

Bolivia Ecológica

EDICIÓN TRIMESTRAL REVISTA Nº 39

AÑO 2005



VEGETACIÓN ACUÁTICA DE BOLIVIA

- Introducción
- ¿Qué son las plantas acuáticas?
- Adaptaciones de las plantas acuáticas
- Características importantes del hábitat acuático
- Comunidades vegetales acuáticas
- Tipos biológicos de las plantas acuáticas
 - 1. Haplófitos
 - 2. Pleustófitos
 - 3. Pleusto - Rizólitos
 - 4. Hidrófitos
 - 5. Helófitos
- Zonación Ecológica
- Ambientes donde se desarrollan comunidades vegetales acuáticas y palustres en Bolivia
 - - Lagunas
 - - Ríos
 - - Bofedales
 - - Pantanos ("Curiches")
 - - Yomomales
 - - Taropales
- Interacción de las plantas acuáticas con el medio
- Uso de la vegetación acuática
- Control de la vegetación acuática
- Glosario
- Bibliografía



FUNDACIÓN SIMÓN I. PATIÑO

EDITOR

CENTRO DE ECOLOGÍA DIFUSIÓN
SIMÓN I. PATIÑO

DIRECTORA

Carmiña Montoya Köster

ASESORA

M.Sc. Nelly de la Barra R.

COLABORACIÓN

Cristina Torrico Laserna
María Elva Aguilera V.

FOTO PORTADA

Eichhornia crassipes. Navarro Gonzalo

ÍNDICE

●	Introducción	pág.	1
●	¿Qué son las plantas acuáticas?	pág.	1
●	Adaptaciones de las plantas acuáticas	pág.	2
●	Características importantes del hábitat acuático	pág.	6
●	Comunidades vegetales acuáticas	pág.	6
●	Tipos biológicos de las plantas acuáticas	pág.	7
	1. Haptófitos	pág.	8
	2. Pleustófitos	pág.	8
	3. Pleusto – Rizófitos	pág.	9
	4. Hidrófitos	pág.	9
	5. Helófitos	pág.	10
●	Zonación Ecológica	pág.	12
●	Ambientes donde se desarrollan comunidades vegetales acuáticas palustres en Bolivia.	pág.	13
	- Lagunas	pág.	13
	- Ríos	pág.	14
	- Bofedales	pág.	15
	- Pantanos (“Curiches”)	pág.	16
	- Yomomales	pág.	16
	- Taropales	pág.	17
●	Interacción de las plantas acuáticas con el medio	pág.	18
●	Uso de la vegetación acuática	pág.	20
●	Control de la vegetación acuática	pág.	21
●	Glosario	pág.	22
●	Bibliografía	pág.	23

INTRODUCCIÓN

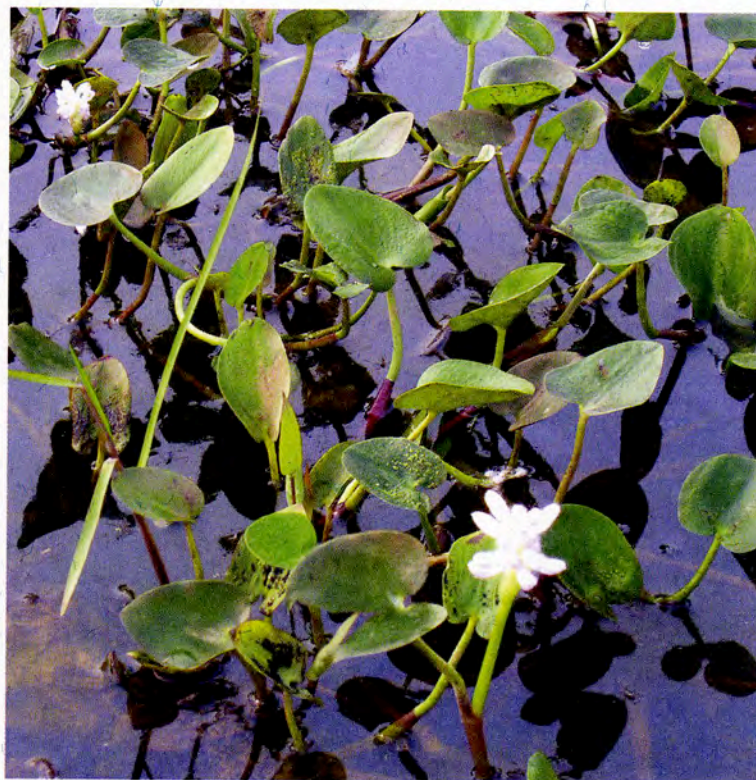
Las plantas acuáticas son muy importantes por el papel ecológico que desempeñan en los cuerpos de aguas. Se desconoce aún gran parte de la riqueza de especies en el país, estudios de investigación indican que existen más de 400 géneros de plantas vasculares reconocidas como acuáticas.

Este tipo de vegetación es la base alimenticia de los ambientes acuáticos, ya que realizan la producción primaria (fotosíntesis), son la clave en el ciclo de nutrientes, capturan y liberan sedimentos en suspensión (reciclan), este proceso condiciona las propiedades físico-químicas del agua mediante la regulación de los intercambios entre el sustrato o medio terrestre y el medio acuático.

De igual forma, condicionan la estructura de otras comunidades bióticas por ejemplo del zooplancton, ya que ofrecen un sin fin de hábitats para estos organismos; son alimento de peces y de otros organismos acuáticos que sirven a su vez de alimento para peces más grandes y son consumidos por aves y otros animales y éstos por el hombre.

La vegetación acuática es un elemento clave en el diseño de estrategias de conservación y rehabilitación especialmente de lagos someros (poco profundos), por ejemplo el conocer sus adaptaciones biológicas, como los patrones de enraizamiento, es fundamental para mecanismos de control y manejo de las malezas acuáticas colonizadoras. Su papel también es conservacionista en los ambientes acuáticos e inundables, ya que son sitios de nidificación y protección para la fauna, en especial para muchas especies de aves.

¿QUÉ SON LAS PLANTAS ACUÁTICAS ?



Pontederia subovata.

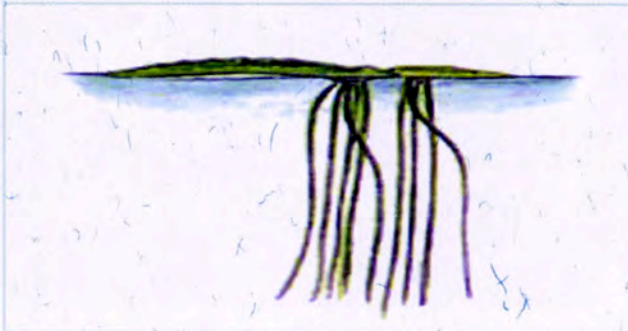
Las plantas acuáticas, conocidas también con el nombre de “macrófitas o hidrófitas acuáticas”, son vegetales que viven generalmente dentro de cuerpos de agua, se caracterizan por su gran capacidad de adaptación a diferentes tipos de ambientes, son capaces de tener su ciclo generativo cuando todas las partes vegetativas están sumergidas o sustentadas por el agua.

Las plantas acuáticas generalmente tienen aspecto de hierbas, es decir que presentan una estructura herbácea, regularmente son blandas al tacto y livianas. Sus hojas pueden ser aéreas, flotantes o sumergidas.

Hojas flotantes
enraizadas



De hojas flotantes
libres



De hojas sumergidas
enraizadas



ADAPTACIONES DE LAS PLANTAS ACUÁTICAS

Las macrófitas acuáticas han desarrollado adaptaciones que les ha permitido sobrevivir en todo tipo de aguas continentales, desde poco mineralizadas a salinas. La mayoría son completamente dependientes del medio acuático para su metabolismo, es decir pueden obtener sales minerales y anhídrido carbónico directamente del agua.

Entre las adaptaciones que han desarrollado podemos indicar las siguientes:

Flotabilidad: capacidad de sostenerse en la superficie del agua debido a la reducción del tejido de sostén (parénquima en empalizada) y sustitución por un tejido secundario, provisto de numerosos espacios aéreos (aerenquima). Adicionalmente, estos espacios también pueden almacenar el CO_2 excedente producido por la respiración durante la noche, de esta forma muchas plantas acuáticas totalmente sumergidas en el agua garantizan su propio suministro de CO_2 cuando se inicia la fotosíntesis en las primeras horas del día.

Inmersión: capacidad de vivir o desarrollarse debajo del agua. Existen especies que usualmente se desarrollan en suelos húmedos o fangosos, pero que pueden tolerar períodos de parcial o total inmersión en el agua, como *Ipomoea*, *Polygonum*, *Callitriche* y *Elatine*, estas especies exhiben diferentes fenotipos tanto dentro del agua, como en suelos húmedos fangosos, inclusive pueden resistir en suelos arenosos y secos pero por poco tiempo. Generalmente las especies que toleran la inmersión disminuyen su crecimiento, sus hojas se achican, tienden a alargarse y pierden la rigidez.

Adaptación a la profundidad: las plantas vasculares acuáticas pueden desarrollarse en medios lacustres hasta donde llegan los rayos solares, es decir que su presencia va disminuyendo a medida que aumenta la profundidad y disminuye la intensidad de la luz. Las macrófitas acuáticas sumergidas pueden colonizar substratos hasta profundidades donde la intensidad de la luz es solo entre el 1 – 4% del promedio de intensidad en la superficie del agua (Sculthorpe, 1985).

A grandes profundidades experimentan cambios por los efectos de la presión hidrostática, por ejemplo a una profundidad de 10 m, la presión hidrostática es suficiente para inhibir su crecimiento radicular de forma significativa.

Capacidad de asimilación del CO₂: la disponibilidad de carbono inorgánico en el agua condiciona muchas particularidades de la ecología de las macrófitas. Existe una clara diferencia entre las macrófitas que pueden absorber y utilizar el carbono necesario en forma de iones, iones bicarbonato (HCO₃⁻), y las que utilizan exclusivamente el CO₂ disuelto en el agua, con la posibilidad de utilizar el CO₂ atmosférico. Por ejemplo las lentejas de agua (*Lemnaceae*) utilizan tanto el carbono atmosférico como el acuático; otra especie *Ranunculus sp.* desarrolla hojas divididas para utilizar el carbono disuelto en el agua, cuando esta reserva se agota, tiene la capacidad de desarrollar hojas enteras emergentes para poder utilizar el carbono atmosférico (Margalef, 1983; Wetzel, 1981).

Resistencia a la desecación: cuando el nivel del agua baja en los cuerpos de agua muchas especies mueren, algunas pueden sobrevivir por un corto período mientras el suelo se mantenga húmedo, otras especies pueden

incluso desarrollar formas terrestres pero que son incapaces de florecer. (Sculthorpe, 1985).

La resistencia de las macrófitas a la desecación se efectúa mediante estructuras subterráneas que pueden sobrevivir cuando el nivel de agua baja o simplemente desaparece, estas estructuras resistentes pueden ser rizomas, tubérculos, estolones y están estrechamente relacionadas con la forma de propagación vegetativa. Son estructuras características de *Scirpus*, *Cyperus*, *Eichhornia*, etc.

Las plantas acuáticas también presentan **modificaciones estructurales morfológicas**, es decir profundas reducciones y especializaciones en su cuerpo vegetativo que les ha permitido “regresar” o migrar y adaptarse al medio acuático continental (algunos autores indican que son plantas terrestres que han recolonizado los ambientes acuáticos).

Entre las modificaciones que han sufrido podemos indicar las siguientes:

- ◆ **Raíces:** su función principal es de fijación. En las especies enraizadas sumergidas (del bentos) su función absorbente es limitada, en las flotantes dentro o sobre el agua (del pleuston), la profundidad de las raíces es vital para la competencia con otras especies, especialmente cuando el agua está muy estratificada y existen gradientes verticales en la concentración de nutrientes.

En las especies flotantes, las raíces, representan también la vía de entrada de agua, ya que pierden este elemento debido a la elevada tasa de evapotranspiración que puede ocurrir en la parte aérea de la planta.

- ◆ **Hojas:** en las especies que flotan libremente sobre el agua, las caras superiores de las hojas están adaptadas para la vida aérea y las caras inferiores para la vida acuática.

En las especies sumergidas dentro del agua, el mesófilo de sus hojas se reduce, produciéndose un incremento del tejido esponjoso y de los espacios intercelulares que se llenan de aire, esto ayuda a la flotabilidad y ofrece resistencia al desgarramiento.

Con frecuencia las hojas sumergidas son divididas, por ejemplo en *Salvinia* sus hojas sumergidas se han dividido tanto, hasta tomar la forma de raíces, esto para favorecer la absorción de nutrientes dentro del medio acuático, en otras especies como *Victoria* son enteras, con un diámetro que puede alcanzar hasta los 4 m, con una arquitectura foliar muy complicada cuyo objetivo principal es el captar y concentrar los nutrientes del agua de lluvia.

La superficie de las hojas flotantes puede llevar pelos hidrófobos (por ejemplo en *Salvinia*), de esta forma la superficie expuesta de la hoja es hidrófuga y de ella se difunden sustancias tenso activas que rebajan la tensión superficial en las proximidades de la planta.

- ◆ **Heterofilia:** referida a la forma de las hojas que varían o cambian en un mismo individuo por diversas causas (profundidad, cambios en la intensidad de luz, disponibilidad de nutrientes, etc.). Muchas especies de macrófitas acuáticas sumergidas poseen un polimorfismo

foliar muy marcado, por ejemplo poseen hojas flotantes que son usualmente anchas, formando a veces una especie de rosetas, así como hojas sumergidas de formas acintadas y divididas. Por ejemplo en *Salvinia auriculata* las hojas flotantes son bilobadas y las sumergidas tienen aspecto de raíces. En géneros como *Potamogeton*, *Ranunculus* y *Callitriche* la heterofilia puede ser muy marcada y caótica.

La heterofilia y en particular la presencia generalizada de hojas acintadas se relaciona con las concentraciones de CO₂ y su difusión más lenta en el agua. Es decir en aguas con altas concentraciones de CO₂ las plantas desarrollan hojas sumergidas muy hendidas (ofrecen mayor superficie de absorción). Pero si las concentraciones de CO₂ se reducen, la planta rápidamente desarrolla hojas aéreas lobadas (Wetzel, 1981).

- ◆ **Estomas:** con frecuencia desaparecen o son muy escasos, se los puede encontrar en la superficie de las hojas sumergidas. El tamaño, densidad y localización de estos en la cara superficial de las hojas varía según las especies de macrófitas. En las hojas de *Nymphaea* se disponen en la cara superior y en las hojas enormes de *Victoria* forman poros de hasta 0,2 mm de diámetro.
- ◆ **Hidropotes:** órganos presentes tanto en las hojas sumergidas como en la epidermis del envés de las hojas flotantes, su función es la absorción iónica. Son grupos de células alrededor de un poro, cubiertas por una lámina de cutina muy delgada, estas células captan iones del medio acuático y los transportan a los vasos del mesófilo de las hojas.

◆ **Odrecillos:** modificaciones en las hojas de plantas acuáticas carnívoras (*Aldovandra sp.* - atrapamoscas, *Utricularia sp.*, etc.) Son órganos de captura y digestión que desarrollan tensión y se disparan como la goma de un cuenta gotas que se suelta cuando algún animalito toca los pelos sensitivos de la trampilla de la puerta.

◆ **Flores (macrófitas):** suelen ser bastante especializadas y son de dos tipos:

- Flores que sufren la transición del agua hacia el aire (una gran mayoría de especies son dependientes del aire y de insectos para su reproducción sexual). Estas flores son por lo general vistosas y frecuentemente entomógamas, con sus polinizadores propios, por ejemplo *Nymphaea*, *Victoria*, *Cabomba*, que son polinizadas por dípteros y coleópteros no acuáticos.

- Flores sumergidas genuinas, en las que la polinización y transporte de polen se hace bajo el agua, por ejemplo *Zannichellia*, *Ruppia*, *Callitriche*, especies que son dependiente de las corrientes del agua para su reproducción sexual y para la dispersión de sus semillas y frutos.

◆ **Multiplicación vegetativa:** en general, las macrófitas poseen un desarrollo vegetativo rápido y una elevada tasa de reproducción.

Pueden reproducirse total o parcialmente sumergidas, la mayoría de las especies poseen la habilidad de regenerarse por vía sexual (flores), pero también por

vía asexual, es decir por estolones, rizomas, tubérculos o por fragmentación.

◆ **Producción de turiones:** son estructuras de propagación, en forma de bulbos pequeñitos, ricos en materiales de reserva y tienen el valor de estructuras invernantes. Generalmente se forman durante la época del verano; es muy común en los géneros *Ceratophyllum*, *Miriophyllum*, *Utricularia*. En el caso de *Hydrocharis*, los turiones se liberan durante el otoño, mientras que el resto de la planta muere, estos turiones permanecen en el fondo, hasta que en la primavera flotan hasta la superficie y se abren para formar las primeras hojas.

◆ **Dispersión:** la diseminación de frutos, semillas o esporas se realiza frecuentemente por el agua (hidrocoria), aunque también está demostrado que muchas especies están adaptadas a la diseminación por los animales (zoocoria). Por ejemplo semillas de diversas especies de macrófitas tienen dispositivos que facilitan su adherencia a las patas o al plumaje de las aves, de esta forma las semillas son diseminadas según las rutas migratorias de estas aves.

En el caso de frutos o las semillas que son utilizadas como alimento por los animales (incluyendo el hombre), muchas no son digeridas, atraviesan el tubo digestivo y aumentan su probabilidad de transporte y de diseminación.

CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DEL HÁBITAT ACUÁTICO

El hábitat, es el espacio geográfico limitado donde un individuo o población desarrolla sus actividades. Algunos organismos tienen hábitats muy variados (eurioicos), mientras otros tienen hábitat definidos (estenoicos). Las plantas acuáticas han colonizado todo tipo de hábitats: aguas detenidas a fluyentes y aguas salinas en todas las zonas del mundo.

La adaptación de las plantas vasculares a la vida acuática, ha involucrado la colonización de una serie de hábitats acuáticos marginales y transicionales, que periódicamente suelen inundarse hasta aquellos propiamente acuáticos, o inundados permanentemente (Sculthorpe, 1985; Pieterse & Murphy, 1990).

El hábitat para las plantas acuáticas, está principalmente determinado por la profundidad del agua y por otros factores que juegan un papel significativo en su desarrollo como son:

- Factores químicos del agua como el CO_2 disponible para la fotosíntesis, los nutrientes y algunos otros elementos esenciales que determinan la salinidad de las aguas.
- Factores físicos como las fluctuaciones del nivel de agua (profundidad), turbidez (es decir la atenuación de la tasa de luz bajo la superficie del agua), la turbulencia (movimiento del agua) la luz (duración e intensidad) y la consistencia del fondo (su textura física, más que su composición química).

COMUNIDADES VEGETALES ACUÁTICAS

Antes de describir las comunidades vegetales es importante recordar algunos conceptos como:

Se entiende por **localidad** el lugar geográficamente definido en la cual se desarrolla una comunidad.

Una **asociación** es una comunidad vegetal de composición florística determinada, propia de condiciones ecológicas uniformes y de fisonomía homogénea.

Las **comunidades vegetales** se caracterizan principalmente por la composición de sus especies, por propiedades o cualidades adicionales que derivan de ella misma y por sus relaciones con el medio circundante. Estas deben ser consideradas un marco estructural y unidades que pueden ser relacionadas con los factores bióticos y abióticos del medio acuático.

Los criterios de diagnóstico propuestos para la clasificación de las comunidades acuáticas son principalmente:

- Composición florística (todas las especies de macrófitas presentes en ese medio acuático)
- Espectro de biotipos o formas de vida
- Estructura y fisonomía de la comunidad vegetal (distribución, orden y aspecto de las especies que están presentes)
- Ecología de la vegetación (relación con factores físico-químicos del agua, sustrato, clima local y factores biológicos circundantes, como son las relaciones de competencia con otros individuos o entre comunidades, etc.).

TIPOS BIOLÓGICOS DE LAS PLANTAS ACUÁTICAS

Se entiende por tipos biológicos a las diferentes estructuras o al conjunto de características estructurales que tienen las macrófitas; estas se desarrollan como respuesta a las adaptaciones de las plantas a condiciones particulares de cada ambiente acuático.

De acuerdo al tipo de hábitat donde se desarrollan las plantas acuáticas tienen diferentes "tipos biológicos", estos se utilizan como criterio básico para el diagnóstico y la clasificación de las diversas comunidades vegetales acuáticas. Cada comunidad acuática, está dominada por una forma de vida simple especial o por una determinada combinación particular de formas de vida (o tipos biológicos), determinando el aspecto fisonómico de la vegetación acuática (Segal, 1982, Den Hartog, 1982; Sculthorpe, 1985; Pieterse & Murphy, 1990).

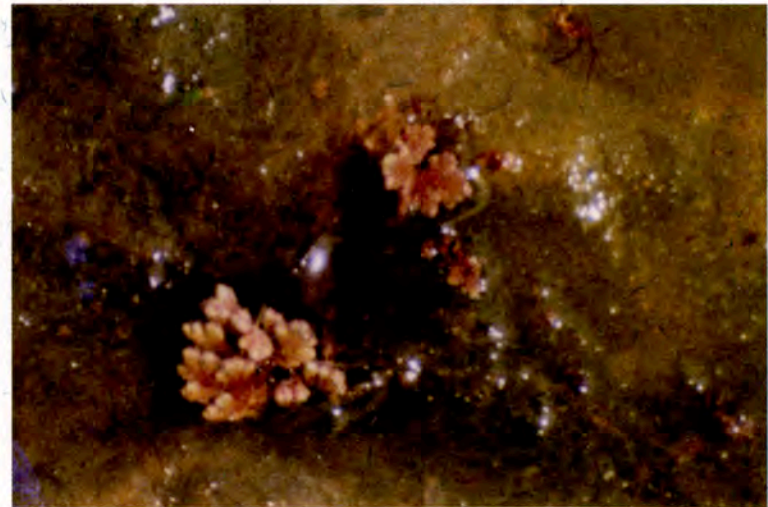
Varios sistemas de clasificación (formas de vidas de las plantas acuáticas) han sido descritos por distintos autores, muchos de estos se basan en: la forma de la planta el entorno en el cual se desarrollan y/o reproducen y las formas de sobrevivencia a condiciones adversas.

Arber, 1920, para su clasificación reconoce dos grupos principales: enraizadas y no enraizadas, las cuales se subdividen de acuerdo al tipo de hojas e inflorescencias y por la posición de esos órganos con respecto al nivel del agua. Las plantas acuáticas pueden ser descritas en cuatro categorías básicas: de acuerdo al grado de inmersión o emersión y según la forma de unión o enraizamiento al sustrato:



Comunidad de acroleustófitas caracterizada por *Lemna spp.* y *Azolla spp.* (Laguna Alalay, Cochabamba).

Navarro Gonzalo



Detalle de *Azolla filiculoides*.

Cadima Mirtha

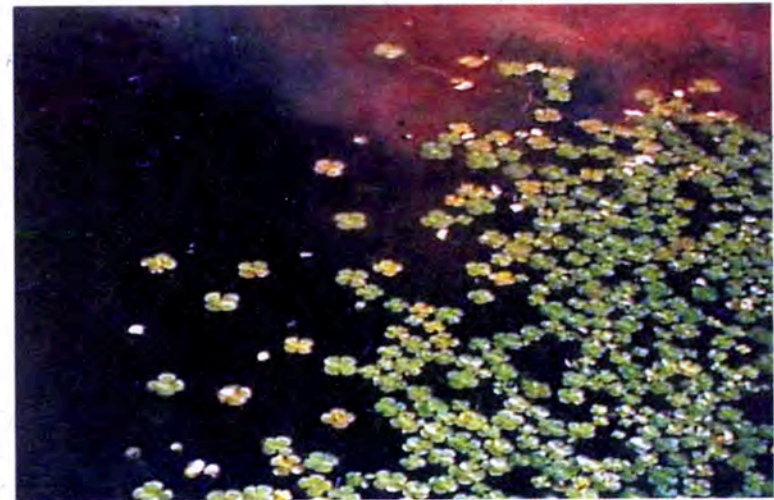
1. **Haptófitos:** plantas cuyo sistema radicular está compuesto por una serie de rizoides basales que no penetran dentro del sustrato, más bien se encuentran adheridas o unidas a su superficie, por esto son plantas adaptadas a vivir sobre piedras o troncos. Se encuentran casi siempre en aguas de corrientes intensas y poseen un marcado ritmo anual. Este grupo comprende la mayoría de las algas bénticas, hepáticas, todos los líquenes y algunos musgos acuáticos. En Sudamérica se tienen las Podostemaceae, que se localizan especialmente en cataratas y cerca de ríos de aguas rápidas, en zonas con mucha pendiente.
2. **Pleustófitos:** macrófitas flotantes libres, errantes, sin raíces o con las raíces colgando en el agua (en la interfase aire - agua, no están unidas a ningún sustrato sólido). Los órganos asimiladores de estas plantas están sumergidos o flotan en la superficie del agua. Usan CO₂ atmosférico.

Este grupo de plantas, se puede dividir en:

- 2.1 **Bentopleustófitas:** plantas que flotan libremente en el fondo muy cerca al sustrato, este grupo comprende algunas algas (*Nostoc*, *Cladophora*).
- 2.2 **Acropleustófitas:** plantas que flotan en la superficie del agua. Las caras superiores de sus hojas están adaptadas para la vida aérea, como ejemplos podemos citar: *Lemna*, *Azolla*, *Salvinia* e *Hydrocharis*



Potamogeton filiformis, hipohidrófita elodeida característica de la comunidad que se desarrolla en canales de bofedales de la zona del Sajama (Cordillera Occidental Andina).



Comunidad monoespecífica de epihidrófitas nimfeidas dominada por *Marsilea* sp. (Laguna Pasorapilla, Prov. Campero Cochabamba).

2.3 Mesopleustófitas: plantas libres flotantes entre la superficie y el fondo del agua (en dos aguas), de estructuras muy reducidas sencillas (*Ceratophyllum*), o bien formadas por tallos con hojas capilares o con hojas modificadas para la captura de animales acuáticos como *Utricularia*.

3. Pleustorizófitos: plantas flotantes, de estructura foliar en roseta, sobre cortos tallos estoloníferos, la mayoría de sus hojas (sentadas o pecioladas) y tallo emergente sobre la superficie del agua, muchas veces con los pecíolos transformados en flotadores, ejemplo: *Eichhornia*, *Pistia*, *Pontederia*, *Paspalum repens*, *Panicum elephantipes*.

4. Hidrófitos (Rizófitos): macrófitas acuáticas sumergidas y fijas o enraizadas dentro del fondo o del sustrato, con toda la parte vegetativa debajo de la superficie de agua, de organización relativamente simplificada. Uso exclusivo del carbono inorgánico del agua.

Este grupo comprende la mayoría de las fanerógamas acuáticas y muchas algas: Charophyta (*Chara* y *Nytella*) como representantes especiales de este grupo están:

4.1 Hipohidrófitos (Limnófitos): plantas enraizadas en un sedimento, con todas o casi todas las hojas enteramente sumergidas:

- Isoétidos: *Isoetes*
- Eloeidos: *Elodea Potamogeton*, *Zannichellia*, *Ruppia*
- Miriofilidos: *Myriophyllum*



Navarro Gonzalo

Comunidad de pleustorizófitas palustres caracterizada por *Paspalum repens* e *Hymenachne amplexicaulis* en lagunas de várzea del Ichilo (Cochabamba, Provincia Chapare).



Navarro Gonzalo

Comunidad de helófitos constituida por *Oxycarium cubense*.

4.2. Epihidrófitos (Anfífitos): con hojas que se hallan total o parcialmente en contacto con la atmósfera, es decir, las hojas flotantes, con la cara superior expuesta pero que comunmente no se elevan encima del agua. Utilizan el CO₂ del aire.

- Batráchidos: *Ranunculus* (subgén. *Batrachium*), *Callitriche*.
- Nimfeidos: *Nymphaea*, *Victoria*, *Nymphoides*.

5. Helófitos (**hiperhidrófitos**) macrófitas emergentes, enraizadas y con la mayoría de sus hojas y tallos surgiendo perpendicularmente sobre la superficie del agua. La mayoría sin hojas asimiladoras subacuáticas (*Pontederia*, *Carex*, *Cyperus*, *Scirpus*, *Typha*, *Ludwigia*, *Alternanthera*).

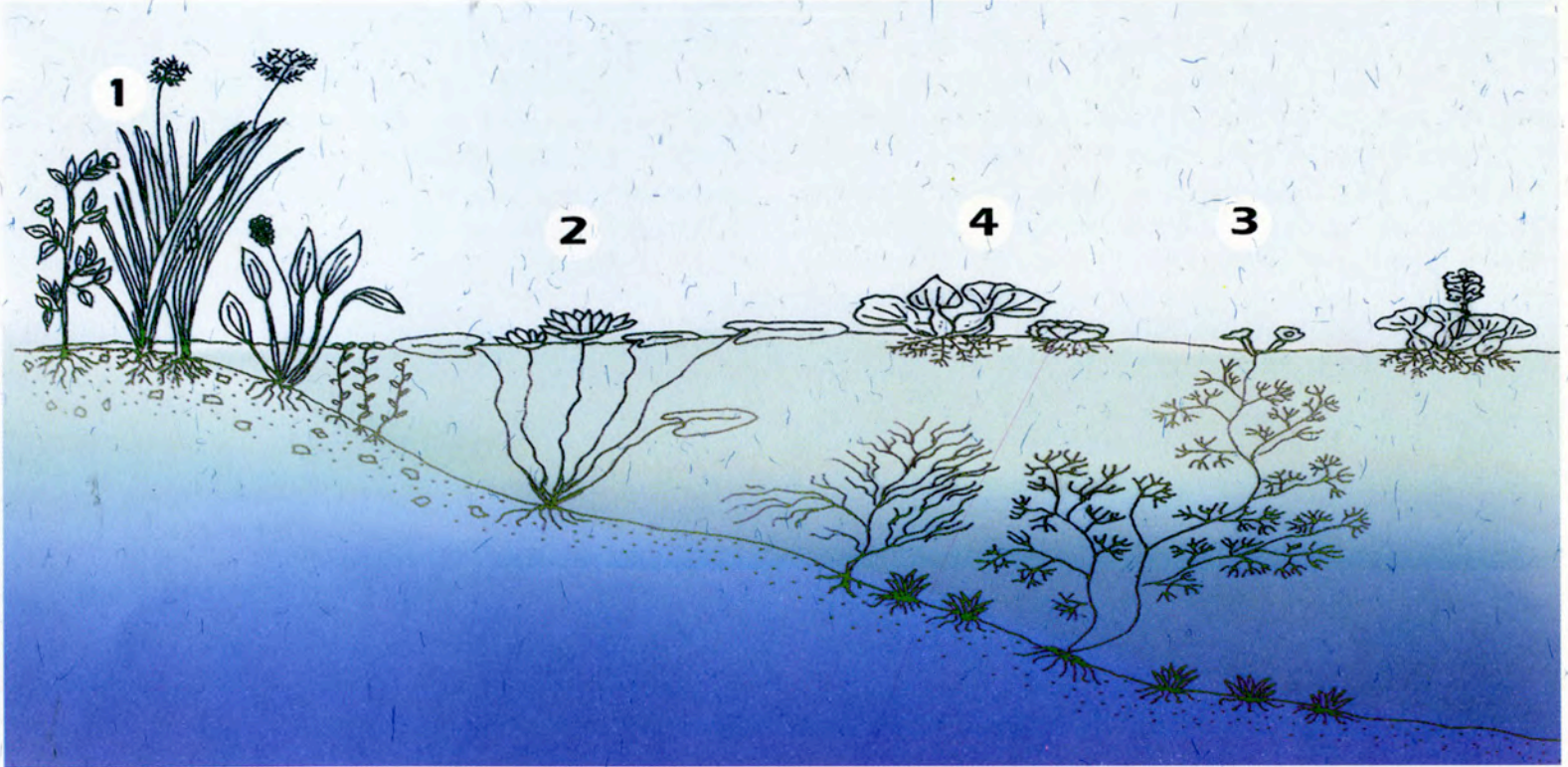


Miriophyllum verticillatum



Nymphoides herzogii.

PERFIL GENERAL DE LOS TIPOS BIOLÓGICOS DE LAS PLANTAS ACUÁTICAS



1. Helófitas: macrófitas emergentes del agua pero enraizadas en el fondo.
2. Hidrófitas: macrófitas sumergidas, que pueden ser de dos tipos:
 - a. Hipohidrófitos: plantas enraizadas en el sedimento, con las hojas enteramente sumergidas.
 - b. Epihidrófitas: con hojas flotantes que se hallan total o parcialmente en contacto con la atmósfera.
3. Pleustorizófitas: macrófitas flotantes en roseta con sistema radicular capaz de enraizar en el sedimento, cuando baja el nivel del agua.
4. Pleustofitas: macrófitas flotantes libres, errantes, sin raíces o con las raíces colgando en el agua (en la interfase aire-agua, no están unidas a ningún sustrato sólido).

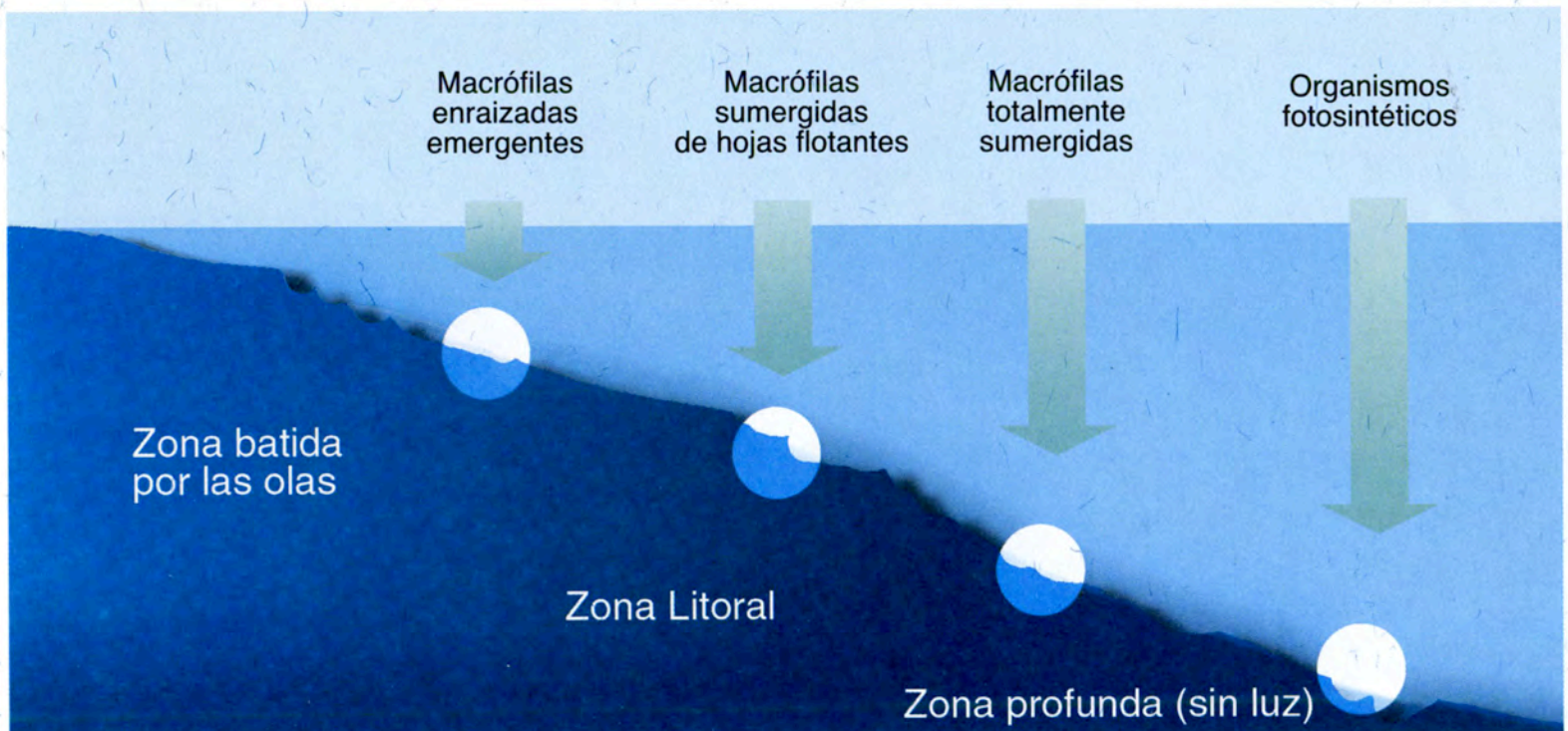
ZONACIÓN ECOLÓGICA

La zonación es una de las características naturales de la vegetación acuática, y se refiere principalmente a la distribución de ésta en zonas o franjas (estratos), que varían de acuerdo a la profundidad creciente del agua y a la naturaleza física del sustrato, es decir la disposición de grupos de especies de un tipo biológico dominante desde

la orilla hacia aguas profundas o viceversa (Felzines, 1982; Sculthorpe, 1985).

La zonación se puede observar de manera paralela a la orilla o márgenes de lagos, lagunas, en grandes pantanos, estanques, canales y en ríos de aguas de flujo lento, los cuales no presenten elevados grados de polución o no estén intervenidos de alguna manera por el hombre.

PERFIL DE ZONACIÓN



Una zonación típica está caracterizada por pocas especies de plantas de diferentes biotipos, desde las orillas al fondo del cuerpo de agua, formando habitualmente patrones en mosaico.

Las secuencias de la zonación de macrófitas puede ser derivada en un modelo general, desde las zonas marginales ocupadas por una comunidad de plantas emergentes (helófitas), seguida por plantas enraizadas con hojas flotantes a medida que aumenta la profundidad (epihidrófitas) y luego por plantas completamente sumergidas (hipohidrófitas) hasta donde llega la luz solar. También se pueden encontrar zonas con comunidades de plantas flotantes libres, las cuales son frecuentemente afectadas por el movimiento del agua (pleustorizófitas o pleustófitas).

No todos los hábitats de aguas continentales tienen comunidades que exhiban una zonación; su formación y establecimiento es de particular importancia en hábitats con una zona litoral bien definida.

Los patrones de zonación han sido reconocidos principalmente para lagos, por ejemplo en lagos someros o pequeños, las secuencias de zonación son generalmente similares a aquellas encontradas en lagos grandes y profundos, las especies suelen diferir, pero ecológicamente son comparables como *Scirpus*, que suele ser reemplazado por *Eleocharis*; especies grandes de *Potamogeton* por otras más pequeñas del mismo género, etc. (Segal, 1982; Pieterse & Murphy, 1990).

En el caso de los ríos, especialmente los de baja corriente el patrón de distribución está dominado por factores como la profundidad del canal, flujo, sustrato y transparencia;

dicho patrón puede cambiar con la estación y de año en año.

Para complementar, Sculthorpe, 1985, señala que la zonación de las comunidades de macrófitas en ríos, representa una sucesión natural de la vegetación, es por eso que en algunos períodos domina una forma de vida y a medida que la acumulación de sedimentos inorgánicos y restos orgánicos gradualmente van levantando el sustrato, las comunidades sumergidas dan vía a las formas enraizantes y flotantes estableciendo estados de una hidroserie.

AMBIENTES DONDE SE DESARROLLAN COMUNIDADES VEGETALES ACUÁTICAS Y PALUSTRES EN BOLIVIA

LAGUNAS

En general la vegetación acuática que se desarrolla en las lagunas de Bolivia, está formada básicamente por comunidades helofíticas, hidrofíticas y pleustofíticas que se desarrollan consecutivamente según la profundidad de la laguna.

La secuencia de estas comunidades vegetales acuáticas se puede representar como una sucesión de cinturones o zonas de vegetación. Dentro de esta secuencia (zonación lacustre), se reconocen las siguientes:

Región litoral somera, puede alcanzar hasta 1 m. de profundidad con macrófitas enraizadas emergentes (helofíticas), esta zona se caracteriza por la presencia de Totorales (*Scirpus californicus* y *Typha domingensis*), acompañadas por otras especies enraizadas de menor porte como *Polygonum spp.*, *Rumex spp.*, y varias especies de Gramineas y Cyperaceas.

Región litoral media, hacia el interior de lago entre 1 a 3 m de profundidad, donde se desarrolla vegetación de hojas flotantes y sumergidas, firmemente enraizadas en el fondo por extensos rizomas.

Región litoral inferior, por debajo de 3 m, pero menor a 10 m de profundidad (hasta el límite de la zona lítica), también se puede desarrollar vegetación acuática sumergida enraizada, representadas por diversas familias.

Sobre el espejo de agua se desarrollan comunidades de plantas flotantes libres (pleustófitas), como *Lemna* spp. seguidas en ocasiones por especies de menor porte como *Azolla* sp., que muchas veces cubren grandes extensiones de la superficie lacustre.

La secuencia de estos cinturones de vegetación, usualmente están dominados por diferentes comunidades, las cuales han sido descritas para diferentes tipos de lagunas encontrándose en diversas regiones geofísicas de Bolivia (De la Barra, 2003).

RÍOS

En ríos o arroyos de corriente muy lenta, se pueden encontrar comunidades hidrófilas que se desarrollan en el fondo o se encuentran flotando libremente sobre la superficie del agua.

En la ribera de los meandros de los grandes ríos de Bolivia, se puede desarrollar un complejo de vegetación acuática compuesta por cañuelares palustres (grandes helófitas dominadas principalmente por *Paspalum repens*, *Paspalum fasciculatum*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Echinochloa*



Navarro Gonzalo

Vegetación acuática en las orillas del Río Negro (Santa Cruz). En primer plano pleustófitas (*Eichhornia crassipes*), seguidas de helófitas palustres (Cañuela blanca *Paspalum repens*), al fondo la vegetación sucesional que desarrolla sobre suelos inundados y posteriormente la vegetación terrestre.



Sanjinés Sandra

Detalle comunidad de *Eichhornia crassipes* en floración.

polystachia, *Oryza spp.*) y extensas colchas de flotantes (comunidad mono-específica de pleustorizófitas, caracterizada por *Eichhornia crassipes*), extendidas casi sobre las playas de las orillas de los ríos. Este complejo constituye los primeros estados sucesionales de la vegetación ribereña (Maldonado & Beck, 2004; Sanjinés y Beck, 2004).

En ríos donde la corriente es rápida y se forman cascadas, se desarrolla una comunidad de plantas acuáticas sumergidas casi mono-específica, caracterizada por varios géneros de la familia: Podostemaceae, muy parecidas a los musgos en su aspecto externo, que se adhieren a las rocas y piedras húmedas por órganos fijadores semejantes a raíces.

En Bolivia, las Podostemaceas se desarrollan frecuentemente en ríos de ambientes yungueños del subandino y en ríos de la Chiquitanía (Huanchaca). Los géneros de esta familia más usualmente encontrados son: *Apinagia*, *Podostemum*, *Castelnavia*, *Rhyncholacis*, *Mourera*, y posiblemente *Weddellina* (Heywood, 1985).

BOFEDALES

Los bofedales conocidos como humedales de altura, dan lugar a las llamadas “turberas naturales altoandinas”, caracterizados como praderas nativas formadas por grupos de comunidades vegetales de herbáceas palustres, hidrófitas y helófitas semiacuáticas, se desarrollan casi siempre en las charcas, afloramientos de agua o manantiales que se pueden encontrar en los bofedales.

En Bolivia, son formaciones muy comunes en los pisos bioclimáticos Orotropical húmedo y Criorotropical inferior



Extensos Bofedales Altoandinos en La Cumbre (Cordillera Real, La Paz).

Navarro Gonzalo



Victoria regia.

Navarro Gonzalo

de la provincia biogeográfica Puneño - Peruana y en el piso bioclimático Orotropical Semiárido o Árido de la provincia biogeográfica Altiplánica, distrito de Lípez, al sur oeste del país (Navarro, 1993; Huber y Riina, 1997; Navarro, 2002).

PANTANOS (“CURICHES”)

Los pantanos se forman en depresiones hondonadas, donde se detienen naturalmente las aguas (inundadas permanentemente), poseen un fondo más o menos cenagoso o fangoso, compuesto por suelos “gley” con drenaje muy lento. En estos ambientes, conocidos también como cenagales o curiches, se desarrollan comunidades de acuáticas herbáceas palustres y sumergidas, las cuales generalmente reciben el nombre de acuerdo a la especie dominante, por ejemplo: Totoral (dominado por *Schoenoplectus californicus* o *Thipha dominguensis*).

Las especies palustres dominantes en los pantanos pertenecen a numerosas especies de las familias *Alismataceae*, *Cyperaceae* y del pie de monte andino del norte del país, en sabanas y bosques de tierras bajas del Beni, norte de La Paz, norte de Santa Cruz y Pando.

YOMOMALES

Constituyen un tipo de vegetación que se desarrolla en pantanos profundos, en estos se forman entramados de vegetación acuática flotante y palustre muy difíciles de atravesar. Los Yomomos se inician por las comunidades de pleustohelófitos (*Pistia*, *Eichhornia*, *Pontederia*) y se afianzan con el enraizamiento posterior de helófitos graminoides de



Curiche con Palma real (*Mauritia flexuosa*) en Guarayos, Santa Cruz.



Yomomal extenso de Junquillo (*Cyperus giganteus*) en el Beni.

rápido crecimiento (*Cyperus*, *Paspalum*, *Panicum*) que forman un auténtico suelo flotante.

Estas comunidades se caracterizan principalmente por la presencia de *Cyperus giganteus* y *Rhynchospora trispicata*, ocasionalmente se pueden desarrollar algunos arbustos de raíces zancudas por ejemplo el tajibillo (*Tabebuia insignis*).

En Bolivia, los Yomomos son formaciones muy frecuentes en las tierras bajas del Beni, La Paz y Santa Cruz, por ejemplo en zonas cercanas a lagunas Coitarama y Suárez (Beck, 1983; Haase, 1990; Navarro y Gutierrez, 1995).

TAROPALES

Comunidad acuática flotante libre, caracterizada por el enorme desarrollo de tallos rizomatosos y estoloníferos y por su gran capacidad de proliferación de las especies que la conforman, formando una densa colcha flotante de malezas, dominadas por especies de los géneros *Eichhornia*, *Pontederia* y varias especies de gramíneas.

Esta comunidad, conocida también como “camalotal” (en Argentina, Chile, Paraguay y Uruguay), puede ocupar inmensas extensiones constituyendo a veces verdaderas islas flotantes; posee un rápido crecimiento y una enorme capacidad de asimilación de nutrientes y sedimentos, por lo que pueden ser empleadas en tratamientos de aguas residuales o efluentes industriales, además son ampliamente utilizadas como forraje para animales de granja.

En Bolivia esta comunidad se desarrolla frecuentemente en los bajíos con agua permanente, en lagunas de varzea y en pantanos del Beni, Pando y Cochabamba (Chapare).



Adriana Sanjinez

Taropal dominado por *Eichhornia azurea* que bordea los márgenes de la Laguna Potrero (Llanura de inundación del Río Mamoré, al norte de Trinidad).



Navarro Gonzalo

Taropal en la laguna Manolo (Cochabamba, Provincia Chapare, Río Ichilo), caracterizado por la comunidad de pleustorizofitas: *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*.

INTERACCIÓN DE LAS PLANTAS ACUÁTICAS CON EL MEDIO

La interacción se refiere a las complejas relaciones dinámicas entre las comunidades acuáticas y su ambiente. Son numerosas las interrelaciones ecológicas que involucran a las plantas acuáticas con el medio acuático, son sumamente complejas y cada una de ellas ejerce alguna influencia, ya sea de manera directa o indirecta sobre los humanos.

Según Riemer, 1984 y Pieterse & Murphy, 1990, estas relaciones son las siguientes:

Relaciones alimenticias: las plantas acuáticas forman un alto porcentaje de la dieta de muchas especies de aguas dulces (no solo por animales acuáticos sino también por animales terrestres).

Relaciones con macro invertebrados: las macrófitas se encuentran altamente relacionadas con poblaciones de macro invertebrados, el follaje sumergido provee de una enorme área ó superficie de colonización para organismos. Aunque no todas las especies de plantas sumergidas son igualmente colonizadas, al parecer depende del grado de protección a la predación que ofrecen las plantas a los invertebrados.

Colmatación de lagos: las plantas acuáticas contribuyen al rellamamiento de los lagos. Los restos de plantas muertas se acumulan en el fondo, debido a la gran cantidad de celulosa que poseen, la descomposición por organismos suele ser muy lenta e inclusive muchas veces nunca llegan a descomponerse por completo, por tanto, todos los remanentes de la descomposición se acumulan año tras año, contribuyendo significativamente a la conversión de



Laguna Alalay (Cochabamba) se observa la expansión de las comunidades de Totorá que contribuyen a la retención de sedimentos y posteriormente a la colmatación de la laguna.



Pontederia subovata.

un lago en un estanque y luego en un pantano. El relleno de la cubeta lacustre suele ser de manera indirecta.

La forma directa se debe a los arroyos que ingresan y a las escorrentías, todos estos llevan consigo cantidades variables de sedimentos (cieno, arcillas y todo tipo de detritus orgánicos), que son retenidos también por el sistema radicular principalmente de las helófitas palustres, contribuyendo poco a poco a la colmatación del cuerpo de agua.

Pérdidas de agua: la vegetación acuática flotante, puede incrementar la pérdida de agua considerablemente por evapotranspiración, como se ha demostrado con el jacinto de agua (*Eichhornia sp.*), que incrementa la pérdida de agua de un estanque pequeño en un 370 %, respecto a otro estanque igual y bajo las mismas condiciones pero sin esta especie.

Fijación de nitrógeno: en cuanto a la fijación de nitrógeno, este elemento solo puede ser usado por las plantas como nitrato o amonio. Ninguna de las plantas superiores es capaz de fijar nitrógeno (solo algunas especies de bacterias y algas verde azules). Sin embargo, existe una relación simbiótica única entre el género *Azolla* con el alga *Anabaena azollae*, relación comparable con las leguminosas terrestres y *Rhizobium*.

Este helechito (*Azolla*) provee de protección y nutrientes al alga, proveyéndole nitrógeno fijado (*Azolla* es una planta que puede incrementar su peso cada 3 días bajo condiciones favorables). La cantidad de nitrógeno fijado por esta asociación es substancial y tiene un profundo efecto en el estatus nutricional del agua en la cual viven otras plantas.



Eichhornia crassipes.

Navarro Gonzalo



Sagittaria montevidensis (helófitas).

Navarro Gonzalo

USO DE LA VEGETACIÓN ACUÁTICA.

Las plantas acuáticas son muy beneficiosas para los sistemas acuáticos, debido a que producen oxígeno, purifican el agua capturando sedimentos y compuestos tóxicos, soportan poblaciones de microorganismos asociados a ellas y proveen hábitats para poblaciones de peces y otros organismos.

El uso de la vegetación acuática es importante debido principalmente:

Las plantas acuáticas son decisivas en la **economía** de poblaciones que se desarrollan cerca de los ambientes acuáticos, debido principalmente a que constituyen una fuente de materias primas para muchas actividades. Sin embargo, causan impactos negativos por su excesivo desarrollo, cuando se constituyen en malezas incontrolables.

Muchas especies de macrófitas acuáticas son de interés económico para el área apícola, textil, alimento para ganado, abono verde y biofertilizante (compost). En muchos países son utilizadas para la fabricación de papel, madera prensada, metano, alcohol, aceites comestibles, hormonas, herbicidas, alguicidas, bactericidas, larvicidas, fungicidas, etc.

Valor ornamental: muchas actividades se dirigen a establecer, incrementar o mantener las especies silvestres en ciertos cuerpos de agua para mejorar su atractivo. Existen especies flotantes que poseen un alto valor ornamental estético por su follaje y sus flores tan atractivas, que pueden ser usadas para decoración de estanques en parques y reservas por ejemplo especies emergentes tales como:

jacinto de agua, lilas acuáticas, papiro (*Cyperus sp.*) y otras. Las plantas sumergidas son utilizadas también en acuarios por ser muy atractivas, sobre todo aquellas especies que colonizan de manera natural estanques, formando poblaciones semi-salvajes.

Alimentación: actualmente son varias las especies de acuáticas que son utilizadas con este fin, al parecer culturas antiguas practicaban el consumo habitual de ciertas plantas, incluso ejercían técnicas apropiadas de cultivos para cada especie que consumían (*Trapa natans*, *Nelumbo nucifera*, *Lemnaceae* y otras).

Medicinal: se le atribuye valor medicinal a algunas especies como *Polygonum*, utilizada como cicatrizante de heridas.

Construcción: varias especies emergentes acuáticas pueden ser utilizadas como material de construcción.

Filtración biológica del agua: se constituyen en buenas bioindicadoras de la calidad del agua, lo cual es muy útil en programas de monitoreo de la contaminación del agua, especialmente con metales pesados, ya que existen especies que tienen la capacidad de remover y acumular estos metales, por ejemplo ciertos fitoquelantes pueden ser extraídos de *Eichhornia sp.* y utilizados usados para absorber poluentes de aguas contaminadas.

A nivel mundial, el camalote y el repollito de agua son empleados como "filtradoras o despoluidoras", en tratamientos de aguas residuales o efluentes industriales, debido a su "consumo lujurioso" de nutrientes.

Las macrófitas flotantes libres y las especies emergentes tienen gran capacidad de absorción, se desarrollan muy rápidamente y producen grandes cantidades de biomasa en tiempos relativamente cortos. Estas son las que mayor ventaja tienen para la filtración de aguas residuales. Estudios indican que varias especies son capaces de filtrar gérmenes a través de antibióticos y bacterias simbióticas existentes en sus raíces.

Se utilizan también para remover nutrientes provenientes de descargas de aguas residuales (por ejemplo *Eichhornia crassipes* ha sido ampliamente utilizada en la reducción de concentraciones de fósforo y nitrógeno de aguas residuales).

Algunas especies acuáticas como por ejemplo *Lemna minor*, se caracterizan también por absorber algunos contaminantes inorgánicos como el Cr (Cromo) presente en aguas residuales (Oporto *et al.*, 2001).

Control de la erosión hídrica: en prácticas de retención de suelos o como prevención contra la erosión de márgenes de lagos, las macrófitas emergentes suelen ser usadas con el objetivo de retener el sustrato en zonas de efluentes, donde existen problemas de erosión.

CONTROL DE LA VEGETACIÓN ACUÁTICA

El control debe estar dirigido principalmente a aquellas especies de malezas que son consideradas problemáticas por su crecimiento desmesurado.

Los cuerpos de agua pueden ser invadidos por especies no deseables, que crecen abundantemente causando problemas en las actividades humanas, por ejemplo: las poblaciones de *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Marsilea crotophora*, *Paspalum repens*, pueden tener efecto negativo en la:

Pesca: densas poblaciones de plantas (mencionadas en el párrafo anterior) pueden interferir con este quehacer.

Navegación: dificultan las actividades de recreación (pesca deportiva, natación), cuando la vegetación acuática se desarrolla exageradamente sobre todo en ríos y canales de navegación, por ejemplo *Azolla spp.* y *Lemna spp.*

Irrigación y drenaje: reducen e impiden el flujo y drenaje del agua en estanques reservorios para irrigación, canales y diques.

El crecimiento desmedido de macrófitas en ambientes acuáticos de Sudamérica, puede constituirse en un síntoma de problemas ambientales, por ejemplo la presencia abundante y dinámica de plantas acuáticas enraizadas y palustres en lagunas, es señal de colmatación, por ejemplo la presencia de la Totorá (*Schoenoplectus californicus*) y el repollito de agua (*Pistia stratiotes*) en la Laguna Alalay de Cochabamba, son síntomas de colmatación y contaminación.

GLOSARIO

Bilobadas: hojas que tienen dos lóbulos

Colmatación: rellenar una depresión o cuenca con materiales arrastrados por una corriente de agua.

Cutina: película fina que cubre los órganos vegetales.

Foliar: propio de la hoja, relativo a ella, nervio foliar.

Enraizamientos: arraigar, echar raíces.

Epihidrófitas: sobre plantas acuáticas.

Espora: toda célula aislada que queda libre, capaz de desarrollar directamente un nuevo individuo (forma de reproducir de un tipo de plantas).

Estoma: diminuta abertura, fraguada en la epidermis de los órganos verdes de las plantas superiores, que pone en comunicación el sistema de oréamiento con el aire circundante y se abre y cierra en determinadas condiciones.

Estolón: brote lateral más o menos delgado, a menudo muy largo, que nace de la base de los tallos.

Estratificación: lo que está extendido horizontalmente o por estratos.

Helófitas: plantas enraizadas emergentes.

Heterofilia: diversidad foliar.

Hidrocoro (ra); se aplica a las estirpes, en cuya diseminación interviene de ordinario el agua como factor esencial.

Hidrófobo: que siente hidrofobia (que siente repulsión por el agua).

Hidrófuga: repele el agua.

Hidrofiticas: plantas enraizadas sumergidas.

Lamela: cualquier estructura laminar o escuamiforme (con forma de escamas) pequeña y delgada, como las que contienen las esporas.

Hipohidrófitas: debajo las plantas acuáticas.

Mesófilo: tejido vegetal comprendido entre la epidermis superior e inferior de la lámina foliar.

Pleustofíticas: plantas flotantes libres.

Presión hidrostática: presión que ejerce el agua sobre la superficie de un cuerpo sumergido.

Radícula: rudimento de la raíz en el embrión.

Radicular: relativo a la radícula.

Rizoma: tallo subterráneo.

BIBLIOGRAFÍA

- ARBER, A.** 1920. Water plants a study of aquatic angiosperms. Cambridge.
- BECK, S. G.** 1983. Comunidades vegetales de las sabanas inundadas en el NE de Bolivia *Phytocoenología* (2/3).
- DEN HARTOG, C.** 1982. Architecture of Macrophyte - Dominated Aquatic Communities *In: J.J. Simoens, S.S. Hooper & P. Compere* Ed. *Studies on Aquatic Vascular Plants*.
- DE LA BARRA, N.** 2003. Clasificación ecológica de la vegetación acuática en ambientes lacustres de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* No. 13. Ed. Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño. Cochabamba - Bolivia.
- FELZINES J. C.** 1981 *Estructure des groupements et complexite de la vegetation aquatique et amphibie: observations sur les peuplements des etangs du centre de la France. Colloques Phytosociologiques.*
- HAASE, R.** 1989. Plant communities of a savanna in northern Bolivia I. Seasonally flooded grassland and gallery forest. *Phytocoenologia*.
- HEYWOOD, V. H.** 1985. *Las Plantas con Flores: Podostemales.* Ed. Reverté. Barcelona - España.
- MALDONADO, C. & S. G. BECK.** 2004. Comunidades sucesionales a orillas del Río Mamoré. *In: Pouilly et al.* *Diversidad biológica en la llanura de inundación del Río Mamoré. Importancia ecológica de la dinámica fluvial.* Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz-Bolivia.
- MARGALEF, R.** 1983. *Algas del bentos y Macrófitos.* *In: Margalef.* *Limnología* Ed. Omega. Barcelona - España
- NAVARRO, G.** 1993. Diagnóstico ecológico y cartografía de Unidades Ambientales de la Reserva de Vida Silvestre de los Ríos Blanco y Negro. Informe técnico. Proyecto de Conservación y Plan de Manejo de la Reserva de Vida Silvestre de los Ríos Blanco y Negro. FAN - WCS. Santa Cruz de la Sierra - Bolivia.
- NAVARRO, G. y E. GUTIERREZ.** 1995. Tipificación, caracterización ecológica y potencialidad ganadera del Sector meridional de las Pampas de Moxos (Beni, Bolivia). Memoria y mapa de vegetación. (Informe técnico no publicado). CIDDEBENI. Trinidad - Bolivia.
- NAVARRO, G.** 1999. Aproximación a la tipificación biogeográfico-ecológica de los sistemas acuáticos y palustres de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* No. 6. Ed. Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño. Cochabamba - Bolivia.
- NAVARRO, G. y M., MALDONADO.** 2002. *Geografía Ecológica de Bolivia. Vegetación y Ambientes Acuáticos.* Ed. Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño. Cochabamba-Bolivia.

OPORTO, C., ARZABE, O., N.D. PAUW & E.V. DEN BROEK. 2001. Evaluación del potencial de *Lemna minor* para la remoción de Cr (VI) de aguas residuales. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental No. 10 Ed. Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño. Cochabamba - Bolivia.

PIETERSE A. & K., MURPHY. 1990. Aquatic weeds. The Ecology and Management of Nuisance Aquatic Vegetation. Oxford University Press. London – England.

RIEMER, D. 1984. Introduction to Freshwater Vegetation. A.V.I. Publishing Company INC. Connecticut – USA.

SANJINES, A. & S. G., BECK. 2004. Vegetación acuática y ribereña de las lagunas. *In: Pouilly et al.* Diversidad biológica en la llanura de inundación del Río Mamoré. Importancia ecológica de la dinámica fluvial. Ed. Centro de Ecología Simón I. Patiño, Santa Cruz - Bolivia.

SCULTHORPE, C. D. 1985. The Biology of Aquatic Vascular Plants. Koeltz Scientific Books. Königstein.

SEGAL, S. 1982. General trends in structure development during succession of aquatic macrophyte vegetation. *In: J.J. Simoens, S.S. Hooper & P. Compere.* Ed. Studies on Aquatic Vascular Plants. Brussels.

WETZEL, R. 1981. La zona litoral. *In: Wetzel, Limnología:* Ed. Omega. Barcelona - España



"Colchas flotantes" de *Paspalum repens* en el Bajo Itenez (Santa Cruz).



Victoria amazónica, laguna cerca de Santa Rosa del Yacuma (Beni), Gonzalo Navarro

CENTRO DE ECOLOGÍA DIFUSIÓN



FUNDACIÓN SIMÓN I. PATIÑO

Independencia, Esq. Suárez de Figueroa - Tef. / Fax: (+591-3) 337 5726 - 333 2345- Casilla 1674 - Santa Cruz - Bolivia
E-mail: cedsipbiblio@fundacionpatino.org / edifusion@fundacionpatino.org - www.cedsip.org