{\circ} 44' 38''$ de latitud norte y los $73^{\circ} 22' 57''$ y $73^{\circ} 31' 20''$ de longitud al oeste de Greenwich (figura 1). y tiene una extensión aproximada de 6750 Hectáreas, ubicadas dentro de las jurisdicciones municipales de Villa de Leyva, Arcabuco y Chiquiza.

En el sector septentrional del Santuario se encuentran varias lagunas de origen glacial, entre las más importantes están la de Iguaque, el Monte, Emperada, Colorada, Carrizal, Cazadero, Ojo de Agua y otras de menor importancia (Alvarado et al., 1986).

Figura 1.

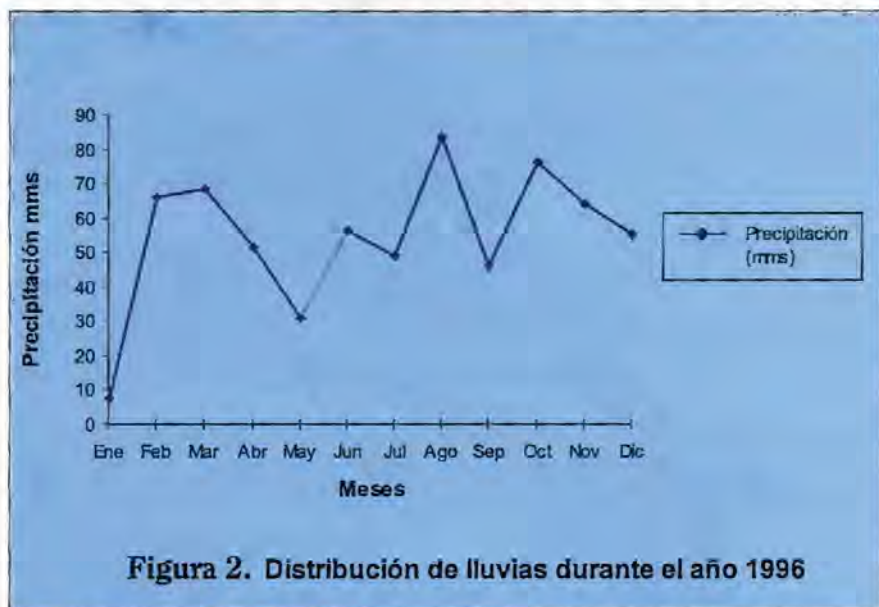
SANTUARIO DE FAUNA Y FLORA IGUAQUE



La laguna de Iguaque es producto de la acción erosiva del hielo; su origen se remota al Pleistoceno cuando se presentaron 3 glaciaciones, que produjeron la formación de los lagos de circo, pues su apariencia es de un anfiteatro o circo (Margalef, R., 1983; Wetzel, R., 1981).

La laguna posee un afluente, la quebrada Cane que luego dará origen al río de su mismo nombre, carece de afluente aunque no se descarta la posibilidad de un aporte subterráneo. Su máxima profundidad en época de altas precipitaciones, se reporta en 6 metros; en bajas precipitaciones es de 4.5 metros y algunos sectores de su superficie son cubiertos por vegetación marginal (Ordoñez, Yamile. 1996).

El régimen climático anual de esta zona es de tipo bimodal caracterizado por la alternancia de dos temporadas de abundantes precipitaciones pluviométricas con dos temporadas de sequía. Para la estación 240108 perteneciente a San Pedro de Iguaque, el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), registra un promedio anual de precipitación 934.7 mm distribuidos en dos períodos de lluvias y dos períodos de sequía enero y mayo con 30.7 y 42.7 mm respectivamente. (ver Figura 2).



La colección de los macrófitos se realizó desde septiembre de 1994 hasta noviembre de 1995 y con ayuda de un bote inflable. El muestreo para los macrófitos sumergidos se realizó con un visor y un rastrillo y para los macrófitos emergentes se hizo manualmente teniendo en cuenta coleccionar el espécimen con todas sus estructuras para su posteriormente reconocimiento taxonómico. El material coleccionado fue debidamente formalizado para preservarlo, prensarlo y rotularlo anotando su biotipo y fisiotipo; la determinación se realizó mediante claves para cada género y con ayuda de especialistas en plantas acuáticas.

El perfil de distribución de las macrófitos se obtuvo mediante el análisis descriptivo de cada transecto, allí se observó y se midió la profundidad se encontraba cada especie en la laguna.

Para medir la productividad primaria de *Callitriche nubigena* Fassett se utilizó el método del oxígeno diferencial (botella clara- botella oscura) así:

Se determinó la zona eufótica midiendo la transparencia del agua con el disco de Secchi instrumento que sirve para medir la profundidad límite de penetración de la luz solar y permite distinguir las zonas eufótica de la afótica. Para la laguna de Iguaque el resultado de la medición es de 2,5 dando como valor que indica la zona eufótica que es la zona fotosintética o de producción.

El agua recogida a dos metros de profundidad (zona eufótica para este lago, donde los productores primarios, tales como, algas, macrófitos y algunas bacterias que se localizan a esta profundidad para realizar el metabolismo especialmente las etapas de producción y consumo) con ayuda de la botella muestreadora, se echa en dos botellas claras y dos botellas oscuras, cada una con una capacidad de 225 ml; en cada botella se mide el oxígeno inicial y luego se introdujo el macrófito dominante en esta laguna. Las botellas se suspenden de una cruceta a dos metros de profundidad durante tres horas; luego de transcurrido este tiempo, los valores de oxígeno se registraron con un oxímetro.

La productividad fué expresada como la cantidad de oxígeno liberado o de carbono asimilado por unidad de tiempo. En este caso se expresó como cantidad de carbono asimilado por unidad de tiempo. Con las siguientes expresiones se calculó la productividad:

Productividad Primaria Bruta (PPB)

$$\begin{aligned} \text{LB-DB} & \quad \text{LB-DB} \quad 12 \\ (\text{mg O}_2/\text{m}^3\text{t}^{-1}) = \frac{\quad}{t} \times 1.000 & \quad (\text{mg O}_2/\text{m}^3\text{t}^{-1}) = \frac{\quad}{t} \times \frac{12}{32} \times 1.000 \end{aligned}$$

Productividad Primaria Neta (PPN)

$$\begin{aligned} \text{LB-IB} & \quad \text{LB-IB} \quad 12 \\ (\text{mg O}_2/\text{m}^3\text{t}^{-1}) = \frac{\quad}{t} \times 1.000 & \quad (\text{mg O}_2/\text{m}^3\text{t}^{-1}) = \frac{\quad}{t} \times \frac{12}{32} \times 1.000 \end{aligned}$$

Respiración

$$\text{IB-DB} \\ (\text{mg O}_2/\text{m}^3\text{t}^{-1}) = \frac{\quad}{t} \times 1.000$$

donde;

LB: Es la concentración de oxígeno disuelto en mg/l en la botella clara después de la incubación.

DB: Es la concentración de oxígeno disuelto en mg/l en la botella oscura después de la incubación.

t: Es el período de incubación en horas

1.000: es la conversión de m^3 a Litros

12/32: Es el factor para convertir Oxígeno en Carbono, 1 mol de Oxígeno (32 gr) por cada mol de Carbono fijado (12 gr)

IB: Es la concentración de oxígeno inicial en mg/l en la botella clara antes de la incubación.

RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

Análisis Taxonómico de la vegetación acuática de la laguna de Iguaque

Las especies colectadas se distribuyeron entre los taxones de la siguiente manera: Bryophytes con 8 especies distribuidos en 5 familias. Pteridophyta con 2 especies distribuidos en 1 familia. Spermatophyta con 9 especies distribuidos en 8 familias. Se encuentra que las familias mejor representadas son: Sphagnaceae con 3 especies (28%), Dicranaceae con dos especies (6 %), Isoetaceae con dos especies (6%), Juncaceae con dos especies (26%), y las familias menos representadas con (1%) son las Prionodontaceae, Jungmanniaceae, Grimmiaceae, Callitrichaceae, Ranunculaceae, Crassulaceae, Elatinaceae, Rosaceae y Rubiaceae cada una con 1 especie (ver Figura 3).

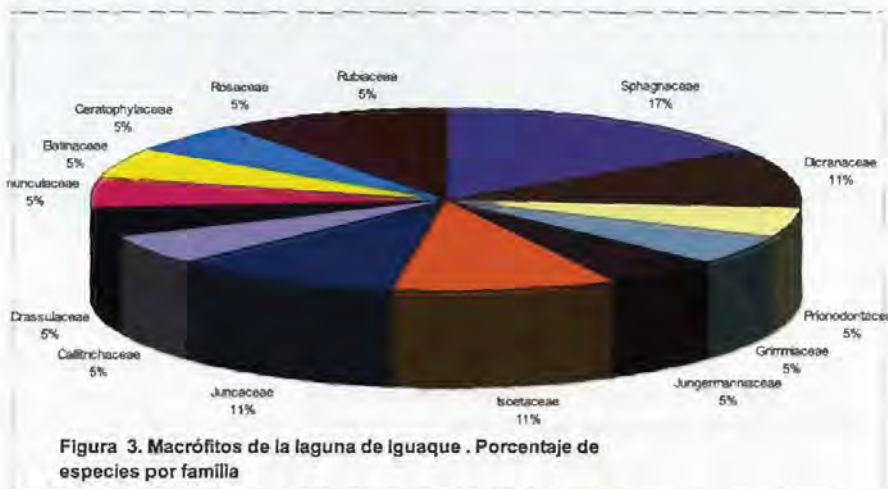


Tabla 1. Taxonomía de las macrofitas de la laguna de Iguaque

DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
Bryophyta	Bryopsida	Sphagnales	Sphagnaceae	Sphagnum	Sphagnum sp1
Bryophyta	Bryopsida	Sphagnales	Sphagnaceae	Sphagnum	Sphagnum sp2
Bryophyta	Bryopsida	Sphagnales	Sphagnaceae	Sphagnum	Sphagnum sp 3
Bryophyta	Bryopsida	Bryales	Dicranaceae	Campylopus	Campylopus sp1
Bryophyta	Bryopsida	Bryales	Dicranaceae	Campylopus	Campylopus sp2
Bryophyta	Bryopsida	Bryales	Grimmiaceae	Rhacomitrium	Rhacomitrium sp1
Bryophyta	Bryopsida	Bryales	Prionodontaceae	Prionodon	Prionodon sp1
Bryophyta	Hepaticopsida	Hepaticales	Jungermanniaceae	Anastrophyllum	Anastrophyllum sp1
Pteridophyta	Isoetopsida	Isoetales	Isoetaceae	Isoetes	Isoetes sp1
Pteridophyta	Isoetopsida	Isoetales	Isoetaceae	Isoetes	Isoetes sp2
Spermatophyta	Monocotiledonea	Juncales	Juncaceae	Juncus	<i>Juncus ecuadoriensis</i>
Spermatophyta	Monocotiledonea	Juncales	Juncaceae	Juncus	Juncus sp2
Spermatophyta	Dicotiledonea		Callitrichaceae	Callitriche	<i>Callitriche nubigena</i> F.
Spermatophyta	Dicotiledonea	Rosales	Crassulaceae	Tillaea	<i>Tillaea paludosa</i> S.
Spermatophyta	Dicotiledonea	Ranales	Ranunculaceae	Ranunculus	<i>Ranunculu limoselloides</i> T.
Spermatophyta	Dicotiledonea	Rosales	Elatinaceae	Elatine	<i>Elatine paramoana</i>
Spermatophyta	Dicotiledonea	Ranales	Ceratophyllaceae	Ceratophyllum	<i>Ceratophyllum submersum</i> L.
Spermatophyta	Dicotiledonea	Rosales	Rosaceae	Nertera	<i>Nertera granatensis</i>
Spermatophyta	Dicotiledonea	Rubiales	Rubiaceae	Lachemilla	<i>Lachemilla orbiculata</i>

Tabla 2. Clasificación biotipológica de los macrófitos coleccionados en la laguna de Iguaque (Boyaca-Colombia).

ESPECIES	FAMILIA	BIOTIPO	FISIOTIPO
<i>Sphagnum</i> sp1	Sphagnaceae	Haptophyta	Musci
<i>Sphagnum</i> sp2	Sphagnaceae	Haptophyta	Musci
<i>Sphagnum</i> sp 3	Sphagnaceae	Haptophyta	Musci
<i>Campylopus</i> sp1	Dicranaceae	Haptophyta	Musci
<i>Campylopus</i> sp2	Dicranaceae	Haptophyta	Musci
<i>Rhacomitrium</i> sp1	Grimmiaceae	Haptophyta	Musci
<i>Prionodon</i> sp1	Prionodontaceae	Haptophyta	Musci
<i>Anastrophylum</i> sp1	Jungermanniaceae	Haptophyta	Musci
<i>Isoetes</i> sp1	Isoetaceae	Rhyzophyto	Isoetida
<i>Isoetes</i> sp2	Isoetaceae	Rhyzophyto	Isoetida
<i>Juncus</i> ecuadoriensis	Juncaceae	Rhyzophyto	Elocharida
<i>Juncus</i> sp2	Juncaceae	Rhyzophyto	Eleocharida
<i>Callitriche nubigena</i> Fassett	Callitrichaceae	Rhyzophyto	Batracida
<i>Tillaea paludosa</i> Schidl	Crassulaceae	Rhyzophyto	Parvopotamida
<i>Ranunculus limoselloides</i> Turez	Ranunculaceae	Rhyzophyto	Batracida
<i>Elatine paramoana</i>	Elatinaceae	Rhyzophyto	Parvopotamida
<i>Ceratophyllum submersum</i> L.	Ceratophyllaceae	Planophyto	Ceratophyllida
<i>Nertera granatensis</i>	Rosaceae	Rhyzophyto	Parvopotamida
<i>Lachemilla orbiculata</i>	Rubiaceae	Rhyzophyto	Polygonida

Los Bryophyots aparecen desde las orillas, bordeando la laguna, hasta los 4 metros; los Isoetes están representados solamente en lagos Andinos y según Margalef (1988) son característicos de lagos de alta montaña. En la laguna de Iguaque están en la orilla a menos de un metro de profundidad y los Espermatophyts se ubican desde la orilla hasta los 2.5 metros de profundidad.

Análisis biotipológico de la vegetación acuática de la laguna de Iguaque.

Se encontraron seis (6) fisiotipos de macrófitos incluidos en tres (3) biotipos (Tabla 2).

Los biotipos predominantes en esta laguna fueron: Rhizophyta: Plantas enraizadas al suelo y generalmente en las partes menos profundas. El biotipo Haptophyta que se caracteriza porque parte de la planta sale del agua y toma el CO_2 atmosférico para fotosintetizar. En la figura 4 se presenta el número de especies por biotipos así: el biotipo predominante es el haptophyto con 8 especies, Rhizophyto hyphydata con 5 especies, Rhizophyto helophyto con 3 sp, Rhizophyto ephydata con 2 especies. El biotipo endémico fué Planophyto mesopleustophyto con una especie.



Figura 4. Número de especies por biotipos encontrados en la laguna de Iguaque

El fisiotipo predominante fué Hydrophyta adnata representado por 8 especies de las familias Sphagnaceae, Dicranaceae, Priodontaceae, Jungermaniaceae y Grimmiaceae; este fisiotipo cubre casi toda la laguna. El fisiotipo menos representativo fueron Polygonida y Ceratophyllida cada una con 1 especie.

El porcentaje de especies por comunidad fue el siguiente (ver Figura 5):

Praderas emergentes herbáceas (16 %) de vegetación enraizada o aplicada a un sustrato que emerge del agua y está dominada por formas herbáceas como las comunidades de Helophyts del fisiotipo Eleocharida en este caso representado por *Juncus ecuadoriensis* y *Juncus sp1*.

Comunidades enraizadas con hojas flotantes pequeñas; (11%) representadas por el fisiotipo Batracido perteneciente a las especies *Callitriche nubigena* Fassett y *Ranunculus limoselloides* Turez.

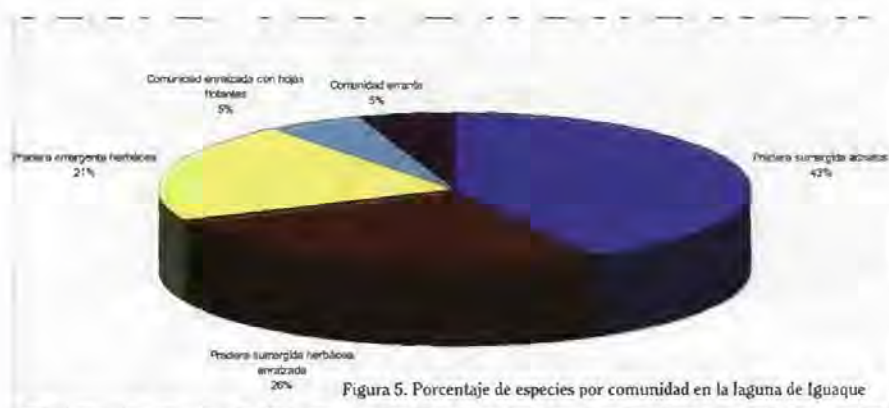


Figura 5. Porcentaje de especies por comunidad en la laguna de Iguaque

Praderas sumergidas herbáceas enraizadas (26%) representadas por el biotipo Ryzophyto hypydata conformado en esta laguna por el fisiotipo parvopotamida dentro del cual las especies *Tillaea paludosa* Schldl y *Elatine paramoana* fueron identificadas.. Dentro de ésta comunidad se encuentra también el fisiotipo Isoetida representado por las especies *Isoetes* sp1 e *Isoetes* sp2.

Praderas sumergidas adnatas (42%) fueron comunidades de Haptophytos, representados por Hydrophytots adnatos fisiotipo Musci, tales como *Sphagnum* sp1, *Sphagnum* sp2, *Sphagnum* sp3, *Campylupus* sp1, *Campylopus* sp2, *Anastrophyllum* sp1, *Rhacomitrium*.

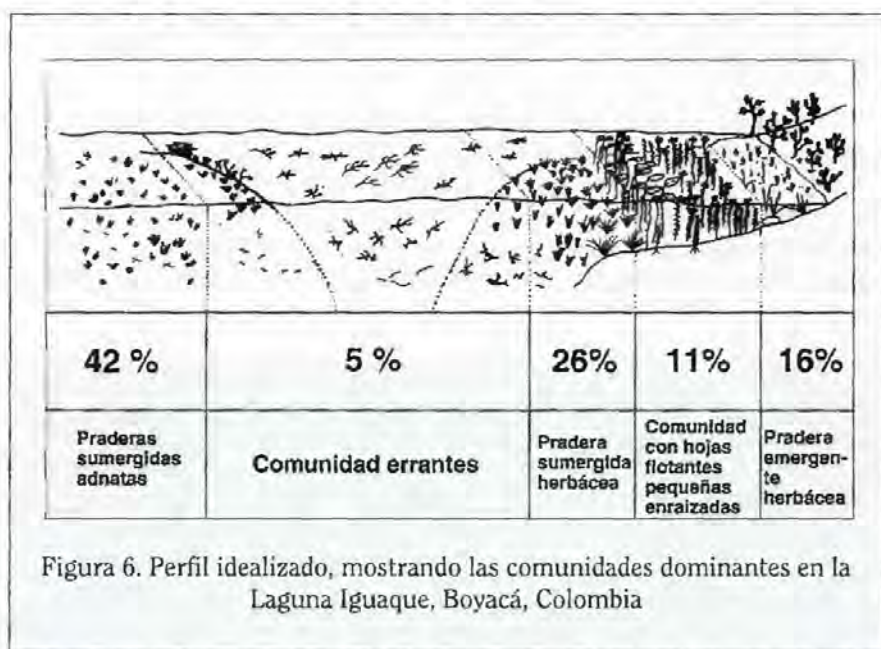
Comunidad del fisiotipo Batracido correspondiente a las especies *Callitriche nubigena* Fassett y *Ranunculus limoselloides* Turez.

Praderas sumergidas herbáceas enraizadas (26%) comunidad representada por el biotipo Ryzophyto Hypydata conformado en ésta laguna por el fisiotipo parvopotamida el cual correspondieron a las especies *Tillaea paludosa* Schldl y *Elatine paramoana*. Dentro de esta comunidad se encontró también el fisiotipo Isoetida representado por las especies *Isoetes* sp1 y *Isoetes* sp2.

Praderas sumergidas adnatas ((42%) con comunidades de Haptophytos, representadas por Hydrophytots adnatos fisiotipo Musci, tales como *Sphagnum* sp1, *Sphagnum* sp2, *Sphagnum* sp3, *Campylupus* sp1, *Campylopus* sp2, *Anastrophyllum* sp1, *Rhacomitrium* sp1 y *Prionodon* sp1,

Comunidades errantes (5%) aquellas que flotan en la superficie del agua y se encuentra a merced de la corriente, ésta comunidad se encuentra representada por el fisiotipo Ceratophyllida correspondiente a la especie *Ceratophyllum submersum*.

En la Figura 6. se presenta el perfil de la vegetación acuática con el % que representa cada comunidad en la laguna (ver Figura 6).



Análisis de la productividad Primaria

El estudio se realizó desde febrero de 1995 a noviembre de 1995, mediante 8 visitas que cubrieron los períodos de altas y bajas precipitaciones.

La productividad primaria de la vegetación acuática varió mucho en respuesta a un conjunto de condiciones físico-químicas del agua y de los sedimentos; por lo tanto, se presenta aquí un análisis de algunas características físico-químicas del agua así:

La laguna de Iguaque presenta una alcalinidad generalmente menor de 5,0 unidades de pH, un pH neutro desde 6,0 hasta 7,0, poca mineralización y bajos valores de turbiedad y dureza (ver Tabla 3). Según Margalef (1983), los lagos con estas características presentan una productividad neta al año de 40 a 100 g C m⁻² año⁻¹. Estas cifras resultan en la clasificación de sus aguas como aguas blandas poco mineralizadas.

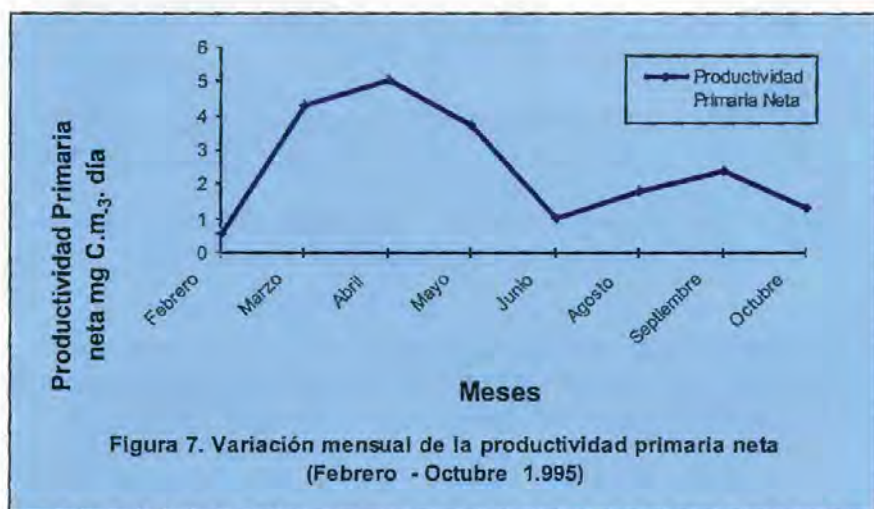
En aguas poco mineralizadas el pH del agua es neutro, facilitando el desarrollo de Bryophytes que tapizan lagunas de éste tipo.

La temperatura del agua osciló entre 9 y 11 °C dependiendo del estado del tiempo; la transparencia fué de un 80%, pues, la cubeta de agua se encuentra tapizada principalmente por Bryophytes y Spermatophytes enteramente sumergidos con roseta basal de hojas características de una laguna oligotrófica (Margalef, R. 1983).

Los pocos bicarbonatos en esta agua inducen el crecimiento de hojas de
Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

tipo entero y aéreo, que crece sobre la superficie del agua como es el caso del género *Ranunculus*.

Los valores obtenidos de productividad primaria neta de *Callitriche nubigena* Fassett, se presentan en la tabla 4. Se alcanzó el valor más alto (4.34 y 5.08 mg C m⁻³ día⁻¹ respectivamente) en los meses de marzo y abril, época de altas precipitaciones para esta zona. Los valores más bajos de productividad neta de *Callitriche nubigena* Fassett, se registraron en los meses de febrero, junio y octubre (0.6, 1.03, 1.34) correspondientes a meses de baja precipitación (Ver Figura 7).



La relación entre la productividad primaria neta y las épocas de altas y bajas precipitaciones es directamente proporcional así:

A mayor precipitación mayor valor de productividad primaria neta y a menor precipitación menor valor de productividad primaria neta.

Tabla 3. Resultados medición de la productividad Primaria de *Callitriche nubigena* Fassett en la laguna de Iguaque.

Meses	PPN mg C.m ⁻³ .día	PPB mg C.m ⁻³ .día	RES mg C.m ⁻³ .día
Febrero	0.6	1.8	3.192
Marzo	4.34	5.23	2.4
Abril	5.08	6.6	3.98
Mayo	3.74	8.23	12
Junio	1.03	4.63	9.6
Agosto	1.8	2.83	3.19
Septiembre	2.4	4.2	4.8
Octubre	1.34	2.54	3.19

PPN: Productividad primaria neta; PPB: Productividad primaria bruta;
RES: Respiración (Fijación de C)

De acuerdo a Esteves (1988), en regiones tropicales, la ausencia de estaciones climáticas marcadas, reflejan una variación en la productividad primaria definida principalmente por épocas de lluvias y sequía, produciéndose así una variación en el nivel del agua, este último factor es de importancia en ecosistemas lacustres que están comunicados con un río y/o quebrada como es el caso de la laguna de Iguaque. De todas maneras se debe tener en cuenta que la productividad primaria se midió a partir de un macrófito sumergido y según Wetzel (1991), los macrófitos sumergidos generalmente presentan una productividad notablemente inferior que los macrófitos de comunidades flotantes y emergentes, pues, tienen menor disponibilidad de radiación solar, menor CO_2 y menor desarrollo radicular (los macrófitos sumergidos presentan una productividad primaria 0.16 a $2.57 \text{ mg C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$).

Si comparamos la productividad primaria neta de *Callitriche nubigena* Fassett con la productividad neta del fitoplancton para este mismo ecosistema, encontramos una similaridad en los valores, pues los valores de productividad del fitoplancton oscilan entre 0.6 a $3.46 \text{ g C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ (tabla 5); mientras que la productividad primaria neta de *Callitriche nubigena* F. oscila entre 0.6 a $5.08 \text{ mg C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$, esto corrobora que de todas maneras los macrófitos aportan la mayor cantidad de oxígeno al medio acuático que el fitoplancton. Siendo la comunidad de macrófitos los productores primarios principales de un ecosistema tanto acuático como terrestre.

Tabla 4. Productividad primaria neta del fitoplancton en la laguna de Iguaque²

Mes	Nov	Dic	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Agos	Oct
$\text{g C/m}^2/\text{día}$	0.6	1.62	0.72	1.3	3.42	0.9	0.36	3.06	1.2

Conclusiones

Se hallaron diecinueve 19 especies de macrófitos pertenecientes a 13 familias de las cuales 1 familia pertenece a la división Pteridophyta: dos (2) Isoetes, Bryophytes ocho (8) de los cuales se encontraron dos géneros: Campylopus, Sphagnum, Prionodon, Anastrophyllum y Rhacomitrium. Siete (7) especies pertenecientes a la división Spermatophyta: *Juncus sp.*, *Juncus sp.* *Callitriche nubigena*, *Elatine paramoana.*, *Ranunculus limoselloides* T., *Tillaea paludosa* S., *Lachemilla sp.*, *Ceratophyllum submersum*.

En cuanto a la clasificación biotipológica de los macrófitos se encontraron: 3 biotipos, el Planophyto, Rhizophyto y Haptophyto adnata predominando el Rhizophyto con fisiotipos y el Haptophyto adnata con un fisiotipo dominante el Musci.

² ORDÓÑEZ, Yamile. "Productividad primaria y cuantificación de pigmentos fotosintéticos en el fitoplancton de la laguna de Iguaque". Tesis de grado Universidad Pedagógica Nacional. 1996. Pág.26.

El presente trabajo permite sentar bases de futuros trabajos en vegetación acuática de las zonas fluviales, lacustres y palustres de Colombia y contribuye al inventario de la riqueza vegetal, que se perfila con gran biodiversidad.

Las plantas acuáticas además son especies importantes como indicadoras del estado trófico de las aguas, razón por la cual, se escogieron para determinar el estado de trófia de esta laguna llegando al resultado de considerarla como oligotrófica.

Los más altos valores obtenidos de productividad primaria neta obtenidos para *Callitriche nubigena* Fassett, fueron $(4,34 \text{ y } 5,08 \text{ mg C m}^{-3} \cdot \text{día}^{-1})$ respectivamente en los meses de marzo y abril, época de altas precipitaciones para esta zona. Los valores más bajos de productividad neta de *Callitriche nubigena* Fassett, se registraron en los meses de febrero, octubre y noviembre $(0,6, 1,34, 1,03)$ correspondiente a meses de bajas precipitaciones, reflejando una variación en la productividad primaria definida principalmente por épocas de lluvias y sequía. De todas maneras se debe tener en cuenta que la productividad primaria se midió a partir de un macrófito sumergido los macrófitos sumergidos generalmente presentan una productividad notablemente inferior que los macrófitos de comunidades flotantes y emergentes.

La productividad primaria neta de *Callitriche nubigena* Fassett es mayor que la productividad neta del fitoplancton para este mismo ecosistema, esto corroboró que de todas maneras los macrófitos aportan una mayor cantidad de oxígeno al medio acuático que el fitoplancton. La comunidad de macrófitos son los productores primarios principales de un ecosistema tanto acuático como terrestre.

La problemática ecológica, la importancia y la fascinación que ejercen los macrófitos reside en que pueden habitar diferentes residencias ecológicas permitiendo el reciclaje de la materia orgánica dentro del ecosistema acuático.

La determinación de tipos biológicos en función del estrato que las plantas habitan (atmósfera, interfase agua-sedimento), permite una clasificación más natural orientada por criterios tanto morfofisiológicos como ecológicos.

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo F.E.N (Financiera Energética Nacional) y a la Universidad Pedagógica Nacional (Facultad de ciencia y tecnología, Departamento de Biología) por apoyo para realizar las labores de campo en 1995 y 1996. A los profesores Carlos Arturo Sierra Diosa de la Universidad Pedagógica, a Udo Schidt-Mumm y Edgar Linares del herbario de la Universidad Javeriana.

BIBLIOGRAFIA

Alvarado, Adriano.et. al. 1986. "Deliniamientos generales para el plan de manejo del santuario de Flora y Fauna de Iguaque. Inderena. Bogotá.

Cleff, A.M. 1981. The vegetation of the paramos of the Colombian Cordillera Oriental. Disertaciones Botanicas 61, J. Cramer,vaduz.

INDERENA.1990. Nuevos parques nacionales. FEN. Colombia. pag.205.

Esteves, F.A. 1988. "Fundamentos de Limnología". Editora Interciencia Ltda. Rio de Janeiro, Brasil. Pág. 346.

Margalef, R. 1983. " Limnología". Ed. Omega. Barcelona. España. Pag. 449

Rangel, O., y Aguirre, J. 1983. Comunidades acuáticas altoandinas. I: Vegetación sumergida y de ribera en el lago de Tota, Boyaca, Colombia. Caldasia 13 (65).

Ordoñez, Yamile. 1996 "Productividad primaria y cuantificación de pigmentos fotosintéticos en el fitoplancton de la laguna de Iguaque". Tesis de grado Universidad Pedagógica Nacional. 1996. Pág. 26.

Schmidt-Mumm, U. 1987. "Lista comentada de los macrófitos acuáticos y palustres de la región de Barrancabermeja (Santander). En: Rev. PEREZ-ARBELAEZIA. Vol. 1. No. 4-5. Enero y Julio.

———. 1988. " Vegetación acuática y palustre de la parte alta de la hoya del río Namay (Albán, Cundinamarca)". En: Rev. PEREZ- ARBELAEZIA. Vol. 2. No. 6-7, Enero- Julio.

———. 1988. " Notas sobre la vegetación acuática de Colombia ". I: Estructura En : Rev. Fac. Cien. Uni.Jav. Vol 1. No. 2. pag. 107-122.

———. 1992. " Primer registro de *Wolffia oblonga* (PHIL:) Hegel. y sinopsis de las lemnaceae en Colombia. En: Rev. Caldasia 17 (1) Pag. 11.20.

———. Notas sobre la vegetación acuática de Colombia, II : Fisonomia. En: Rev. Fac.Cien. Vol 1. No. 3.Pag.85-120.

Wetzel, Robert. 1981. "Limnología". Ediciones Omega. Barcelona. España.