



La Lenteja de Agua - *Lemna* en el Lago de Maracaibo



Una primera aproximación!



Julio 2004

Ana María Ramírez-Yanes
MSc. Evaluación Ambiental



TABLA DE CONTENIDO

Introducción	1
La lenteja de agua - Familia <i>Lemnaceae</i>	1
Subfamilia <i>Lemnaceae</i>	2
Subfamilia <i>Wolffioideae</i>	3
La Cuenca del Lago de Maracaibo	3
Aspectos Hidrográficos	3
División Político – Territorial y Tamaño de la Población	4
La <i>Lemna</i> en el Lago de Maracaibo	4
¿Cuál lenteja de agua llegó al Lago de Maracaibo?	4
Áreas afectadas por la <i>Lemna</i>	8
¿Porqué la <i>Lemna</i> inundó al Lago de Maracaibo?	8
Principales Problemas Ambientales del Lago de Maracaibo	8
Causas de los Problemas Ambientales Identificados	9
Consecuencias originadas por la presencia de la <i>Lemna</i> en el Lago de Maracaibo	9
Oportunidades que genera la presencia de la <i>Lemna</i> en el Lago de Maracaibo	10
¿Cómo se puede controlar la <i>Lemna</i>?	10
Mecanismos de Control	11
Herbicidas	11
Control Biológico	11
Control Mecánico	11
El control de la <i>Lemna</i> en el Lago de Maracaibo	11
Conclusiones y Recomendaciones	13
Fuentes de Información	14

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1 – Taxonomía de la Familia <i>Lemnaceae</i> – Lenteja de agua	1
Cuadro N° 2 – Sub-cuencas de la Cuenca del Lago de Maracaibo	3
Cuadro N° 3 – Municipios y sus capitales. Población total del municipio. Año 2000.	5

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 – Hidrografía de la Cuenca del Lago de Maracaibo	4
Figura N° 2 – División político territorial del Estado Zulia	6

Introducción

El presente documento tiene la finalidad de identificar las causas, las consecuencias y las posibles soluciones a los problemas ocasionados por la proliferación de la lenteja de agua en el Lago de Maracaibo. Es importante destacar que los puntos aquí expuestos reflejan una descripción y un análisis sustentado en la recopilación de información secundaria, especialmente aquella disponible en internet. La verificación de los aspectos aquí planteados requieren la realización de un estudio de campo.

El documento ha sido organizado en cinco (5) puntos, tal como se señala a continuación:

1. Se describen las características fundamentales y los tipos de lenteja de agua existentes a nivel mundial.
2. Se presenta información relativa a la cuenca del Lago de Maracaibo. Se presentan aspectos hidrográficos y demográficos.
3. Se analiza la presencia de la *Lemna* en el Lago de Maracaibo. Este análisis incluye: la identificación de la forma *Lemnaceae* que inundó al Lago de Maracaibo, así como también se presentan: las áreas afectadas; las condiciones ambientales pre-existentes en el Lago de Maracaibo, antes de la aparición de la lenteja de agua; las razones por las cuales esto ocurrió; y, los problemas y las oportunidades que origina la presencia de la *Lemna* en el Lago de Maracaibo.
4. Se presentan los métodos disponibles para controlar la proliferación de la lenteja de agua. A su vez, se señalan los métodos utilizados, hasta ahora, y la inversión estipulada para solucionar el problema de la presencia de la *Lemna* en el Lago de Maracaibo.
5. Se recopila una serie de recomendaciones que podrían solucionar la problemática identificada.

El documento también incluye un anexo que contiene una lista de los actores involucrados en

la problemática analizada, particularmente aquellos identificados en el material informativo recopilado.

La lenteja de agua - Familia *Lemnaceae*

De acuerdo a su taxonomía, la lenteja de agua se corresponde con la familia de la *Lemnaceae* (ver Cuadro N° 1).

Cuadro N° 1 – Taxonomía de la Familia *Lemnaceae* – Lenteja de agua

Taxonomía	
Reino	<i>Plantae</i> – Plantas
Sub-reino	<i>Tracheobionta</i> – Plantas Vasculares
Súper-división	<i>Spermatophyta</i> – Plantas con Semillas
División	<i>Magnoliophyta</i> – De las Angiospermas, plantas con flores
Clase	<i>Liliopsida</i> – Monocotiledónea
Subclase	<i>Arecidae</i> , de Arum
Orden	<i>Arales</i> , de Arum
Familia	<i>Lemnaceae</i> – Lenteja de agua

FUENTE: Sistema de Información Taxonómica Integrada (Integrated Taxonomic Information System - ITIS).

La lenteja de agua se encuentra entre las plantas, con flores, mas pequeñas y simples, monocotiledóneas flotantes. Su tamaño varía entre 1 y 15mm. Estas plantas crecen flotando en aguas dulces, tranquilas o de lento movimiento alrededor del mundo, excepto en las regiones mas frías.

Las hojas de las lentejas de agua son comúnmente llamadas frondes¹. A diferencia de las hojas ordinarias de la mayoría de las plantas, cada fronde de la lenteja de agua contiene brotes a partir del cual crecen mas frondes. Estos brotes están escondidos en bolsas a lo largo del eje central de los frondes mas viejos. Al crecer, nuevos frondes emergen a los lados del fronde madre. Mientras maduran, los frondes hijos se mantienen unidos a los frondes madres. Cuando

¹ Aunque no son considerados como frondes de acuerdo a la estricta definición botánica.

un fronde maduro ha producido su número límite de frondes hijos, éste se torna senil y muere. Las lentejas de agua seniles, como las hojas seniles de otras plantas, se convierten a color amarillo porque han perdido la clorofila. El número de hijos frondes que un fronde maduro puede producir depende de la especie de la que se trate. A diferencia de las algas de agua dulce, que se hunden y descomponen cuando mueren, la lenteja de agua senil continúa flotando por un período considerable.

Las lentejas de agua pueden producir semillas y frutas como otras plantas con flores, pero ellas se reproducen fundamentalmente vegetativamente. El crecimiento de estas plantas en presencia de nutrientes es extremadamente rápido.

Una condición ambiental que favorece la proliferación de la lenteja de agua y de muchas plantas acuáticas es el proceso de eutroficación de un cuerpo de agua. Entendiéndose por eutroficación al incremento de la concentración de fósforo, nitrógeno y otros nutrientes en un ecosistema acuático. Esta condición provoca el rápido crecimiento de organismos cuya proliferación y posterior descomposición disminuye el oxígeno en el agua a niveles extremos, situación que perjudica la vida acuática, entre ellos a los peces. La descomposición orgánica a su vez produce olores pútridos.

La eutroficación puede ocurrir por la avanzada edad de un lago o pantano, producto del incremento gradual de tales nutrientes, mientras crece su biomasa. Pero, las actividades humanas tales como: la descarga de efluentes urbanos no tratados, el escurrimiento del agua proveniente de áreas donde ocurre la actividad agrícola; o, los desechos industriales, incluyendo los de la producción ganadera, los mataderos y su procesamiento, pueden ocasionar eventos de eutroficación muy rápidos y extensos, alterando de una manera muy drástica cuerpos de agua sanos. De esta manera se afectan actividades ecológicas, recreacionales, culturales, estéticas, educacionales, científicas y otros aspectos de valor para la sociedad.

Por otra parte, la formación de la alfombra de lenteja de agua flotando en la superficie del cuerpo de agua disminuye los niveles de luz en el fondo del cuerpo de agua alterando los ecosistemas acuáticos naturales.

Las lentejas de agua tienen excelentes propiedades, entre las que se destacan:

- Potencial como agente biológico en el tratamiento de aguas servidas y estancadas; y
- Por ser ricas en proteínas, su utilización como alimento de peces forrajeros, aves de corral y cerdos.

Los investigadores también están utilizando estas plantas para estudiar el desarrollo de las plantas en general, y la toxicidad de sustancias peligrosas. Ingenieros genéticos están clonando genes de las lentejas de agua y modificándolas para producir productos farmacéuticos de bajo costo.

La familia *Lemnaceae* está dividida en dos subfamilias, de acuerdo a la estructura del fronde y a la posición de su inflorescencia. Estas sub-familias son:

- La *Lemnaceae* estrictamente, la mas primitiva - *Lemoideae*
- Aquellas mas avanzadas - *Woffiella*, - *Wolffioideae*.

Estas dos subfamilias de la *Lemnaceae* se diferencian fundamentalmente por el número de raíces y la forma de su cuerpo.

Subfamilia *Lemnaceae*

La sub-familia de la *Lemnaceae* se caracteriza por la presencia de:

- una raíz o grupo de varias raíces,
- dos bolsillos laterales en los frondes, y
- una sola inflorescencia, ubicada entre la delgada escama que la cubre, que consiste en dos flores machos y una flor hembra.

Entre las lentejas de agua son las mas grandes, por lo que son fácilmente visibles con el ojo humano. Son verdes y se asemejan a una sábana verde flotando en la superficie del agua. Las lentejas mayores siempre flotan en la superficie

del agua. Los frondes tienen hijos frondes a ambos lados. Vistos desde abajo son frecuentemente rojas o rojizas-violetas por la presencia de células pigmentadas.

Dentro de la subfamilia *Lemnaceae* se encuentran dos formas, la *Lemna* y la *Spirodela*:

- Formas *Lemna* - lenteja de agua común, con 9 ó mas formas casi cosmopolitas, que son las siguientes: *Lemna aequinoctialis*; *Lemna giba*; *Lemna minor*; *Lemna minuta*; *Lemna obscura*; *Lemna perpusilla*; *Lemna trisulca*; *Lemna turionifera*; y, *Lemna valdivana*.

Las formas *Lemna* son las mas conocidas de este grupo y ha sido objeto de mucha investigación.

- Formas *Spirodela*, con 4 formas, se encuentran en zonas moderadas y tropicales en ambos hemisferios, entre las que se tienen: *Spirodela polyrrhiza*; y, *Spirodela punctata*.

Los frondes de la *Spirodela* tienen una longitud de 3 a 10 mm y un ancho de 1 a 8 mm. Debajo de la superficie siempre hay una o mas raíces, cuya longitud depende de la profundidad de las aguas y varía en un rango entre 1 y 10 cm.

Subfamilia *Wolffioideae*

La sub-familia de la *Wolffioideae* presenta estas características especiales:

- la ausencia de raíz,
- un bolsillo basal, y
- una inflorescencia única (con menor frecuencia dos), que consiste en una flor hembra y una macho, sin una escama que la cubra.

Dentro de la subfamilia *Wolffioideae* se encuentran las formas *Wolffia* y *Wolffiella*:

- Formas *Wolffia*, con varias formas: *Wolffia arrhiza*; *Wolffia borealis*; *Wolffia brasiliensis*; *Wolffia columbiana*; y, *Wolffia globosa*.

Las formas *Wolffia* poseen un grueso y volumétrico tallo, algunas veces sellado a un

lado y un fronde de forma globular, oval o de huevo. Siempre se encuentran en la superficie del agua. Las *Wolffia* son las plantas mas pequeñas con flores en el mundo, raramente exceden un tamaño de 1 mm. Estas pequeñas plantas son difíciles de ver por el ojo humano; pero sus colonias son fácilmente visibles. Presentan un pigmento marrón, característico de las *Wolffioideae*, que está contenido en las células de la epidermis.

- Formas *Wolffiella*, se encuentran: *Wolffiella gladiata*; *Wolffiella lingulata*; y, *Wolffiella oblonga*.

El tamaño y formas de los frondes de la *Wolffioideae* varía considerablemente durante las diferentes estaciones del año. Muy raramente se han encontrado flores en plantas de la *Wolffioideae*, por lo que los científicos han considerado que ha perdido su habilidad de florecer.

Bajo condiciones desfavorables, incluyendo el frío del invierno, han sobrevivido retoños de *Wolffioideae* que se sumergieron en el fondo. Estos retoños son similares, por ejemplo en la *Wolffia*, a las formas y tamaño y dimensiones de los frondes normales, pero son mas pesados porque están llenos de fécula.

La Cuenca del Lago de Maracaibo

El Lago de Maracaibo es uno de los mayores cuerpos de agua de Sur América y es un importante área de producción petrolera. Desde los inicios de esta actividad se han perforado aproximadamente 14.000 pozos petroleros en el lago.

Con la finalidad de conocer el área objeto de análisis, en este punto se presentan: los aspectos hidrográficos y la división político-territorial y el tamaño de la población que habita en la Cuenca del Lago de Maracaibo.

Aspectos Hidrográficos

El Lago de Maracaibo presenta una superficie de 12.270 Km² y alberga unos 245 mil millones de metros cúbicos de agua.

La cuenca del Lago alcanza una superficie de más de 80.000 Km² que está conformada por 11 sub-cuencas, tal como se señalan en el Cuadro N° 2 y en la Figura N° 1.

Cuadro N° 2 – Sub-cuencas de la Cuenca del Lago de Maracaibo

Sub-cuenca	
1	Río Limón
2	Río Palmar
3	Río Apón
4	Río Santa Ana
5	Río Catatumbo
6	Río Escalante
7	Sistema Río Chama y Río Poco
8	Río Misoa
9	Río Machango
10	Río Pueblo Viejo
11	Sistema Tamare – El Palmar

FUENTE: MARAVEN (1987) "Región Zuliana – Estado Zulia" de la Serie Estudios Regionales – Sistemas Ambientales Venezolanos. Ediciones MARAVEN. Caracas, Venezuela.

Las subcuencas que aportan mayores volúmenes de agua al Lago de Maracaibo son: la subcuenca del Río Catatumbo, la subcuenca del Río Santa Ana y la subcuenca del Río Limón. Se destaca que la subcuenca del Río Catatumbo traspasa los límites de Venezuela, recibiendo aportes que provienen del vecino país, Colombia.

División Político – Territorial y Tamaño de la Población

La división político territorial no coincide exactamente con los límites naturales de la Cuenca del Lago de Maracaibo, pero en rasgos generales se puede señalar que la población en dicha cuenca, de acuerdo al Censo del año 2000, era superior a los 3,2 millones de habitantes, distribuida en 21 municipios del Estado Zulia y dos (2) municipios del Estado Trujillo (ver Cuadro N° 3 y Figura N° 2).

Se destaca una alta concentración de población en:

- El Área Metropolitana de Maracaibo, conformada por los municipios Maracaibo y San Francisco, con un total de 1.764.038 habitantes, lo que representa el 55% del total de la población de la cuenca;
- La Costa Oriental del Lago con un total de 516.843 habitantes, para un 16% de la población de la cuenca, constituida por los municipios Santa Rita, Cabimas, Simón Bolívar, Lagunillas y Valmore Rodríguez.
- El resto de los municipios albergan el 29% restante de la población de la Cuenca del Lago de Maracaibo.

La *Lemna* en el Lago de Maracaibo

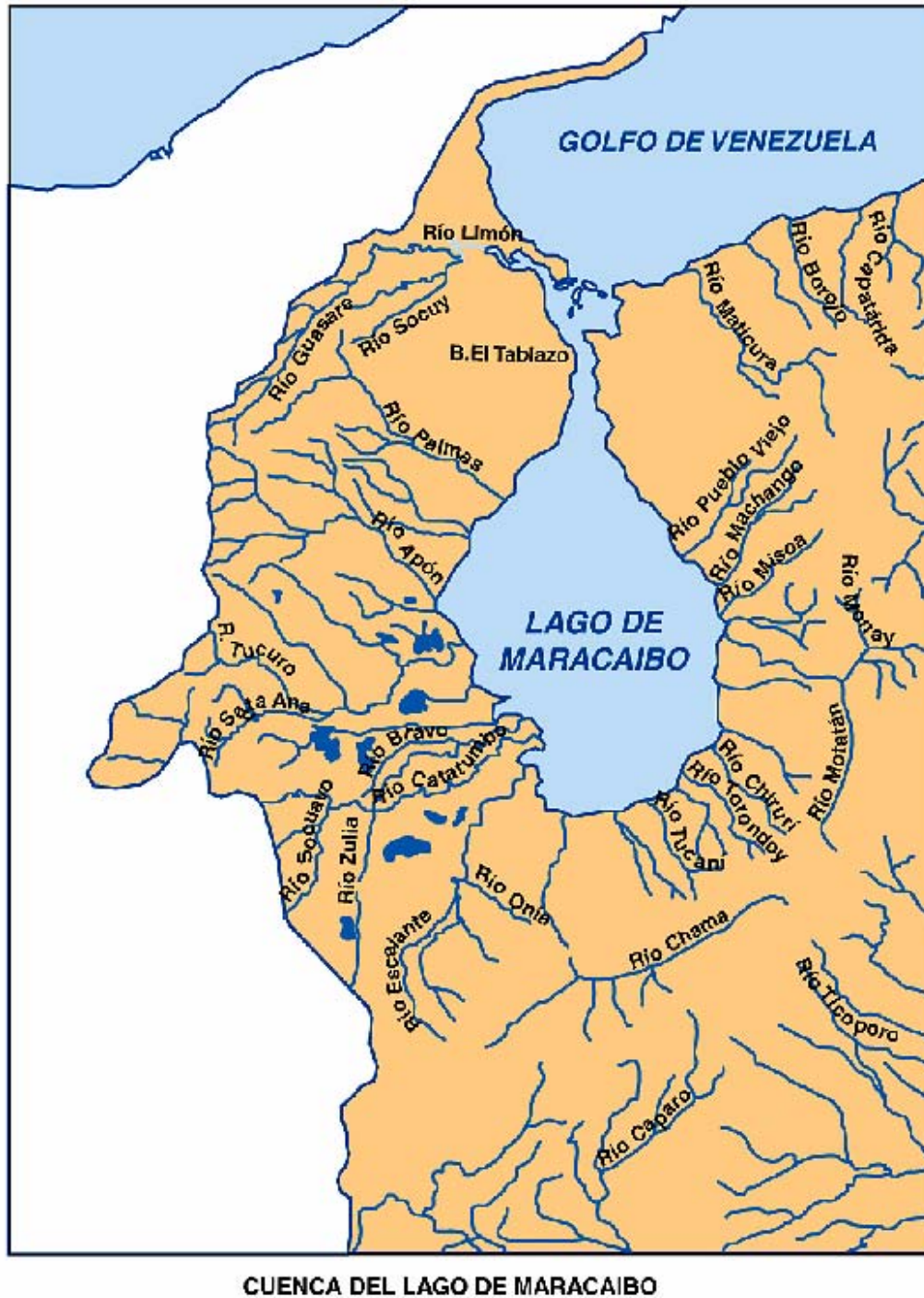
En este punto se expone cuál lenteja de agua llegó al Lago de Maracaibo; las áreas del lago afectadas; y, las razones por las cuáles la *Lemna* inundó al Lago de Maracaibo. En especial, se señalan las condiciones ambientales pre-existentes en el Lago de Maracaibo antes de la proliferación de la *Lemna*; y, los problemas y las oportunidades que genera la presencia de la *Lemna* en el Lago de Maracaibo.

¿Cuál lenteja de agua llegó al Lago de Maracaibo?

La masiva presencia de la lenteja de agua en el Lago de Maracaibo se evidenció el mes de abril de este año. A partir de ese momento, especialistas en el área han iniciado estudios para identificar la forma o formas de *Lemnaceae* que inundaron al Lago de Maracaibo. Hasta el momento de realizar este documento, han indicado que en el Lago de Maracaibo se encuentran fundamentalmente formas *Lemna*, pero no han señalado la forma o formas específicas.

Según análisis realizados de su taxonomía es una especie que no es exótica, dado que ha existido comúnmente en el sur del Lago de Maracaibo y en algunos ríos y lagunas.

Figura N° 1 - Hidrografía de la Cuenca del Lago de Maracaibo



FUENTE: El Nacional – Banco Mercantil (1999) "Atlas Práctico de Venezuela". Versión 1.0.

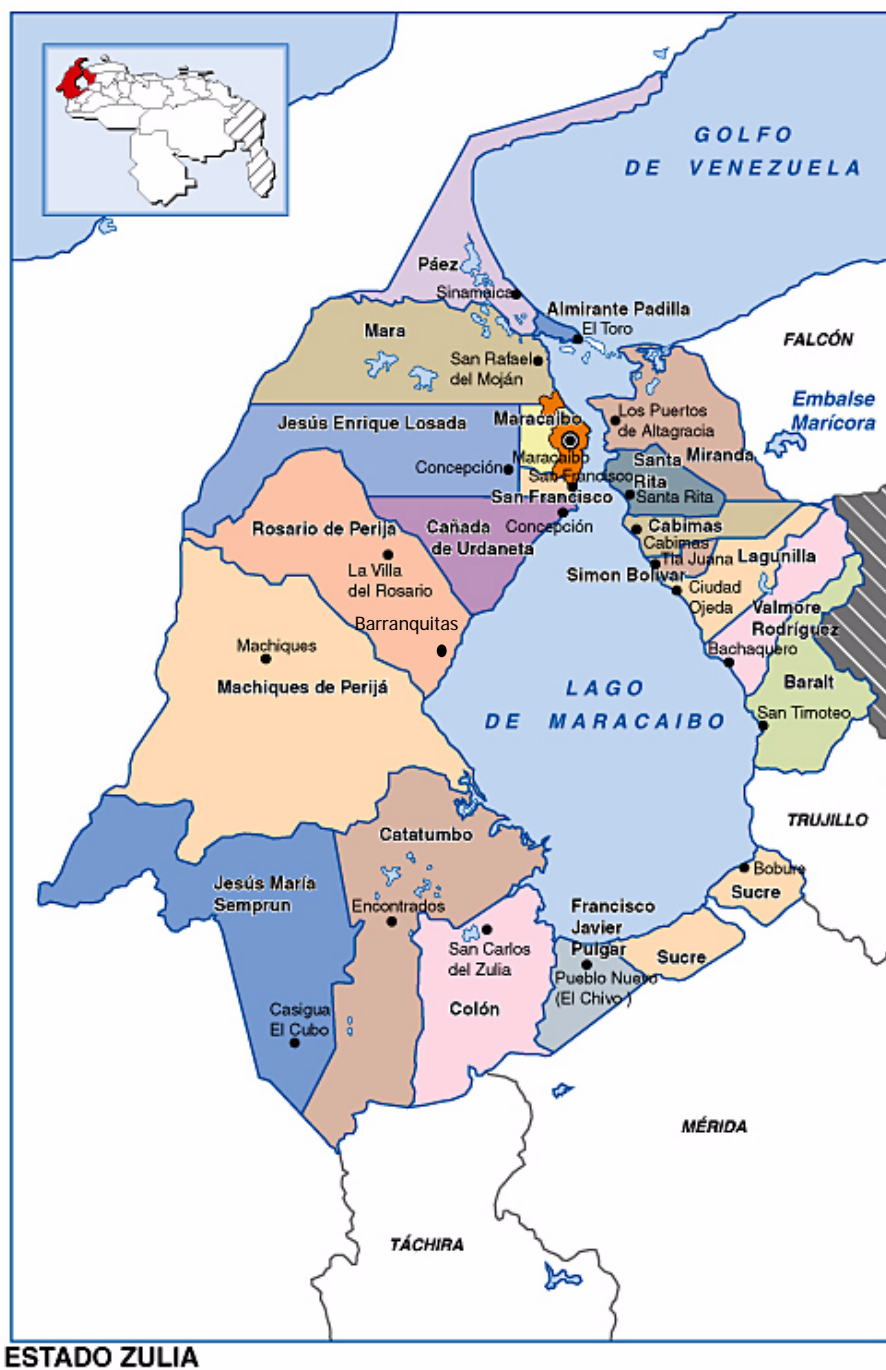
Cuadro N° 3 – Municipios y sus capitales. Población total del municipio. Año 2000.

Municipio	Capital de Municipio	Población Año 2000
Estado Zulia		
Área Metropolitana de Maracaibo		
Maracaibo	Maracaibo	1.372.724
San Francisco	San Francisco	391.314
Costa Oriental del Lago		
Cabimas	Cabimas	228.172
Lagunillas	Ciudad Ojeda	142.340
Santa Rita	Sta Rita	60.160
Valmore Rodríguez	Bachaquero	43.710
Simón Bolívar	Tía Juana	42.461
Otros		
Mara	S. Rafael Moján	148.941
Machiques de Perija	Machiques	102.598
Colón	San Carlos del Zulia	101.218
Rosario de Perija	Villa Rosario	84.517
Paez (1)	Sinamaica	75.917
Jesús Enrique Lossada (1)	La Concepción	73.792
Miranda	Los Puertos Altagracia	72.726
Baralt	San Timoteo	68.971
La Cañada de Urdaneta	Concepción	67.940
Sucre	Bobures	50.416
Catatumbo	Encontrados	35.832
Francisco Javier Pulgar	El Chivo	21.134
Jesús María Semprún (1)	Casigua	14.357
Almirante Padilla	El Toro	10.384
Estado Trujillo		
Monte Carmelo	Monte Carmelo	13.198
La Ceiba	La Ceiba	11.811
Total		3.234.633

(1) No limita con el Lago de Maracaibo.

FUENTE: INE – Población por municipio. Año 2000.

Figura N° 2 – División Político – Territorial del Estado Zulia.



FUENTE: El Nacional – Banco Mercantil (1999) “Atlas Práctico de Venezuela”. Versión 1.0.

Áreas afectadas por la *Lemna*

La presencia y los niveles de concentración de la *Lemna* en diversos sectores del lago se ha ido modificando en el tiempo, bien sea por la proliferación de la planta en las áreas que presentan los niveles óptimos de fósforo y nitrógeno, o por el desplazamiento ocasionado por efectos del viento y de las corrientes del agua.

En sus inicios la planta se encontraba en el sur del lago. Posteriormente, la *Lemna* se ha concentrado variablemente en tres (3) focos (ver Figura N° 1, anteriormente señalada), los cuales se señalan a continuación:

- **Costa Oriental del Lago:** Es uno de los sectores más apremiantes, fundamentalmente entre los poblados Bachaquero y Cabimas, situación que se ha extendido hacia el norte hasta El Mene, en el Municipio Santa Rita.
- **Eje Barranquitas – Catatumbo:** Es otro de los puntos de atención donde se ha concentrado una masa importante del vegetal, se encuentra al sur-oeste del lago, en las costas de los municipios Rosario de Perijá y Catatumbo.
- **Área Metropolitana de Maracaibo:** La planta también se ha concentrado en las costas del Área Metropolitana de Maracaibo, destacándose la zona de El Bajo, en el Municipio San Francisco, así como también en las cercanías del Puente General Rafael Urdaneta. La planta termoeléctrica “Ramón Laguna”, ubicada en el sector La Arreaga de Los Haticos también se ha visto en riesgo de ser afectada.

En general, la mancha verde ha permanecido entre las costas de Cabimas y Barranquitas. De acuerdo a diversas opiniones, la cobertura de la planta ha alcanzado entre el 8 y el 20% de la superficie del Lago.

¿Porqué la *Lemna* inundó al Lago de Maracaibo?

Se han difundido diversas razones para explicar la masiva presencia de la *Lemna* en el Lago de Maracaibo, pero aún no se tiene una respuesta precisa a esta interrogante.

Una de las razones que fue señalada como posible causa de la proliferación de la *Lemna* en el Lago de Maracaibo es que la especie fue sembrada de manera intencional. Esta tesis ha sido rechazada por varios especialistas.

El Lago de Maracaibo ha sido fuertemente intervenido desde los inicios de la actividad petrolera a principios del Siglo XX. Esta actividad, así como también la presencia de las industrias petroquímica, lechera, ganadera y azucarera, y las actividades urbanas, en general, han afectado su equilibrio ecológico ocasionando daños a la flora y la fauna. Por estas razones, la tesis que se sostiene con mayor fuerza señala que el sobrefloramiento de la *Lemna* indica una fuerte alteración al equilibrio ecológico y advierte la existencia de una avanzada eutroficación del lago, que viene dándose desde hace mucho tiempo. Esta situación evidencia el hecho de que el lago no ha sido capaz de continuar purificándose por si mismo, por lo que buscó un mecanismo de auto-purificación natural.

Para conocer un poco mas sobre este proceso de eutroficación, a continuación se presentan las condiciones ambientales pre-existentes en el Lago de Maracaibo antes de la proliferación de la *Lemna*, donde se destacan los principales problemas ambientales, así como también se señalan las causas que las originan y sus consecuencias.

Principales Problemas Ambientales del Lago de Maracaibo

Los problemas ambientales se caracterizan por mantener estrechas relaciones de causa y efecto. Estas relaciones tradicionalmente se han analizado utilizando complejos diagramas que permiten identificar el origen de los efectos o impactos ambientales existentes. Dado el alcance

de este documento, a continuación se presentan solo aquellos problemas ambientales que se han considerado como más relevantes:

- Presencia de altos niveles de materia orgánica, incluyendo compuestos nitrogenados y fósforo;
- Presencia de materia fecal;
- Presencia de desechos sólidos diversos entre los que se destacan los desechos domésticos que incrementan el aporte de nutrientes, así como también envases plásticos y vidrios;
- Presencia de petróleo y sus derivados;
- Presencia de sustancias tóxicas, tales como mercurio, fenol, etc.;
- Variaciones de los niveles de salinización;
- Acelerado incremento de sedimentos.

Estos problemas ambientales a su vez originan un complejo encadenamiento de efectos entre los que se pueden destacar:

- Alteración / desequilibrio de los ecosistemas por el proceso de eutroficación; crecimiento explosivo de algas fito-planctónicas y de la lenteja de agua;
- Afectación al recurso pesquero;
- Afectación a actividades productivas: pesca, petrolera, generación de energía eléctrica;
- Afectación a las actividades de recreación;
- Molestias a la población por malos olores;
- Afectación a la salud de la población local;
- Disminución del valor paisajístico y estético.

Causas de los Problemas Ambientales Identificados

Entre las principales causas de los problemas ambientales identificados se pueden señalar:

- Descargas de aguas servidas drenadas hacia el lago y los ríos afluentes;
- Descargas de efluentes industriales producto de las actividades: petrolera, petroquímica, lechera, ganadera, azucarera, entre otras, drenadas hacia el lago y los ríos afluentes;

- Inadecuada disposición de desechos sólidos no peligrosos y peligrosos;
- Derrames de petróleo y sus derivados, causados por las actividades de la industria petrolera, así como también como consecuencia de procesos naturales;
- Escorrentía de agua superficial proveniente de campos agrícolas, localizados aguas arriba del Lago de Maracaibo, tratados con pesticidas, herbicidas;
- Entrada sistemática de agua salada con la marea; incremento de volúmenes de agua dulce descargados por los afluentes del lago, provenientes de fuertes lluvias; y, evaporación permanente en su gran superficie;
- Procesos erosivos producto de actividades de deforestación e inadecuados movimientos de tierra en la cuenca del lago.

Consecuencias originadas por la presencia de la *Lemna* en el Lago de Maracaibo

Entre las consecuencias generadas por la presencia de la *Lemna* en el Lago de Maracaibo se pueden mencionar las siguientes:

- Alteraciones al ecosistema: La alfombra de lenteja de agua minimiza la penetración de la radiación solar en el lago afectando directamente el ecosistema, al disminuir la fotosíntesis y el contenido de oxígeno. Esto se traduce en alteraciones del equilibrio requerido para la sobrevivencia de otras plantas y peces. Adicionalmente, la espesa capa vegetal dificulta la circulación normal de las corrientes de agua y se ha convertido en una trampa para las aves que bajan a alimentarse.

Es importante resaltar que se ha señalado que la lenteja de agua no incide en la calidad de los peces y crustáceos extraídos del Lago. Especialistas han manifestado que la muerte de ejemplares registrada en las áreas donde se acumuló la capa vegetal obedece a la falta de oxígeno, sobre todo en las riberas. Bajo la falsa creencia de que podrían estar

contaminados se tienen reportes que indican una baja en la adquisición de pescado.

- **Pérdidas económicas:** Se generó el descenso de las siguientes actividades:
 - Pesquera, por ser muy difícil para los pescadores sacar los botes, dado que la planta afecta las propelas. Esto trae como consecuencia la disminución de la fuente de ingresos de los pescadores locales.
- Es importante señalar que la presencia de la *Lemna* no ha influido en el tráfico marítimo de los grandes tanqueros petroleros, ni en las operaciones normales del comando. De esta manera, el funcionamiento de las operaciones portuarias se desarrolla sin inconvenientes; y,
- Turismo – recreación, afectando las ventas de comida y servicios prestados en los balnearios y áreas costeras.
 - **Molestias a la población local** por el fuerte olor generado por la descomposición de la *Lemna*, especialmente:
 - los habitantes y empleados de los centros poblados costeros, fundamentalmente los ubicados en la Costa Oriental del Lago y en el Área Metropolitana de Maracaibo; y,
 - los recreacionistas, bañistas y turistas que visitan las playas.
 - **Potenciales problemas de salud:** Las dificultades de circulación del agua genera aguas estancadas, lo que ocasiona la proliferación de nichos de mosquitos y moscas, capaces de originar afecciones tales como diarreas y vómitos. Hay que mencionar que los organismos sanitarios señalan que se encuentran en una situación de vigilancia epidemiológica debido al decreto de emergencia ambiental.

Oportunidades que genera la presencia de la *Lemna* en el Lago de Maracaibo

La principal oportunidad que se puede aprovechar de la aparición masiva de la *Lemna* en el Lago de

Maracaibo es que se ha despertado la conciencia ambiental de la sociedad. Esta situación puede aprovecharse para realizar programas preventivos y de saneamiento ambiental que requieren la activa participación de la población.

La aparición masiva de la *Lemna* también ha originado investigaciones relativas al aprovechamiento de estas plantas en el tratamiento de aguas servidas. Pero no puede esperarse que de esta manera se resuelva el problema que ha surgido en el Lago de Maracaibo.

Dado que las lentejas de agua son ricas en proteínas comestibles, otra de las sugerencias identificadas es la utilización de la planta para el consumo animal, especialmente cerdos, pollos, conejos y ganado o como abono verde para fertilizar cultivos. Se ha planteado que de esta manera las poblaciones de escasos recursos podrían encontrar un potencial económico en el cultivo de la especie. Pero de nuevo, hay que resaltar que aún no se conocen las características de la *Lemna* existente en el Lago de Maracaibo y si éstas presentan niveles de contaminantes, tales como metales pesados, no apropiados para su aprovechamiento. Por esto, antes de estimular su uso es importante realizar estudios que permitan identificar las reales posibilidades de su utilización. Hay que recordar que las lentejas de agua aprovechadas en otros países son especialmente cultivadas en condiciones ambientales completamente diferentes a las actualmente existentes en el Lago de Maracaibo.

En la Región Zuliana se han impartido diversos cursos y talleres relativos al uso y aprovechamiento de la *Lemna*. Se tiene conocimiento de que *Lemna* extraída ha sido utilizada como fertilizante en parques y en caminerías

¿Cómo se puede controlar la *Lemna*?

No existe una recomendación general para controlar las lentejas de agua y las malezas acuáticas, en general. El método mas apropiado a ser utilizado dependerá de muchas variables tales

como el paisaje, el clima y las especies de maleza o lentejas de agua a las cuales se les aplicarán.

Dado que cada método tiene sus ventajas y desventajas, antes de seleccionar el o los métodos a utilizarse es imprescindible contactar a expertos para que den recomendaciones específicas, seguras y confiables al caso a considerar.

En este punto se presentan en primer lugar los tres (3) mecanismos de control utilizados a nivel mundial. En segundo lugar se señalan los mecanismos utilizados hasta ahora en el Lago de Maracaibo y la inversión estimada para su implementación.

Mecanismos de Control

De acuerdo a experiencias a nivel internacional se pueden destacar tres (3) métodos básicos para el control de la *Lemna*, los cuales son:

- Herbicidas,
- Biológicos, y
- Mecánicos

Cada uno de ellos se describe a continuación.

Herbicidas

Los herbicidas son sustancias que se ha encontrado que pueden matar a un tipo de plantas y no a otras. Algunos herbicidas son selectivos y solo afectan a cierto grupo de plantas, otros matan a casi toda la vegetación. Algunos son muy peligrosos para los humanos y animales; otros son relativamente benignos. Por eso antes de su aplicación es necesario conocer sobre la acción de los herbicidas, incluyendo la bioquímica y fisiología de las plantas.

Dado que las lentejas de agua son monocotiledóneas, son bien conocidas por ser relativamente insensibles a herbicidas bien conocidos como el 2,4-D. Los herbicidas que son efectivos para el control de las lentejas de agua incluyen fluridone (Sonar), y diquat (Reward). Aunque se ha recomendado el uso del fluridone en casos específicos para el control de la *Lemna*, es imprescindible antes de usar herbicidas conocer las sugerencias de expertos de acuerdo

al lugar y a las características particulares de la *Lemna* a tratar.

No debe olvidarse que algunos químicos pueden ser muy dañinos a los humanos y al ambiente, especialmente si son utilizados en reservorios que abastecen de agua potable o son usados para la pesca.

Control Biológico

El segundo mecanismo de control de la lenteja de agua conocido es el biológico, a través de la utilización de peces herbívoros que comen la lenteja de agua.

Desafortunadamente, pocos peces del clima templado son herbívoros. La mayoría de los peces omnívoros se alimentan en el fondo y tienen poco interés en las lentejas de agua flotantes.

La utilización de peces como "control biológico" de vegetación acuática puede ser efectiva y eficiente económicamente cuando se cuenta con suficientes peces y cuando el problema de la maleza acuática es la planta preferida del pez a utilizar. Entre los efectos negativos, se destaca que en amplios ecosistemas no controlables pueden surgir desequilibrios ecológicos mayores.

Control Mecánico

Por último, se tiene el control mecánico para extraer las lentejas de agua. Esto puede realizarse con la utilización de rastrillos mecánicos o el uso de gran cantidad de mano de obra con pequeñas mallas.

La desventaja de la utilización de este mecanismo es que no es posible recoger todas las plantas, por lo que la población vegetal volverá a reproducirse.

El control de la *Lemna* en el Lago de Maracaibo

Como se ha mencionado anteriormente, para controlar la proliferación de la maleza acuática en el Lago de Maracaibo se requiere identificar la *Lemna* presente y su comportamiento. Con esta finalidad, se están realizando estudios que permitirán identificar la(s) forma(s) de *Lemna* que

inundaron al Lago de Maracaibo. Así como también se está realizando un monitoreo continuo de su comportamiento, utilizando imágenes satelitales.

Las acciones de extracción de la *Lemna* en el Lago de Maracaibo son muy costosas bien sea por la utilización de tecnologías o por la necesidad de contratación de grandes volúmenes de mano de obra. Se ha estimado una inversión de 17 millardos de Bolívares para: extraer 250 mil metros cúbico de esta maleza acuática; y, para investigar las causas de su expansión y para monitorear la situación de la cuenca en general.

Los mecanismos de control planteados son muy diversos y han incluido propuestas de control biológico, el uso de herbicidas y el control mecánico.

Como alternativa de control biológico se propuso la introducción de especies como el 'amur blanco'. Sustentándose en el hecho de que el introducir un elemento externo al ecosistema puede generar efectos colaterales y alterar la cadena trófica esta propuesta fue oportunamente descartada.

Por su parte, el uso de herbicidas fue pospuesto, hasta tanto no se hagan las investigaciones que determinen los posibles resultados de dicha aplicación.

Adicionalmente, han surgido otras propuestas que se fundamentan en modificar las condiciones ambientales existentes en el Lago de Maracaibo. Una de ellas ha contemplado la aplicación de grandes volúmenes de sal al Lago de Maracaibo, con la finalidad de incrementar la salinidad hasta un nivel que no sea tolerado por la lenteja de agua. Otra propuesta ha planteado la colocación de aireadores dentro el cuerpo de agua, con la intención de elevar los niveles de oxigenación.

Por su parte, la opción de control mecánico ha sido la mas favorecida. Este mecanismo se ha conformado en dos modalidades, complementarias, las cuales se señalan a continuación:

- Utilización de maquinarias, y

- La contratación de capital humano de manera intensiva.

La modalidad de incorporar maquinaria permite extraer la *Lemna* de manera masiva. Esta actividad se ha centrado en la contratación de 18 empresas que utilizan diversas tecnologías, tales como: equipos anfibios, vacuums - aspiradoras, dragas, saneadores de fosas, lanchas, entre otros. Se ha señalado que la demora de las negociaciones con las empresas, aun después de promulgarse el decreto de emergencia, permitió una mayor dispersión de la lenteja de agua.

A esto hay que agregar que las empresas ubicadas en las costas del lago han instalado barreras físicas que impiden que la maleza se siga desplazando hacia sus instalaciones.

La incorporación de mano de obra de manera intensiva tiene la intención de poder controlar la *Lemna* en áreas de difícil acceso para las embarcaciones, así como también compensar a los pescadores y comunidades afectadas. Se implementó un plan de contratación rotativo donde mensualmente culmina un grupo e ingresa otro. En total se estima la contratación de unos 1.500 trabajadores. El proceso de contratación fue lento y complejo y generó serios inconvenientes entre las autoridades a cargo del manejo presupuestario y los sindicatos de pescadores. Las negociaciones se centraron en el número de personas a ser contratadas y en los mecanismos de selección de la mano de obra disponible en las diversas comunidades afectadas. Estos inconvenientes ocasionaron la paralización de las actividades, las cuales posteriormente fueron reanudadas. La paralización hizo que los logros obtenidos con los trabajos iniciales se perdieran.

Las labores manuales también ha incluido la participación de grupos voluntarios.

Un punto que ha sido poco difundido son los lugares seleccionados para disponer el material extraído y el manejo de dichos lugares.

Conclusiones y Recomendaciones

La proliferación de la lenteja de agua en el Lago de Maracaibo debe llevar a una profunda reflexión en relación a la vulnerabilidad del ambiente frente a las actividades realizadas por los seres humanos. Los problemas aquí evidenciados son el reflejo de muchos años de intervención del Lago, donde las actividades de saneamiento van a un paso mucho más lento del requerido.

Aun cuando en la actualidad la premura se centra en la extracción de la *Lemna*, antes de que surjan mayores problemas, es imprescindible darle la importancia requerida a la implementación de medidas preventivas que ataquen el problema desde su origen. Las recomendaciones han sido agrupadas en cuatro (4) grandes áreas:

- Estudios y evaluaciones ambientales
- Educación Ambiental
- Saneamiento Ambiental
- Extracción de la *Lemna*

Cada una de ellas se presenta a continuación.

Estudios y Evaluaciones Ambientales

Es imprescindible formular o culminar estudios que permitan:

- Identificar la(s) forma(s) *Lemna* presentes y conocer su comportamiento en el Lago de Maracaibo.
- Evaluar y analizar las condiciones ambientales existentes en la cuenca del lago, en particular de las áreas afectadas, de manera tal de identificar las causas y las consecuencias generadas por la proliferación de la *Lemna*.
- Verificar o no las potencialidades de utilizar la *Lemna* extraída para el consumo de animales o como abono. Mientras no se tengan resultados precisos en relación a los niveles de contaminantes presentes en la lenteja de agua no es recomendable el uso de la planta para alimentar animales así como tampoco como abono orgánico.
- Exigir la formulación de evaluaciones ambientales a aquellas actividades que se

identifiquen como degradadoras del ambiente. Estas evaluaciones deberán incluir la formulación e implementación de medidas que propicien el saneamiento ambiental de la Cuenca del Lago de Maracaibo.

- Formular o dar continuidad a los programas de seguimiento y monitoreo de las actividades susceptibles de degradar el ambiente, de manera tal de llevar un control continuo de dichas actividades y tomar a tiempo las medidas requeridas en caso de identificarse irregularidades.

Educación Ambiental

El saneamiento del Lago de Maracaibo requiere la colaboración de organismos públicos y privados, así como también de todos los ciudadanos en general. Cada persona debe adoptar un comportamiento responsable que contribuya a mejorar las condiciones del Lago. Esta es una buena oportunidad para diseñar e implantar programas de educación ambiental que propicien una gestión ambiental mancomunada en beneficio del Lago de Maracaibo.

Saneamiento Ambiental

El saneamiento del Lago de Maracaibo es una tarea muy compleja que implica la cooperación de diversos organismos públicos nacionales, regionales y locales, empresas públicas y privadas y de la comunidad en general. Se destacan: el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN); el Instituto para la Conservación de la Cuenca del Lago de Maracaibo (ICLAM); la Gobernación del Estado Zulia; las alcaldías; Petróleos de Venezuela (PDVSA); PEQUIVEN; y CORPOZULIA.

Las actividades de saneamiento ambiental deben incluir medidas que permitan restaurar el ecosistema del Lago y controlar la reproducción explosiva de la lenteja de agua, pero muy especialmente se requiere la implementación de medidas preventivas que implican cambios sustanciales en la manera como se realizan las actividades degradantes del ambiente. Las acciones que ameritan especial atención son las siguientes:

- Reducir las descargas de aguas negras al lago y sus afluentes, con la finalidad de controlar los nutrientes que entran en el cuerpo de agua. Es imprescindible incrementar el volumen de aguas tratadas. Hay que señalar que recientemente se inauguró la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Cabimas y la Planta Sur de Maracaibo para contribuir con el saneamiento del Lago de Maracaibo. De igual manera, el MARN y el ICLAM tienen previsto un plan de construcción de plantas de tratamiento de aguas servidas que abarcará toda la Cuenca del Lago de Maracaibo
- Disminuir y controlar la anárquica disposición de desechos domésticos e industriales, especialmente en las playas y en los afluentes del Lago. Es necesario seleccionar y manejar adecuadamente las sitios de disposición final de los desechos sólidos no peligrosos y peligrosos de todos los poblados existentes en la Cuenca del Lago de Maracaibo.
- Controlar el uso de fertilizantes en las áreas de la Cuenca del Lago donde se realizan actividades agropecuarias.

Extracción de la *Lemna*

Es imprescindible que los entes nacionales y regionales se organicen y apliquen un Plan de Emergencia para extraer la lenteja de agua del Lago de Maracaibo que se ajuste a los resultados de los estudios realizados. La recolección hay que hacerla de manera inmediata, constante y persistente dado su alto índice de reproducción.

Fuentes de Información

La elaboración de este documento ha sido realizada utilizando material disponible en internet en las siguientes direcciones:

Cross, J.W. (2002). The Charms of Duckweed. <http://www.mobot.org/jwcross/duckweed.htm> (10 Nov. 2002).

Plant Data Center and the PLANTS database - http://plants.usda.gov/cgi_bin/topics.cgi?earl=classification.html

<http://ag.arizona.edu>

<http://overton.tamu.edu>

<http://persephone.agcom.purdue.edu>

<http://water.dnr.state.sc.us/wild/freshfish/pondplants.html>

<http://webcenter.ru>

<http://www.agcom.purdue.edu>

<http://www.eluniversal.com/>

<http://www.enlv.com>

<http://www.luz.edu.ve>

<http://www.mdsg.umd.edu>

<http://www.panorama.com.ve>

<http://www.rnv.gov.ve/noticias/>

<http://www.rook.org/index.html>

<http://www.universia.edu.ve/>

<http://www.venpres.gov.ve/>

PlaniGestión, C.A.

Consultores Ambientales, Planificación Regional y Urbana e
Inspección de Obras

Inscrita en el

Registro de Consultores Ambientales del MARN

RCA – 327

Teléfono / Fax: 58 (212) 761.41.84

Celular 58 (414) 249.80.08

Correo Electrónico: consultoria@planigestion.com

Web: www.planigestion.com

© Copyright PlaniGestión, C.A. 2004
Desarrollado por PlaniGestión, C.A.