

**RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE LAS MACRÓFITAS EN DOS LAGUNAS
NEOTROPICALES DE ALTA MONTAÑA, PARAMO DE SANTURBÁN
(SANTANDER, COLOMBIA).**

**RICHNESS AND ABUNDANCE OF MACROPHYTES IN TWO NEOTROPICAL
HIGH MOUNTAIN LAKES (PARAMO SANTURBÁN, SANTANDER,
COLOMBIA).**

JAHIR GONZALO GONZALEZ PINTO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA
2009**

**RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE LAS MACRÓFITAS EN DOS LAGUNAS
NEOTROPICALES DE ALTA MONTAÑA, PARAMO DE SANTURBÁN
(SANTANDER, COLOMBIA).**

**RICHNESS AND ABUNDANCE OF MACROPHYTES IN TWO NEOTROPICAL
HIGH MOUNTAIN LAKES (PARAMO SANTURBÁN, SANTANDER,
COLOMBIA).**

JAHIR GONZALO GONZALEZ PINTO

Trabajo de grado para optar al título de Biólogo

Director

GINA SUESCUN OTERO M.Sc.

Universidad de pamplona

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOLOGÍA

2009

*A Dios por todas las bendiciones
A mi madre por ser mi inspiración y mejor ejemplo de vida
A mis hermanos Wilson y Jenny por su gran apoyo
A Andrea Pabon por su infinito amor y comprensión.*

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Rosa Aura Gavilán (Laboratorio de Limnología. Universidad Industrial de Santander) por el apoyo y préstamo de las instalaciones para el desarrollo de este proyecto y a los integrantes de este laboratorio por la coordinación y logística en la fase de campo.

A John Jairo Diaz Olarte por su asesoría y oportuna colaboración en la parte estadística y por los comentarios que enriquecieron este trabajo.

Finalmente a todos mi compañeros y amigos con quienes aprendí a crecer cada día como persona.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. MATERIALES Y MÉTODOS	3
1.1 ÁREA DE ESTUDIO	3
1.2 MUESTREOS	4
1.3 ANÁLISIS DE DATOS	5
2. RESULTADOS	7
3. DISCUSIÓN	10
BIBLIOGRAFÍA	13

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1: Climograma en el que se representan las precipitaciones mensuales durante el año 2007 y parte del 2008. Datos tomados de la estación EL Pozo numero 2319045 INDEAM	17
FIGURA 2: Ubicación del municipio de Vetas en el departamento de Santander (Colombia) y del área de estudio, Laguna pajarito y Las calles, ubicadas en el Paramo de Santurbán.	18
FIGURA 3: Perfiles verticales de las principales variables físicas y químicas medidas en las dos lagunas, en los tres muestreos (M1) Mayo 31 2007, (M2) Noviembre 16 2007, (M3) Diciembre 18 2007.	19
FIGURA 4: Distribución de la riqueza de las especies en ambas lagunas con respecto a su gradiente de profundidad.	20
FIGURA 5: Abundancia relativa de las tres especies más significativas y su relación con el gradiente de profundidad de cada una de las lagunas.	21

FIGURA 6: Representación del Análisis de Correspondencias Canónica para los dos primeros ejes, las variables físicas y químicas del agua, sitios y especies de macrófitas encontradas (M1: Muestreo Mayo 31-2007; M2: Muestreo Noviembre 16-2007; M3: Muestreo Diciembre 18-2007; P1: Profundidad 1: orilla; P2: profundidad 2: < 1 metro; P3: profundidad 3: 1 metro; P4: profundidad 4: > 1 metro).

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1: Promedio \pm SD de los parámetros físicos-químicos para ambas lagunas en los diferentes muestreos.	23
TABLA 2: Resumen estadístico de los ejes para el análisis de Correspondencias Canónica CCA.	24

RESUMEN

TITULO: RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE LAS MACRÓFITAS EN DOS LAGUNAS NEOTROPICALES DE ALTA MONTAÑA, PARAMO DE SANTURBÁN (SANTANDER, COLOMBIA).*

AUTORES: JAHIR GONZALO GONZÁLEZ PINTO Y GINA SUESCUN OTERO.**

PALABRAS CLAVES: Macrófitas, riqueza, abundancia.

DESCRIPCION

El objetivo de este estudio fue documentar la riqueza y abundancia de las plantas acuáticas de las lagunas Pajarito y Las Calles y su relación con las variables físicas y químicas del agua en cada una de estas dos lagunas; tres muestreos fueron realizados para cada laguna. Para la colecta del material vegetal se trazaron transectos paralelos para cada laguna. Para el tratamiento estadístico se relacionaron las especies más abundantes con la profundidad a la que estas se encontraban. La relación especies-ambiente fue establecida mediante el desarrollo de un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC). Los individuos colectados fueron *Calamagrostis effusa*, *Juncus effusus*, *Rhynchospora* sp, *Eleocharis* sp, *Carex pichinchensis* y *Isoetes* sp, *Myriophyllum* sp. Se obtuvo una clara dominancia de las plantas enraizadas sumergidas, seguido de las enraizadas emergentes y por último de las macrófitas de barrera. Esto se debe al estado oligotrófico de las lagunas permitiendo el desarrollo de las plantas a profundidades máximas. La laguna Las Calles presenta una mayor riqueza en especies que se distribuyen en la orilla de la laguna, por otro lado la laguna Pajarito se caracteriza por tener una mayor riqueza de especies a medida que la profundidad de la laguna va aumentando. La riqueza es mínima en comparación a la abundancia de los individuos colectados, dejando claro que el estado oligotrófico de ambas lagunas delimita el desarrollo de más especies. El análisis de correspondencia canónica mostro una clara relación entre la presencia de las especies de la laguna Pajarito y la conductividad, evidenciando que en este sitio hay mayor cantidad de sólidos disueltos que en la laguna Las Calles.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ciencias, Escuela de Biología. Director, Víctor Hugo Serrano Cardoso

ABSTRACT

TITLE: RICHNESS AND ABUNDANCE OF MACROPHYTES IN TWO NEOTROPICAL HIGH MOUNTAIN LAKES (PARAMO SANTURBÁN, SANTANDER, COLOMBIA).*

AUTHORS: JAHIR GONZALO GONZÁLEZ PINTO Y GINA SUESCUN OTERO.**

KEY WORDS: Macrophytes, richness, abundance.

DESCRIPTION

The objective of this study was to document the richness and abundance of aquatic plant life at Pajarito and Las Calles lakes their relationship to physical and chemical variables of water in each of these two lakes; three samplings per lake were performed. In order to collect the plant material, parallel transects were traced for each lake; the most abundant species were related to the depth at which they were found for the statistical treatment; and the species-environment relationship was established through a Canonical Correspondence Analysis (CCA). The collected individuals were: *Calamagrostis effusa*, *Juncus effusus*, *Rhynchospora* sp, *Eleocharis* sp, *Carex pichinchensis* and *Isoetes* sp, *Myriophyllum* sp. A clear dominance of submerged rooted plants was established, followed by emerging rooted plants, and lastly by barrier macrophytes. This is due to the oligotrophic state of the lakes, which allows for the development of plants at maximum depths. Las Calles lake presents a greater richness in species distributed through its shore; on the other hand, Pajarito is characterized by a greater richness in species as the lakes depth increases. This richness is minimum when compared to the abundance of collected individuals, evidence of the oligotrophic state delimiting the development of more species. The Canonical Correspondence Analysis revealed a clear correlation between the presence of species at the Pajarito lake and conductivity, which is evidence that this site has a higher quantity of dissolved solids than Las Calles.

* Work of Degree

** Faculty of Science, Biology School, Director, Victor Hugo Serrano Cardoso

INTRODUCCION

Las lagunas presentan diferentes estados alternativos de acuerdo a los grupos de productores primarios que dominan el sistema (Scheffer *et al.*, 2003). Estos ambientes pueden estar dominados por microalgas o fitoplancton, por plantas sumergidas o por plantas flotantes libres. Las plantas acuáticas condicionan las propiedades físico-químicas del agua y la estructura de otras comunidades bióticas (Jeppesen *et al.*, 1998).

Los estudios adelantados en este tema son diversos y cada uno modifica una problemática desde un punto de vista particular. A nivel mundial, los estudios sobre estas plantas se centran en su gran capacidad de crecimiento y formas de dispersión (Debusk y Reddy, 1987), estas plantas se consideran como las principales malezas acuáticas en sistemas tropicales y subtropicales tanto en África (Cilliers *et al.*, 1996), Asia (Mansor, 1996), Norteamérica (Gutierrez *et al.*, 1996) y en zonas templado cálidas de Europa (Moreira *et al.*, 1999) donde son exóticas, como también en partes de Sudamérica (Bini *et al.*, 1999). Estas plantas afectan directamente actividades como la navegación, pesquería, irrigación, producción de energía eléctrica entre otras, además pueden servir como sitios para el desarrollo de mosquitos intermediarios de enfermedades como esquistosomiasis (Rumi *et al.*, 2002).

Las plantas acuáticas tienen gran importancia como sitio de proliferación para animales acuáticos, hecho reconocido y ampliamente enfatizado por numerosos autores (Van der berg *et al.*, 1997; Henriques *et al.* 2007), donde todos reconocen la importancia de la vegetación como un hábitat particular para numerosos invertebrados (Dornfeld y Fonseca, 2005). La presencia de vegetación en un ecosistema acuático resulta en el aumento considerable del área disponible para

la colonización de invertebrados, ofreciéndoles condiciones de sobrevivencia, posibilidades de refugio y diversificación de recursos alimenticios (Beckett *et al.*, 1992).

Las macrófitas brindan directa o indirectamente protección y un gran número de hábitats para muchos organismos, de la misma manera se ofrecen como una importante fuente de alimento, característica que se ha convertido en el tema central de varios estudios, ya que este tipo de vegetación puede ser útil para consumo humano o animal debido a su riqueza nutricional e incluso aprovechables como materia prima para la industria (Arroyave, 2004). Por otra parte, estudios en Suramérica se basan principalmente en la capacidad de estas plantas para consumir nutrientes disueltos en el agua, dándoles una característica única de servir como plantas purificadoras de agua (Changfang *et al.*, 2006; Fritioff *et al.*, 2005; Henry y Camargo, 2006(a); Henry y Camargo, 2006(b)), otorgándoles la facultad de funcionar como bioindicadores, bien por estar presentes en sitios contaminados o como indicadores de sistemas acuáticos en estado de eutrofización (Fonturbel, 2003; Fonturbel *et al.*, 2006; Kiersch *et al.* 2004; Meerhoff *et al.*, 2002; Kumar *et al.*, 2006; Thiébaud y Muller, 1999).

Los estudios en las lagunas neotropicales son abundantes, sin embargo están muy poco relacionados con la vegetación acuática presente en estas. La mayoría de estudios en vegetación acuática están dirigidos al implemento de estas como tratamiento para la purificación del agua (Meerhoff y Mazzeo, 2004; Aubriot *et al.*, 2005) o como bioindicadores del estado del agua. (Kiersch *et al.*, 2004; Meerhoff *et al.*, 2002; Thiébaud y Muller, 1999; Kumar *et al.*, 2006).

El objetivo de este estudio fue documentar la riqueza y abundancia de las plantas acuáticas de las lagunas Pajarito y Las Calles y a su vez determinar la relación de los parámetros físicos y químicos del agua con la distribución de las macrófitas en cada uno de los cuerpos de agua.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

1.1 ÁREA DE ESTUDIO

El páramo de Santurbán, es un páramo húmedo ubicado en el departamento de Santander en la vertiente occidental de la Cordillera Oriental Andina entre los 3000 y los 4000 msnm (Rangel, 1995). A lo largo del año 2007 se presentó un régimen pluviométrico atípico, siendo los meses de abril, agosto y octubre los periodos donde se obtuvieron las mayores precipitaciones y el resto del año con meses intermedios de lluvias y periodos secos (Ideam, 2007; Ideam, 2008) (Fig. 1).

En este estudio, se seleccionaron dos sistemas lénticos localizados en el municipio de Vetas, departamento de Santander, descritos así:

Laguna Pajarito ($6^{\circ} 51' 17.9''$ N $73^{\circ} 04'21.1''$ O) ubicada a una altura de 3500 m.s.n.m., con una forma aberrante semi-circular, se caracteriza por una gran cantidad de *Espeletia* y macrófitas de barrera, se encuentra rodeada por bastas zonas de turberas.

Laguna Las Calles ($6^{\circ} 60' 18.6''$ N $73^{\circ} 09'19.8''$ O) ubicada a 3700 m.s.n.m., su formación geológica se caracteriza por roca metamórfica con agregaciones, dándole una forma particular alargada asemejando una calle; esta laguna alimenta el cuerpo de agua de la laguna Pajarito (Fig. 2).

El período de muestreo para ambas lagunas se realizó durante una temporada alta de lluvias (M1: Mayo 31 de 2007), una temporada baja de lluvias (M2: Noviembre 16 de 2007), y otro para una estación intermedia entre las dos anteriores (M3: Diciembre 18 de 2007).

1.2 MUESTREOS

Para la recopilación de los datos florísticos se usaron transectos en línea que permitieron evaluar los cambios de la vegetación de acuerdo a un gradiente de profundidad (Matteucci y Colma 1982). Debido a la forma irregular de ambas lagunas y con el fin de hacer equiparables las comparaciones entre ellas, los transectos se trazaron de forma paralela al lado más angosto de las lagunas, cruzando en su totalidad el cuerpo de agua.

Se establecieron tres transectos por laguna, cada transecto fue dividido en 10 cuadrantes de 1m², para un total de 30 cuadrantes por muestreo por laguna. La distancia entre los cuadrantes fue de 2,5 a 3 m aproximadamente. El número de transectos y cuadrantes se determinó a través de una curva de acumulación de especies, en la que se estimó que con los 3 transectos por laguna y 10 cuadrantes por transecto se obtenía una buena proporción de la riqueza de macrófitas en las lagunas. Para evaluar la estratificación de las especies, se realizaron perfiles de vegetación para cada transecto (Novelo y Bonilla 1995). En las zonas más profundas se realizaron extracciones de macrófitas con un muestreador en forma de sombrilla invertida, se realizaron tres lanzamientos por cada cuadrante y se estableció la presencia de cada especie del total de los muestreos (Kiersch *et al.*, 2004).

El material vegetal colectado en campo se fijó en alcohol 70% y se almacenó en bolsas de cierre hermético. Una vez en el laboratorio se identificaron con base en claves taxonómicas (Cook *et al.*, 1974, Velásquez 1994, IFAS, 2003, Pedraza-Peñalosa *et al.*, 2005) y se hicieron los exsiccados, que posteriormente fueron depositados en el herbario de la Universidad Industrial de Santander – UIS, Bucaramanga (Colombia).

Las plantas acuáticas se clasificaron en campo de acuerdo con la adherencia al sustrato, así: Plantas enraizadas sumergidas, enraizadas emergentes, enraizadas flotantes, de barrera y libre-flotadoras, esta última es referida como una bioforma independiente del suelo; este sistema de clasificación ha sido ampliamente desarrollado en el Centro de Plantas Acuáticas e Invasivas de la Universidad de la Florida (Estados Unidos) (IFAS, 2003). Las variables físicas y químicas del agua se midieron *in situ*, las mediciones para cada laguna se realizaron en tres transectos por muestreo, seleccionando el punto más profundo en cada transecto. Las mediciones se realizaron cada 10 cm desde la superficie del agua hasta un metro, y a partir de un metro cada 50 cm hasta el fondo. Los parámetros medidos fueron: transparencia con el disco secchi, la conductividad, temperatura y pH del agua a través de la sonda multiparamétrica HORIBA U-10.

1.1 ANÁLISIS DE DATOS

La unidad de muestreo giró en torno a los cuadrantes, para observar la similitud entre las especies de cada uno de los transectos.

La abundancia de las especies presentes en las lagunas se expresó sobre la escala Tansley (ninguno, raro, ocasionales, frecuentes, abundantes, dominante), para el análisis estadístico ésta fue convertida a escala ordinal de 0 a 5 (0 - ninguno = 0%. 1 - raro = 1- 20%, 2 - ocasionales = 21-40%, 3 - frecuentes = 41-60%, 4 - abundantes = 61-80%, 5 - dominante = 81-100%) respectivamente (Van Geest *et al.*, 2005). Para el porcentaje de cobertura de las macrófitas, se estimaron las especies más abundantes y se relacionaron con la profundidad la cual se distribuyó en puntos como orilla, menos de un metro, un metro y más de un metro, con el fin de ver su distribución general en las lagunas.

La relación especies – ambiente tanto espacial como temporal fue establecida mediante un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) usando el programa CANOCO (ter Braak y Smilauer 1998). Este análisis de se basa en los registros de

presencia/ausencia de las especies de macrófitas halladas (lagos-muestreos-profundidad) y de la concentración de las variables ambientales correspondientes. El ACC se realizó con el procedimiento de “Forward Selection” y un test de Monte-Carlo incluyendo todas las variables físicas y químicas del agua, en el ACC final se excluyeron las variables físicas y químicas no significativas.

2. RESULTADOS

Se colectaron 7 especies, de estas, 4 fueron colectadas para la laguna Las Calles: *Calamagrostis effusa*, *Juncus effusus*, *Rhynchospora* sp, *Eleocharis* sp y 2 propias de la laguna Pajarito: *Isoetes* sp, *Carex pichinchensis*, sólo *Myriophyllum* sp fue hallada como compartida en ambas lagunas.

De la clasificación de acuerdo a la adherencia al sustrato de las macrófitas encontradas, se obtuvo una clara dominancia de las plantas enraizadas sumergidas, seguido de las enraizadas emergentes y por último las macrófitas de barrera. En cuanto a los parámetros físicos y químicos del agua se hallaron valores similares para cada una de las lagunas; el pH se mantuvo relativamente constante para ambas lagunas en los tres diferentes muestreos, siendo la laguna Pajarito un cuerpo de agua con pH ácido y la laguna Las Calles con un pH cercano al neutro, en algunos momentos con tendencias a ser básico; en la conductividad se observó una variación entre las dos lagunas, la laguna Pajarito presentó una conductividad mayor en comparación con Las Calles, esto sin importar el período de muestreo; en cuanto a la temperatura esta mantuvo un comportamiento relativamente uniforme en los tres muestreos para cada una de las lagunas, mostrando en algunos momentos la aparición de termoclinas en la laguna Las Calles (Fig. 3). Los valores promedios de los muestreos se presentan en la Tabla 1, esto con el único fin de simplificar y dar una clara visión del comportamiento de las variables físicas y químicas de ambos cuerpos de agua.

La riqueza de las especies en ambas lagunas está relacionada directamente con el parámetro de distribución en el cuerpo del agua. La laguna Las Calles presenta una riqueza más alta en cuanto a especies que se distribuyen en la orilla de la laguna (*Calamagrostis effusa*, *Juncus effusus*, *Rhynchospora* sp, *Eleocharis* sp), por otro lado la laguna Pajarito se caracteriza por tener una mayor riqueza de

especies a medida que la profundidad de la laguna va aumentando (*Isoetes* sp y *Myriophyllum* sp) (Fig. 4).

Las especies más abundantes fueron: *Miriophyllum* sp especie compartida por las dos lagunas; y *Carex pichinchensis* y *Isoetes* sp caracterizadas por ser individuos que sólo se encuentran en la laguna Pajarito.

Myriophyllum sp es una especie de gran abundancia en la laguna Las Calles. A medida que el gradiente de profundidad de la laguna aumenta, la abundancia de la especie también lo hace; en profundidades menores a un metro su porcentaje de cobertura es de 60%, aumentando gradualmente hasta un 80% de cobertura en profundidades mayores a un metro (Fig. 5a). En la laguna Pajarito, *Myriophyllum* sp. presenta un comportamiento similar al mostrado en la laguna Las Calles, su abundancia aunque menor que en la laguna Las Calles. Tiene un patrón de uniformidad del 20% a partir de profundidades de un metro (Fig. 5a).

Isoetes sp, se encuentra ampliamente distribuido a lo largo del cuerpo de agua y presenta un porcentaje de cobertura uniforme (60%) a partir de profundidades menores a un metro (Fig. 5b). *Carex pichinchensis*, es la especie más abundante, su presencia es del 100% en todos los muestreos; sin embargo su distribución está limitada a la orilla de la laguna Pajarito, convirtiéndose en un limitante de expansión de la laguna (fig. 5c).

El resumen estadístico del ACC se muestra en la Tabla 2. Los ejes 1, 2 fueron evaluados con el test de Monte Carlo con 999 permutaciones, y son altamente significativos ($P < 0.01$) para el ACC. El análisis de correspondencia canónica mostró al eje 1 como el más importante, ya que explica el mayor porcentaje de varianza acumulada (63,8%), y es influenciado positivamente por la conductividad y negativamente por el pH, por otro lado, el eje 2 mostró un porcentaje de varianza explicado menor al del eje 1 (35,3 %; 99,1% acumulado) y se observó una relación positiva con la temperatura y con la conductividad (Tabla 2). Se estableció un patrón marcado sobre el eje 1 negativo por el pH y hacia la derecha sobre el eje 1

positivo por la conductividad. La distribución de las especies en la laguna Pajarito está influenciada positivamente por la conductividad y negativamente por el pH; por otro lado la distribución de las especies en la laguna Las Calles es influenciada positivamente por el pH, y negativamente por la conductividad (Fig. 6). La representación grafica del ACC muestra la relación de las especies en las profundidades en las que se encuentran *Calamagrostis effusa*, *Juncus effusus*, *Rhynchospora* sp, *Eleocharis* sp especies propias de las orillas de la laguna Las Calles explicadas positivamente por el pH; *Myriophyllum* sp especie única compartida por ambas lagunas y que se distribuye desde profundidades menores a mayores de un metro no tiene una representación clara en la grafica; *Carex pichinchensis* es una especie propia de Pajarito y se distribuye en la orilla del lago y es explicada por la conductividad, y por ultimo *Isoetes* sp propia de la laguna Pajarito, tiene una distribución uniforme a partir de profundidades menores a un metro hasta la máxima profundidad, explicada negativamente por el pH.

3. DISCUSIÓN

La laguna las Calles presentó una riqueza alta en cuanto a macrófitas de barrera, individuos como *Calamagrostis effusa* se caracterizan por su amplia distribución en paramos colombianos y por su amplio margen de distribución (3200 a 4000 msnm), son plantas muy comunes en suelos bien drenados y expuestas al efecto directo del viento (Mora *et al.*, 2007). *Juncus effusus* es una planta ampliamente distribuida y bien adaptada a diferentes ambientes, presenta un amplio margen de tolerancia de humedad, fluctuaciones en el nivel del agua, condiciones de acidez y sitios pobres en nutrientes, así como una buena capacidad de reproducción y colonización de sitios donde no encuentra competencia (turberas), (McCorry y Renou, 2003). *Rhynchospora* sp. y *Eleocharis* sp son conocidos por su variada distribución y capacidad de mantenerse en diferentes condiciones ambientales, aunque están mejor representados en las regiones templadas y subárticas, todos los individuos colectados son característicos de lagunas oligotróficas tales como Las Calles, que presentan una transparencia total y demás características comunes de un cuerpo de agua bajo en nutrientes.

La laguna Pajarito se caracteriza por una amplia abundancia de plantas enraizadas sumergidas. *Isaetes* sp. se caracteriza por su distribución cosmopolita, localizándose en zonas húmedas donde se comportan bien como hidrófitas, desarrollándose en profundidades que van desde los 10 cm hasta 1 m, incluso se hallan en algunas zonas con profundidades mayores a 10 m; en la laguna Pajarito estas se encuentran en profundidades que oscilan entre los 1 y 2 m, están fuertemente enraizadas a sustratos finos o también a sustratos pedregosos, generalmente suelen formar en los fondos lacustres alto andinos densas matas o carpetas que no pasan de los 20 cm de altura y que pueden constituir las poblaciones dominantes de la zona litoral media a inferior en lagunas de aguas muy claras (De la barra, 2003). *Carex pichinchensis* es una macrófita enraizada emergente, conocida por su distribución en los páramos húmedos de la Cordillera

Oriental, es una planta común de encontrar sobre los 3400 y 3900 m.s.n.m., en los bordes de quebradas, lagunetas y lagunas. En el caso de la laguna Pajarito *Carex pichinchensis* es la especie delimitadora del cuerpo de agua, rodeando completamente la laguna y delimitando su forma.

La única especie en común para ambas lagunas es *Myriophyllum* sp. la cual se caracteriza por su amplia distribución, ya sea en condiciones oligotróficas o eutróficas además de su capacidad colonizadora y dominante formando comunidades extensas en las profundidades de los cuerpos de agua donde se encuentren (Fernández-Aláez *et al.*, 2004). En la laguna Las Calles *Myriophyllum* sp, se constituyó como la especie dominante en la profundidad del lago y en el caso de la laguna Pajarito ésta compartió la dominancia con *Isoetes* sp, formando un amplio tapete de individuos a lo largo del todo el cuerpo de agua.

Las macrófitas tienen diferentes formas de vida y requieren de nutrientes procedentes de diversas fuentes, su tolerancia y exposición a estos varía según la planta (Toivonen y Huttunen, 1995), por lo que la riqueza de las especies de macrófitas y la proporción de las diversas formas de crecimiento reflejan el estado trófico de las lagunas; las lagunas meso-eutróficas y lagunas eutróficas apoyan significativamente la aparición de más especies que las lagunas oligotróficas (Nurminen, 2003), siendo esto último el caso propio de Las Calles y Pajarito. La luz y la profundidad son los factores más importantes que explican la abundancia de vegetación sumergida (Blindow, 1992), la profundidad máxima a la cual se desarrollan las plantas refleja la transparencia del agua, este hecho es un importante indicador del estado trófico (Kiersch *et al.*, 2004), en ambas lagunas el desarrollo más amplio de vegetación (*Myriophyllum* sp y *Isoetes* sp) se dio en las profundidades máximas.

El comportamiento atípico de las lluvias durante todo el año 2007 (Fig. 1), impidió que este factor fuera un delimitante en el desarrollo de las macrófitas, por lo que la gran similitud de las macrófitas encontradas durante los tres muestreos, podría estar explicada por otros factores que fuesen los responsables de la presencia constante de estas especies, durante las diferentes épocas de lluvias.

Donato *et al* en 1996 concluyo que los sistemas acuáticos de alta montaña tropical se caracterizan, desde el punto de vista físico y químico por tener aguas blandas, pH ligeramente ácido y bajo contenido material, por lo cual se define como oligotróficos. Los factores químicos de ambas lagunas fueron aparentemente similares en ambos sitios para cualquiera de los tres muestreos, esto puede estar relacionado en que la laguna Las Calles alimenta de manera directa el cuerpo de agua de la laguna Pajarito, la única deriva importante presentada fue la de la conductividad, siendo ésta más alta en la laguna Pajarito, factor que se encuentra relacionado a que en la laguna Pajarito hay más alteración antrópica y sus terrenos aledaños caracterizados por turberas y gran materia orgánica están convirtiéndose en zona de pastoreo de ganado, además al tomar estos valores altos de conductividad podríamos inferir sobre la calidad del agua y la posibilidad de encontrar ligeramente una mayor cantidad de sólidos disueltos en las aguas de Pajarito en comparación con la de la laguna Las Calles (EPA 1997).

La vegetación se compone de una cantidad limitada de especies, que parecen estar bien adaptadas a las diversas condiciones existentes. Por esto es recomendable realizar más investigaciones, teniendo en cuenta factores como los nutrientes, para así saber cual es el factor limitante para que estas especies estén presentes en ambas lagunas.

BIBLIOGRAFÍA

ARROYAVE, M. La lenteja de agua (*Lemna minor L.*): una planta acuática promisoría. Revista EIA, ISSN 2004;1794-1237 Número 1 p. 33-38.

AUBRIOT L, CONDE D, BONILLA S, HEIN V, BRITOS A. Vulnerabilidad de una laguna costera en una Reserva de Biosfera: indicios recientes de eutrofización. Taller internacional de eutrofización de lagos y embalses. 2005; 65 – 85.

BECKETT D C, AATILA T P, MILLER A C. Invertebrate abundance on *Potamogeton nodosus*, effects of plant surface area and condition. Can J. Zool. 1992; 70:300-306

BINI L M, THOMAZ S M, MURPHY K.J, CAMARGO A.F.M. Aquatic macrophyte distribution in relation to water and sediment conditions in the Itaipú Reservoir, Brazil. Hydrobiologia 1999; 415:147-154.

BLINDOW I. Decline of charophytes during eutrophication: comparison with angiosperms. Freshw. Biol. 1992: (28) 9-14.

CHANGFANG Z, SHUQING A, JINHUI J, DAQIANG Y, ZAILAN W, CHAO F, ZHIYI S, CHEN Q. An in vitro propagation protocol of two submerged macrophytes for lake revegetation in east China. Aquatic Botany 85. 2006; 44-52.

CILLIERS C J, ZELLER D, STRYDOM G. Short and long term control of water lettuce (*Pistia stratiotes*) on seasonal water bodies and on a river system in the Kruger National Park, South Africa. Hydrobiologia 340 1996; (1-3):173-179.

COOK C D K, B J GUT, E M RIX, J SCHNELLER, M SEITZ. Water Plants of the World. W. Junk, The Hague. 1974;561.

DE LA BARRA R NELLY. Clasificación ecológica de la vegetación acuática en ambientes lacustres de Bolivia. Rev. Bol. Ecol 2003: 13: 65 – 93.

DEBUSK W F, REDDY K R, Density requirements to maximize productivity and nutrient removal capability of water hyacinth. Aquatic plants for water treatment and resource recovery 1987;673-680.

DONATO J, GONZALEZ L, RODRIGUEZ C. Ecología de dos sistemas acuáticos de paramo. Facultad de ciencias – Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana. 1996.

DORNFELD C, FONSECA A. Chironomidae (Diptera) fauna associated to *Salvinia* sp. and *Myriophyllum* sp. in a Corrego do Espirado reservoir, São Carlos, São Paulo, Brasil. *Entomol. Vectores*. 2005: vol. 12;181-192.

EPA. Volunteer Stream Monitoring: A methods Manual. Environmental Protection Agency, 1997.

FERNÁNDEZ-ALÁEZ C, FERNÁNDEZ- ALÁEZ F, GARCÍA- CRIADO C, TRIGAL-DOMÍNGUEZ. La influencia del régimen hídrico sobre las comunidades de macrófitos de lagunas someras de la Depresión del Duero. *Ecosistemas* 13 (2): 52-62. 2004.

FONTURBEL F, RICHARD E, GARCIA G. Diversidad de flora fanerógama y aspectos ecobiológicos de la unidad vegetal Aygachi-Cumana-Bahia cohan, lago Titikaka (la paz, Bolivia). *Ciencia abierta internacional*. 2006 Vol.30.

FONTURBEL F. Algunos criterios biológicos sobre el proceso de eutrofización a orillas de seis localidades del lago Titikaka. *Ecología aplicada*, 2003. 2(1).

FRITIOFF A, KAUTSKY L, GREGER M. Influence of temperature and salinity on heavy metal uptake by submersed plants. *Environmental pollution* 2005;(133): 265-274.

GUTIERREZ E, HUERTO R, SALDAÑA P, ARREGUIN F. Strategies for waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) control in Mexico. *Hydrobiologia* 1996;340: 181-185.

HENRIQUES DE OLIVEIRA C, BAPTISTA DF. NESSIMIAN JL. Sewage input effects on the macroinvertebrate community associated to *Typha domingensis* Pers in a coastal lagoon in southeastern Brazil. *Braz. J. Biol.*, 2007;vol.67:73-80.

HENRY S. CAMARGO A F M. Chemical composition of floating aquatic macrophytes used to treat of aquaculture wastewater. *Planta Daninha, Viçosa-MG* 2006(a);v. 24:21-28.

HENRY S. CAMARGO A F M. Efficiency of aquatic macrophytes to treat Nile tilapia pond effluents. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)* 2006(b);(63)5:433-438.

IDEAM. Datos históricos de precipitación. Estación La Caldera. IDEAM; 2007.

IDEAM. Datos históricos de precipitación. Estación La Caldera. IDEAM; 2008.

IFAS. Center for aquatic and invasive plants. Florida University 2003;20.

- JEPPESEN E, M SØNDERGAARD, N MAZZEO, M MEERHOFF, C BRANCO, V HUSZAR, F SCASSO. Lake restoration and biomanipulation in temperate lakes: relevance for subtropical and tropical lakes. Tropical eutrophic lakes: their restoration and management 1998.
- KIERSCH B, MUHLECK R, GUNKEL G. Las macrófitas de algunos lagos altoandinos del Ecuador y su bajo potencial como bioindicadores de eutrofización. *Biología tropical* 2004;52 (4):829-837.
- KUMAR N, SONI H, N KUMAR R. Biomonitoring of selected freshwater macrophytes to assess lake trace element contamination: a case study of Nal Sarovar Bird Sanctuary, Gujarat, India. *J. Limnol* 2006;65(1):9-16.
- MANSOR M. Noxious floating weeds of Malaysia. *Hidrobiologia* 1996;340 (1-3):121-125.
- MATTEUCCI S, A COLMA. Metodología para el estudio de la vegetación. OEA, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Monografía 22, 1982. Washington.
- MCCORRY M. J, RENO FLORENCE. Ecology and management of *Juncus effusus* (soft rush) on cutaway peatlands. University College Dublin, Forest Ecosystem Research Group Report Number 69. 2003.
- MEERHOFF M, MAZZEO N. Importancia de las plantas flotantes libres de gran aporte en la conservación y rehabilitación de lagos someros en sudamérica. *Ecosistemas* 2004/2.
- MEERHOFF M, RODRÍGUEZ L, MAZZEO N. Potencialidades y limitaciones del uso de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms en la restauración de lagos hipereutróficos subtropicales. En: Fernández A & G Chalar (eds.) *Agua en Iberoamérica: de la limnología a la gestión en Sudamérica* 2002;61-74.
- MORA F, HOOZ C, VARGAS O, BONILLA A. Dinámica de la Germinación, Latencia de Semillas y Reclutamiento de Plántulas en *Puya cryptantha* y *P. trianae*, Dos Rosetas Gigantes de los Páramos Colombianos. *Ecotropicos* 2007: 20(1):31-40.
- MOREIRA I, FERREIRA T, MONTEIRO A, CATARINO L, VASCONCELOS T.. Aquatic weeds and their management in Portugal: insights and the international context. *Hydrobiologia* 1999 415: 229-234.
- NOVELO A, J BONILLA. Manual de identificación de plantas acuáticas del Parque Nacional Lagunas de Zampoala, México. Universidad Nacional Autónoma de México 1995.

NURMINEN LEENA. Macrophyte species composition reflecting water quality changes in adjacent bodies of lake Hiidenvesi, SW Finland. *Ann. Bot. fennici*. 2003. 40: 199-208.

PEDRAZA-PEÑALOSA P., BETANCUR J., FRANCO-ROSSELLI P. Chisacá, Un recorrido por los páramos andinos. Segunda edición. Instituto de Ciencias Naturales e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 2005. 340p.

RANGEL-CH JO. Localidades paramunas y altoandinas de Colombia, En: Rangel-Ch. JO, editors. Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander von Humboldt; 1995. p. 837-866.

RUMI A, BECHARA J A, HAMANN M I, DE NUNEZ M O. Ecology of potencial hosts of schistosomiasis in urban environments of Chaco, Argentina. *Malacologia* 2002;44(2):273-288.

SCHEFFER M, SZABO S, GRAGNANI A, VAN NES E H, RINALDI S, KAUTSKY N, NORBERG J, ROIJACKERS R M M, FRANKEN R J M. Floating plant dominance as a stable state. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 2003;100(7):4040-4045.

TER BRAAK C J, P SMILAUER. *CANOCO Version 4.0, Software for Canonical Community Ordination*. Microcomputer Power Ithaca, New York. 1998.

THIÉBAUT G, MULLER M. A macrophyte communities sequence as an indicator of eutrophication and acidification levels in weakly mineralised streams in north-eastern France. *Hydrobiologia* 1999;410:17–24.

TOIVONEN H, HUTTUNEN P. Aquatic macrophytes and ecological gradients in 57 small lakes in southern Finland. *Aquat. Bot.* 1995: 51: 197-221.

VAN DER BERG MS, COOPS H, NOORDHUIS R, SCHIE J, SIMONS J. Macroinvertebrates communities in relation to submerged vegetation in two *Chara* dominated lakes. *Hydrobiologia*, 1997;vol. 342/343:143-150.

VAN GEEST G J, COOPS H, ROIJACKERS R M, BUIJSE A D, SCHEFFER M. Succession of aquatic vegetation driven by reduced water-level fluctuations in floodplain lakes. *Journal of Applied Ecology* 2005;42:251–260.

VELÁSQUEZ J. Plantas acuáticas vasculares de Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Caracas 1994.

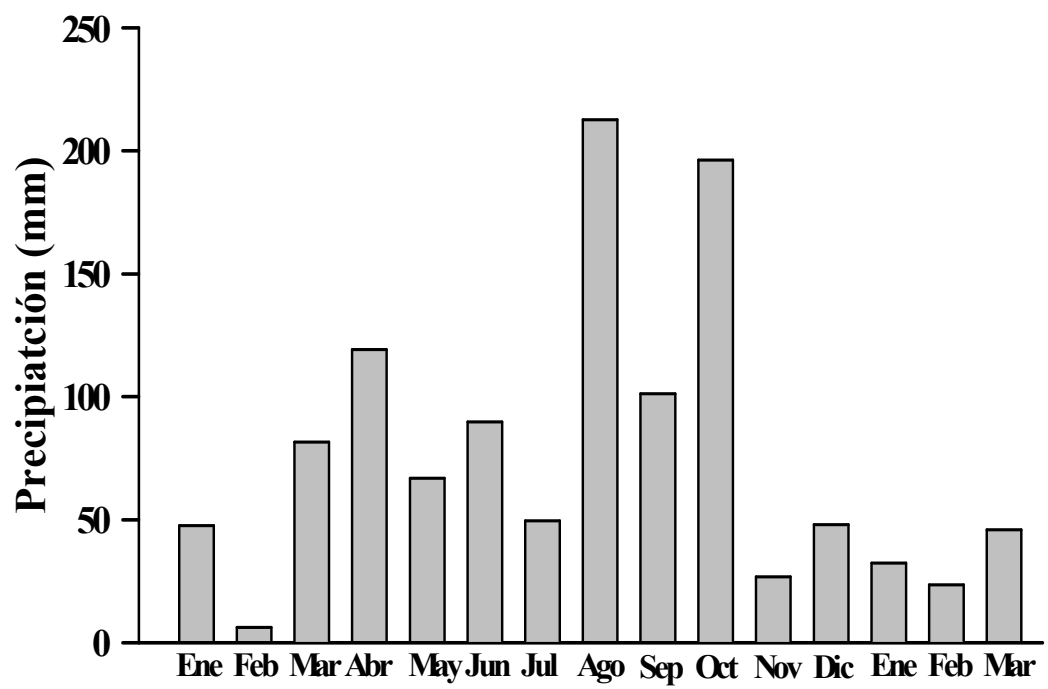


Figura 1.

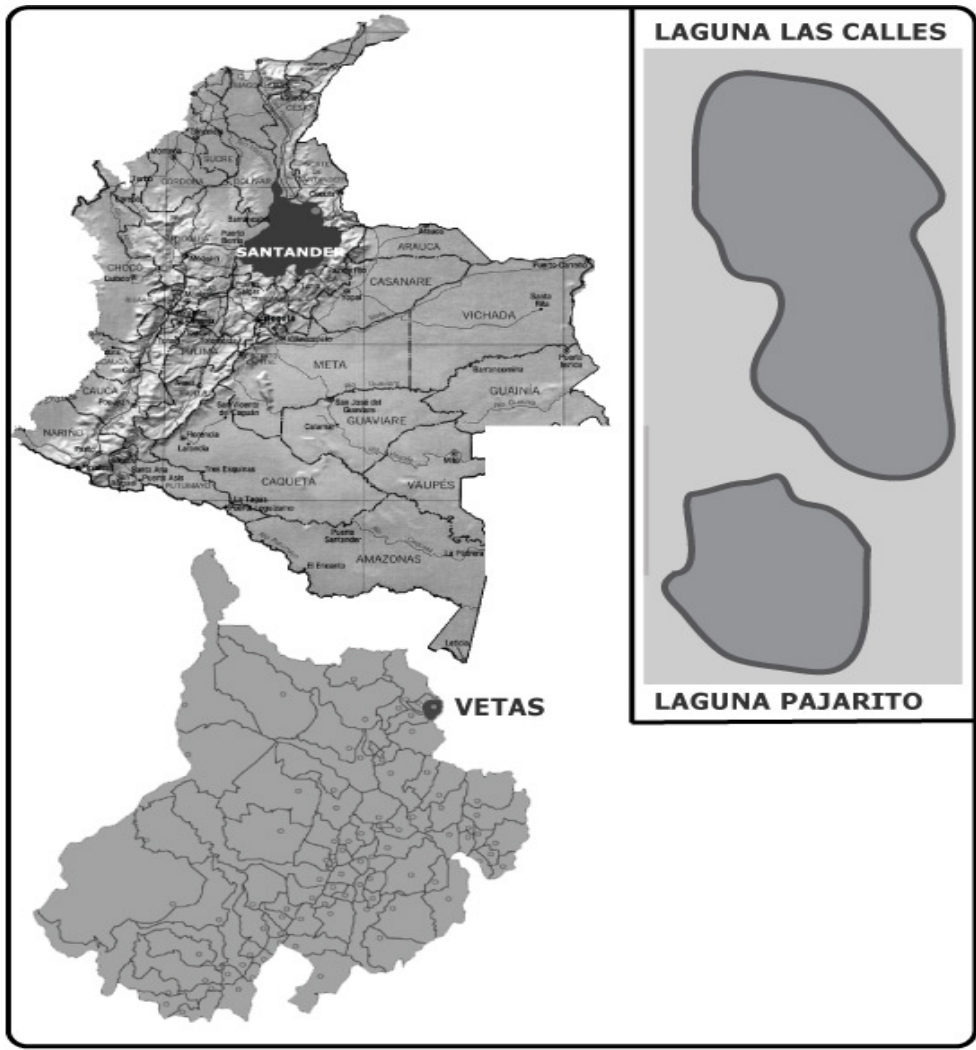


Figura 2.

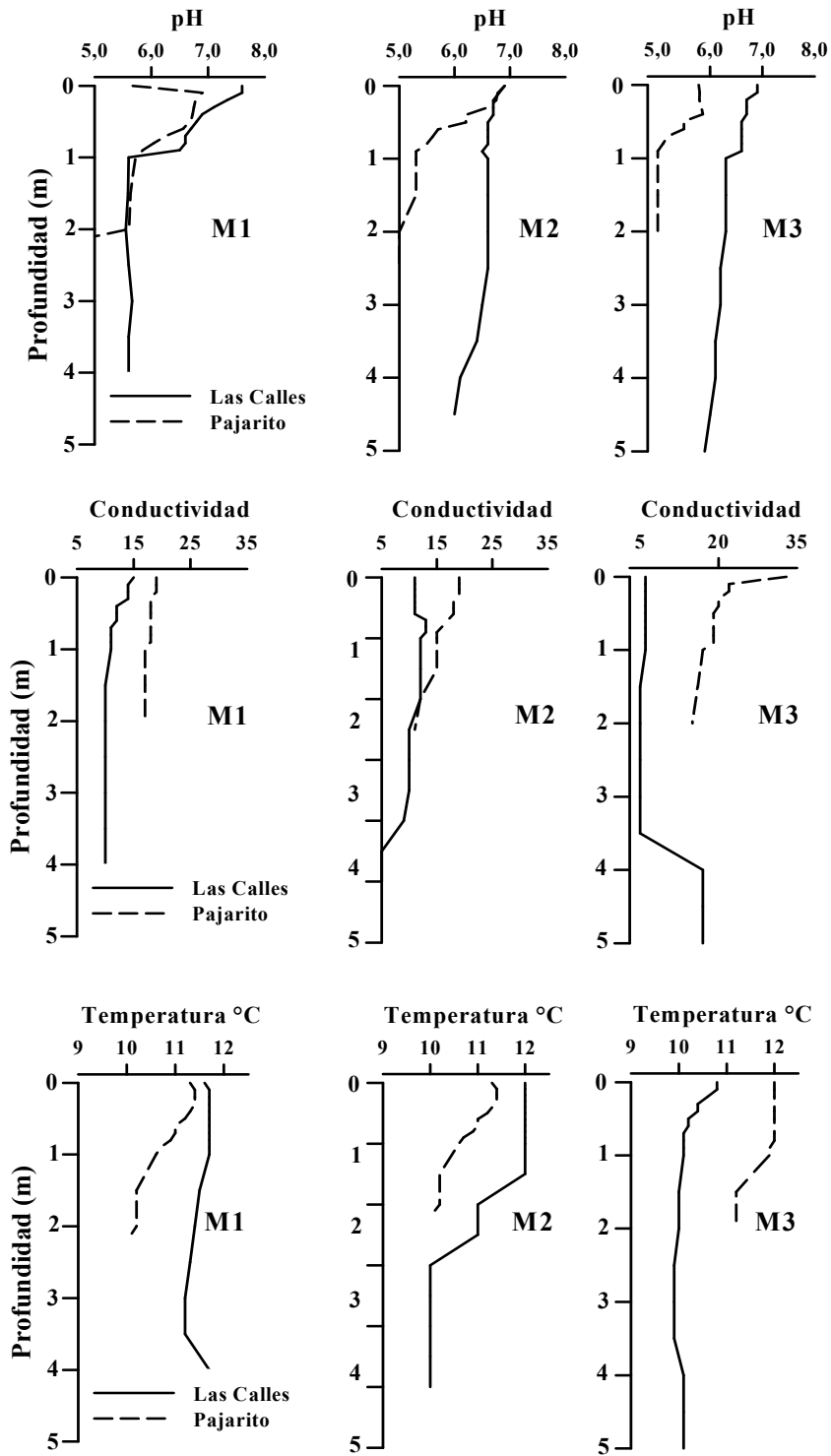


Figura 3

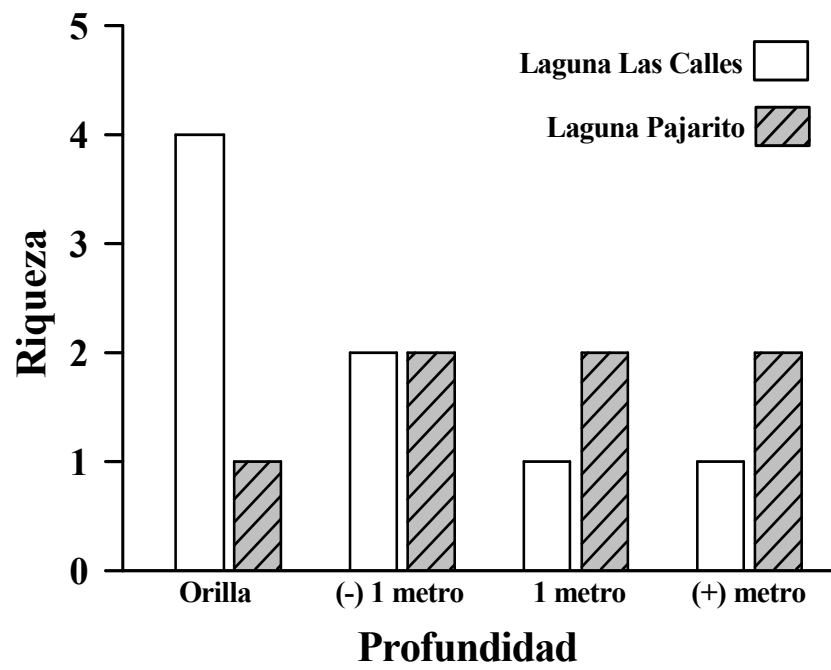


Figura 4.

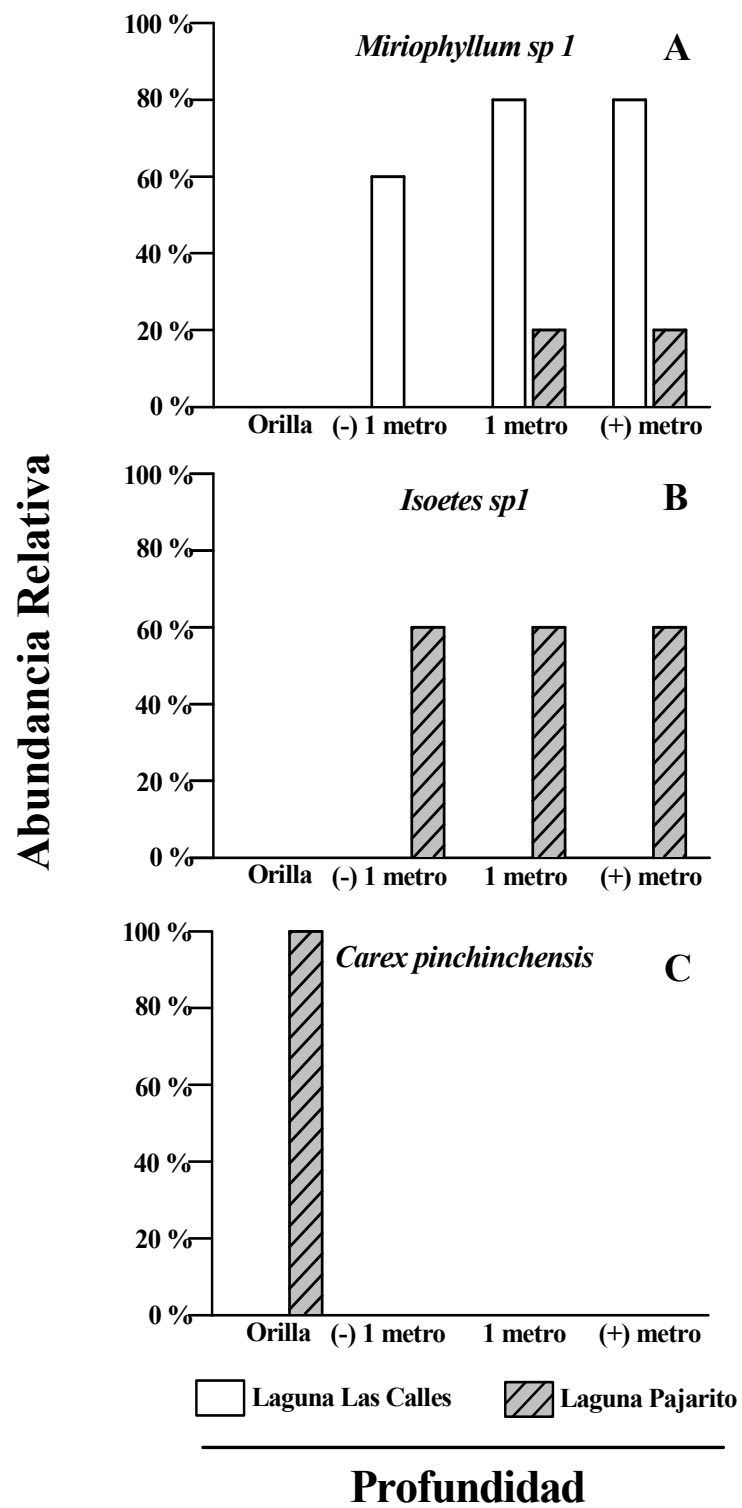


Figura 5.

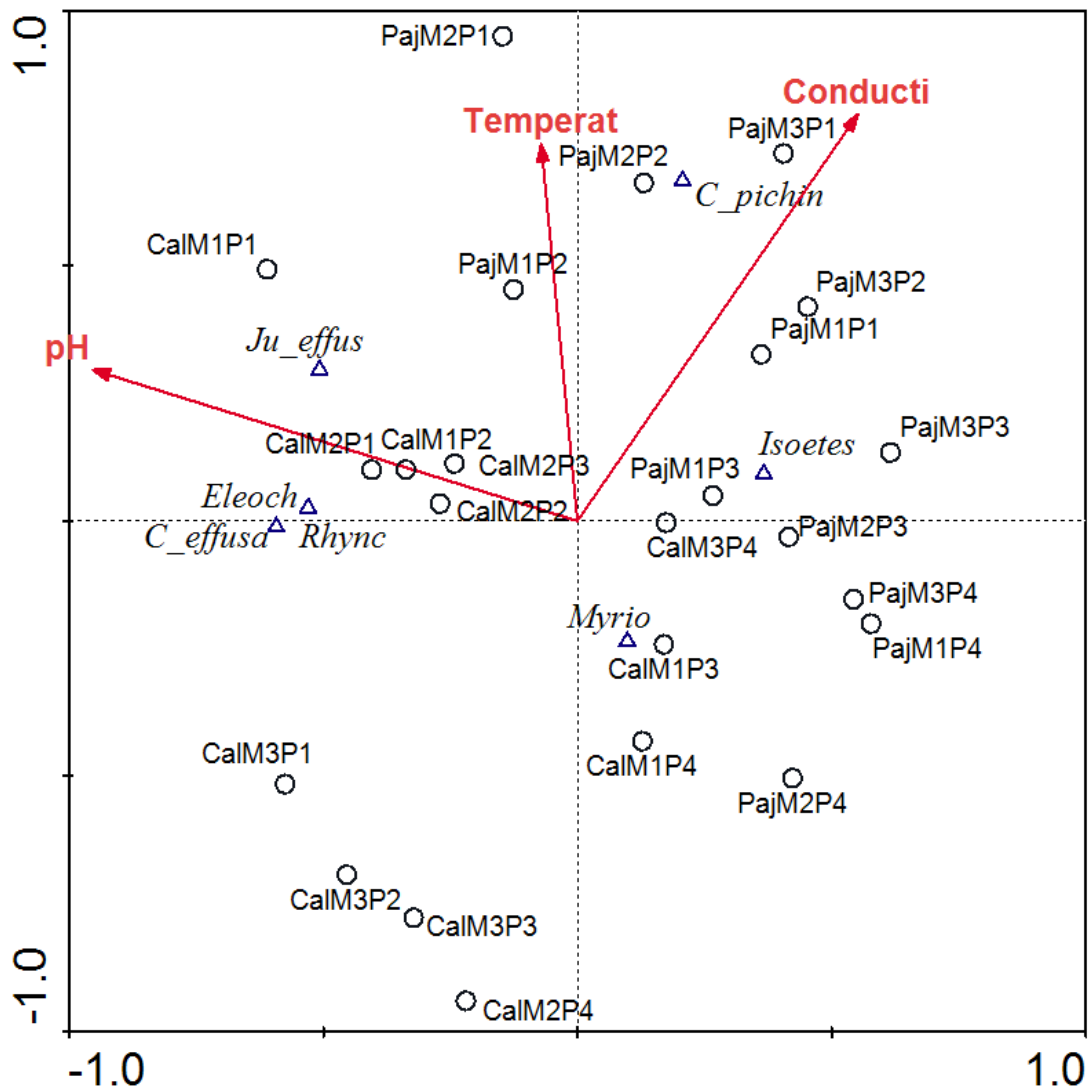


Figura 6.

	Las Calles M1	Las Calles M2	Las Calles M3	Pajarito M1	Pajarito M2	Pajarito M3
Secchi (m)	4,25	5,0	5,0	2,1	2,5	2
Temperatura (°C)	11,6 ± 0,2	11,3 ± 0,9	10,1 ± 0,3	10,8 ± 0,5	11,2 ± 0,9	11,6 ± 0,3
pH	6,4 ± 0,8	6,5 ± 0,4	6,4 ± 0,3	5,8 ± 0,6	5,7 ± 0,7	5,4 ± 0,4
Conductividad (μS cm⁻¹)	10 ± 1,6	9,7 ± 2,1	7,6 ± 4,1	18 ± 0,7	17 ± 2,5	21 ± 4,2

Tabla 1.

	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Eigenvalue	0,62	0,343	0,009
Correlación de Pearson especies-ambiente	0,81	0,64	0,26
<i>varianza en datos de especies</i>			
% explicada acumulada	23.3	36.2	36,5
<i>Varianza en datos especies-ambiente</i>			
% explicada acumulada	63,8	99,1	100
<i>Correlación intra grupos para variables ambientales</i>			
Conductividad	0,55	0,79	0,25
pH	-0,95	0,29	0,05
Temperatura (°C)	-0,07	0,73	-0,67

Tabla 2.