



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

Facultad de Ingeniería

El Lirio Acuático como un método de
tratamiento para las aguas residuales

Tesis Profesional
para obtener el título de
Ingeniero Civil
presenta

Fernando Guillermo Velázquez Bernal



México, D. F.

1988



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

EL LIRIO ACUATICO COMO UN METODO DE TRATAMIENTO PARA LAS
AGUAS RESIDUALES

CAPITULO I

INTRODUCCION

CAPITULO II

EL LIRIO ACUATICO

CAPITULO III

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON EL LIRIO ACUATICO

CAPITULO IV

CONTROL DEL LIRIO ACUATICO

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

INTRODUCCION

El tratamiento de las aguas residuales presupone la aplicación de unos procesos básicos llamados operaciones unitarias, cuya utilización y secuencia vienen definidas por las -- características del agua a tratar y el grado de depuración que se requiera conseguir. La mayor parte de los procesos a utilizar están variando constantemente, existiendo en el mercado - una gran variedad de equipos para un mismo proceso.

PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Este proceso se divide en cuatro grandes etapas que son: Pretratamiento, Tratamiento Primario, Tratamiento Secundario y Tratamiento Terciario.

El Pretratamiento consiste en separar de las aguas residuales los objetos voluminosos así como aceites y grasas, los objetos voluminosos se separan haciendo pasar a las aguas residuales a través de rejillas y mediante desarenadores, el aceite y las grasas se logran separar mediante el uso de trampas para grasa.

El tratamiento primario se divide en: El tratamiento de solidos en suspensión, a traves de los siguientes pasos, sedimentación, floculación y flotación y se podrá decir también que intervienen la neutralización de pH.

El tratamiento secundario se divide en dos grandes grupos que son: El del tratamiento de materia orgánica y el tratamiento a pequeños solidos que queden en suspensión, en el tratamiento de orgánica se utilizan los siguientes metodos: Balsas de estabilización, lagunas aereadas, filtros percoladores, lodos - activados, digestión aerobica, digestión anaerobia, microfiltración o discos biológicos .

El tratamiento terciario se divide en los siguientes pasos: Tratamiento terciario, floculación, filtración, adsorción, - intercambio iónico, destilación, osmosis inversa, electrodiálisis, eliminación de nutrientes, congelación, extracción, incineración de liquidos.

De las etapas anteriores del tratamiento Secundario la más común es la de los Lodos Activados que es con la cual se trabaja en la planta del Cerro de la Estrella, donde se pretende llevar la experimentación de esta tesis.

Los pasos del método de Lodos Activados son los siguientes:

Se recolectan las aguas residuales en un cárcamo de regulación, enseguida pasan al Sedimentador Primario en donde se eliminan las grasas y los materiales de gran tamaño, de ahí continúan al tanque de aereación en donde se adiciona el aire a los microorganismos para formar los floculos que pasaran a la siguiente etapa que es el sedimentador secundario en donde se separan los floculos del caudal para después hacer la circulación de lodos o bien enviarlos a su disposición final, el último paso de este método es la cloración para eliminar los microorganismos que aun se encuentren en las aguas tratadas y poder disponer de dichas aguas.

La etapa más costosa de éste método es el de la cloración, por esa razón se pretende ver las ventajas que tiene el lirio para tratar las aguas residuales y ver si es posible eliminar la cloración.

INTRODUCCION

En base a los estudios realizados en diversas partes del mundo y principalmente en México, sobre la efectividad que tiene el Lirio Acuático (EICHHORNIA CRASSIPES), para el pulimiento de Aguas Residuales y tratadas hasta nivel secundario se pretende realizar un estudio determinado sobre el tema en colaboración con la Dirección General Construcción y Operación Hidraulica, para - comprobar y buscar la mejor calidad de las aguas residuales de las plantas de tratamiento del D.F.

Objetivo.- Se efectuará un estudio en un canal ubicado en la - planta de tratamiento del Cerro de la Estrella, para definir la cinemática de remoción del material fónico por medio del lirio acuático, el cual de ser eficiente o aceptado se utilizará como sistema de tratamiento en dicha planta.

CAPITULO II

EL LIRIO ACUATICO

El Lirio Acuático pertenece al grupo de las macrorritas acuáticas y clasificadas dentro de las angiospermas en la clase de las monocotiledoneas subclase superovarias tiene una composición aproximada de:

- Entre 93 y 96% de humedad.
- 4.7 a 1.8% (Base Seca) es proteína Cruda
- 1.75% (Base Seca) de contenido de Nitrógeno.
- 0.63% (Base Seca) de contenido de Fósforo.
- 3.07% (Base Seca) de contenido de Pótasio.
- 0.61% (Base Seca) de contenido de Magnesio.

Además de contener en pequeñas cantidades fierro, azufre, manganeso, cobre, zinc, boro, sílice, molibdeno, fluoruro, vanadio y cobalto.

Se puede decir que el lirio acuático es muy sensible a temperaturas mayores a 34^o en exposición de 4 6 5 semanas, las hojas sufren daños y mueren a baja temperatura pero los tallos vegetativos resisten a ambas condiciones de igual forma se puede decir que la semilla sobrevive hasta un mes a -4^oC y dos meses.

Con agua caliente a 40°C, en condiciones favorables se puede decir que el lirio tiene un longevidad de 5 a 7 años.

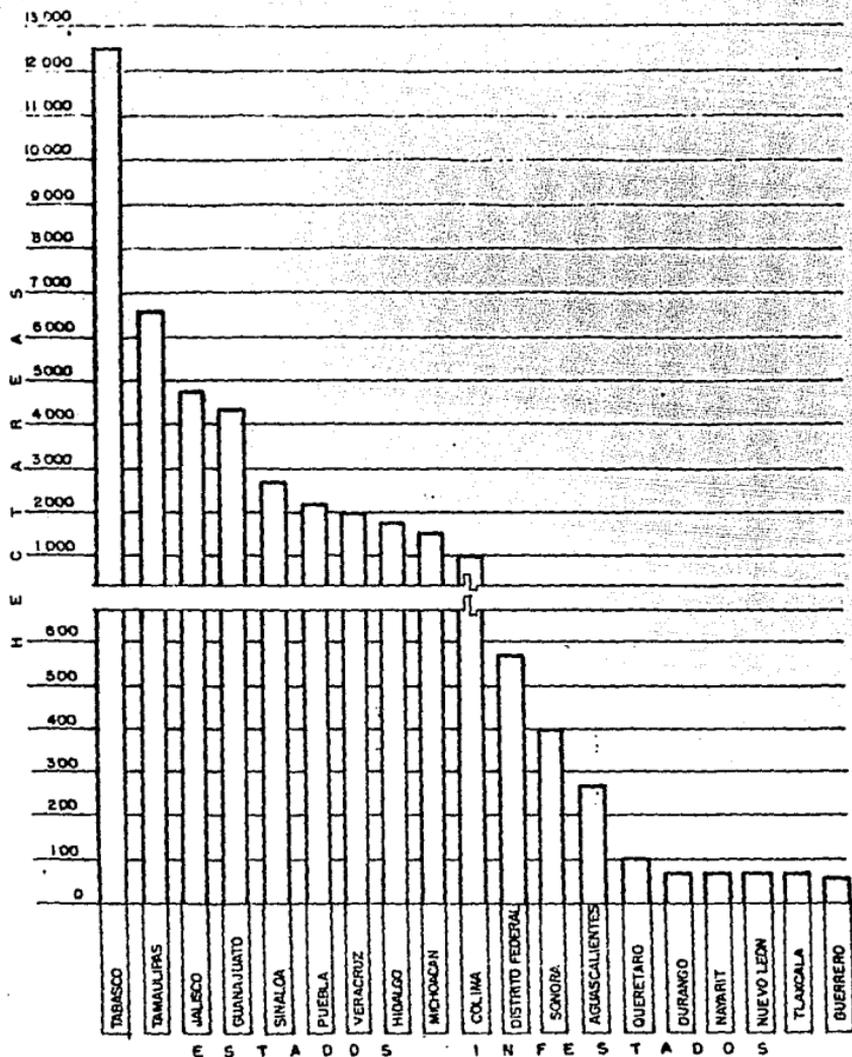
(Según Mc. Donald 1981 , Texas Austin).

El lirio puede tener un crecimiento máximo de hasta un metro y aumenta en 15% su área de cobertura, en sus primeros meses de crecimiento.

Se podrá comentar que el lirio es la especie que mayor atención a tenido por su rapido crecimiento y sus diferentes usos que se le pueden dar. También llamado como Huachinango o Jacinto de agua en el Valle de México es una planta tropical órganica de la cuenca del Río Amazonas se calcula que tiene más de 90 años en la República Mexicana y se le han dado diferentes usos desde la fabricación de papel hasta la elaboración de alimentos balanceados para animales domésticos, pasando por insumo de fertilización y acondicionador de suelos en la agricultura.

Se tiene entendido por estudios hechos por CIECCA que actualmente hay más de 40263 ha. de lirio en todo el País.

CUANTIFICACION Y DISTRIBUCION DEL LIRO ACUJATICO EN MEXICO



FUENTE DE INFORMACION: CIECUA

El origen del lirio influye mucho en los diferentes usos que se le pretende dar ya que su composición varia de un lugar a otro, como lo muestra la sig. tabla.

PROCEDENCIA	PROTEINA	GRASA	FIBRA	CENIZAS
	% BS	%BS	%BS	%BS
San Luis Xochimilco	25.12	1.01	15.27	22.76
Ocotlán, Jal.	23.12	1.29	19.88	16.94
La Piedad	20.34	1.30	13.75	34.60
Presa Calzoncin	20.31	1.52	15.17	20.86
Briseño, Jal.	19.13	1.18	18.87	25.09
Pascuaro, Mich.	17.43	.78	25.91	19.00
Tabasco	16.75	2.32	11.33	25.54
La Luz Jacona	16.83	.35	24.12	22.40
Valsequillo, Pue.	11.80	1.00	20.80	14.80
San Gregorio A.	11.15	1.76	24.67	22.67
Los Belenes, Jal.	9.0	2.26	19.17	21.36
Presa Solis, Gto.	9.12	1.014	15.43	16.16
Presa Orandino	8.56	.47	20.74	33.40
Presa Endho Hgo.	7.50	.64	16.18	25.92
Buнавista, Jal.	6.18	.66	20.12	14.82

De esta tabla se observa que la porción aprovechable de fibra para papel se encuentra entre 11.33 y 25.91%, (datos aportados por CIECCA .)

MORFOLOGIA DEL LIRIO

El lirio se divide en órganos aéreos y órganos subacuáticos, las partes esencialmente aéreas son las hojas e inflorescencias, las hojas tienen una distribución de forma de rosetas y se componen de un peciolo resiculado con tejidos esponjosos, que es lo que lo mantiene en flotación, la otra estructura que compone a la hoja es la lamina, que es regularmente ovalada, y es donde ocurren la mayor parte de los procesos de intercambio gaseoso y fotosintético.

La flor individual consiste en : hipatio formado por tres sepalos tres pétalos, seis estambres y un pistilo.

Órganos Subacuáticos .- Los rizomas son parte importante de los Órganos Subacuáticos, ya que muestran tamaños y diámetros muy variables y son estructuras que tienen un crecimiento horizontal muy activo bajo condiciones favorables, durante su crecimiento vegetativo los rizomas se convierten en estalones los cuales tienen un tramo por debajo del agua.

Las raíces son una parte importante de los Órganos Subacuáticos - ya que pueden llegar a representar entre un 16 y 56% de la biomasa de la planta. Su relación de crecimiento esta ligada a la edad y el

habito de la planta.

El lirio acuático se reproduce básicamente de forma vegetativa, cada renuevo ó vástago es producido por control de los rizomas todo esto surge a través del estolon ya que su doble crecimiento es el que permite un nuevo ejemplar, el doble crecimiento consiste en que en la parte aeróbica crece las hojas y tallos y en la -- parte subacuática se forman las raíces.

La otra capacidad reproductiva asexual asociada a su alta tasa de celización de elementos esenciales y su potencial de crecimiento es por lo que la población de *Eichhornia Crassipes* es considerada como una de las principales plagas acuáticas dulceacuicolas.

Se encontrarón varias referencias en las cuales se dice que dos plantas progenitoras puede reproducir 300 plantas en termino de 23 días y 1200 al finalizar 4 meses. Butanouny (1975) encontró que en Egipto diez plantios de 450 m^2 de área basal y 40gr. de peso fresco. alcanzarón un área basal de 1082 m^2 v 1244 Kg. de peso fresco en términos de 50 días.

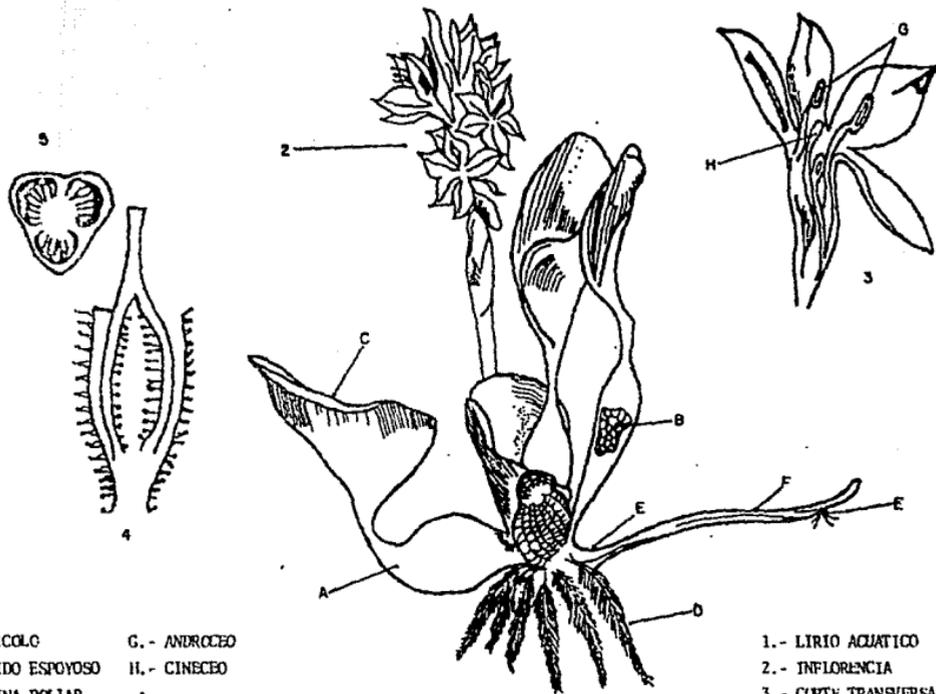
REPRODUCCION SEXUAL

El lirio acuático tiene flores completas y pospectas ya que en la misma estructura se encuentra el gineceo y androceo. El poseer ambos sexos en la misma flor capacita al lirio acuático a efectuar la recombinación genética, por la fertilización de la ovocelula por el nucleo espermatico del pólen. En esta unión genética se forma su unidad dispersante o semilla.

La fecundación en *E. crassipes*, puede ser cruzada siendo esta anemofila (por aire), entomofila (por insecto). Sin embargo la flor del lirio acuático es capas de auto fecundarse.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE EICHHORNIA
CRASSIPES (LIRIO ACUÁTICO)

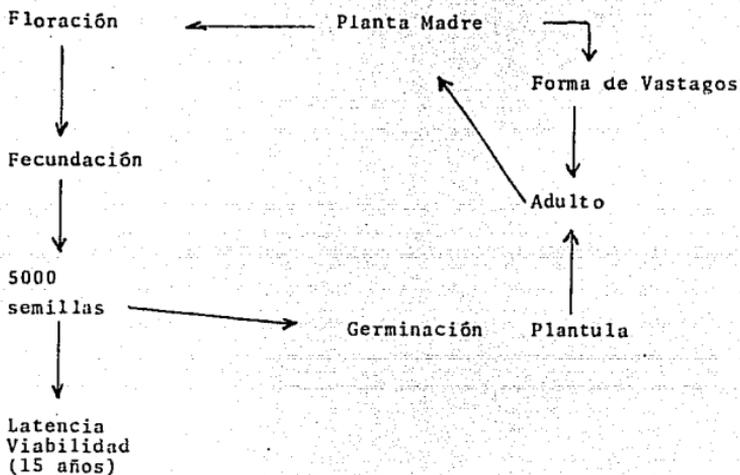
14



- A. - PECIOLLO
B. - TEJIDO ESPOYOSO
C. - LAMINA POLIAR
D. - RAIZ
E. - RIZOMA
F. - ESTOLON
G. - ANDROCEO
H. - CINECEO

- 1.- LIRIO ACUÁTICO
2.- INFLORENCIA
3.- CORTE TRANSVERSAL DE LA
FLOR.
4.- OVARIO
5.- CORTE TRANSVERSAL DEL
OVARIO CON CARPELOS
Y ESTILOS

CICLO DE VIDA DEL LIRIO



CAPITULO III

Para lograr el estudio se procedio de la siguiente forma:

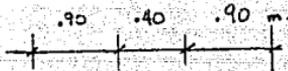
- 1.- Adaptación de el canal en el Cerro de la Estrella.
- 2.- Traslado y proceso de aceptación del lirio, que será tomado de los canales de Xochimilco.
- 3.- Formas de controlar el crecimiento del lirio acuático y - formulas de su crecimiento.
- 4.- Realización del experimentación y aprovechamiento del lirio acuático.
- 5.- Evaluación de la Experimentación.
- 6.- Conclusiones de trabajo.
- 7.- Recomendaciones.

CALENDARIO DE ACTIVIDADES

	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SÉP.	OCTUBRE	NOVIEMBRE
Adaptación de los canales	*	*				
Traslado y Aceptación del lirio.		*				
Formas de Control y Crecimiento del lirio.			*	*		
Realización de experimentación				*	*	
Evaluación de la Experimentación					*	*
Conclusiones de trabajo						*
Recomendaciones						*

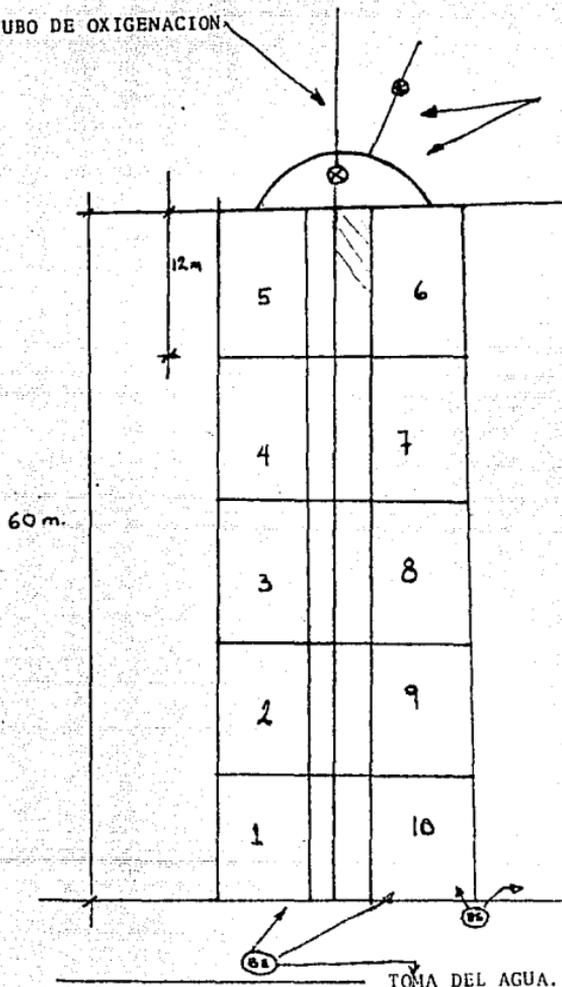
ADAPTACION DE LOS CANALES.- Esta etapa consisten en adaptar los canales de la planta de tratámiento del Cerro de la Estrella, - perteneciente a la D.G.C.O.H. del D.D.F. en la Delegación de - Iztapalapa.

El proceso de adaptación consiste en limpiar los canales de todo lo que en ellos se encuentra posteriormente se procedio a la impermeabilización de ellos ya que el canal dos presento fugas por filtración en su parte inicial, para poder hablar de esto se tiene que decir que los canales consisten de un largo de 60 mts. un ancho de 90 cm. y se trabajo con un tirante de - 1.0 m, estando conectados en serie se presenta un plano de su - ubicación y de su forma de operación.



TUBO DE OXIGENACION

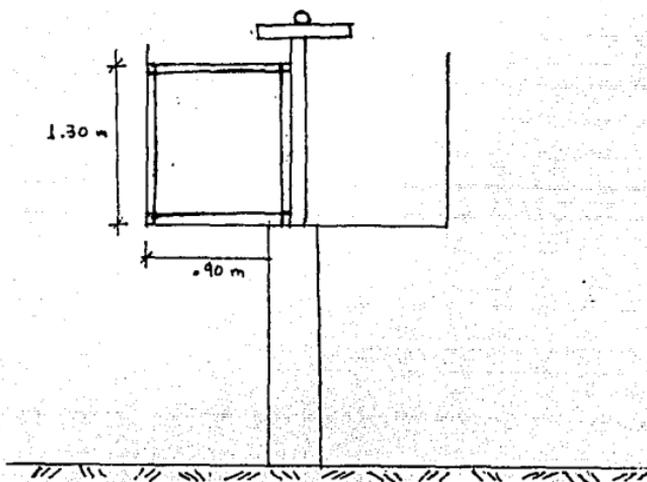
EXTRUCTURA DE CONEXION
Y DE BASIADO.



BE BOMBA ENTRADA
BS BOMBA SALIDA
TN TANQUE NUTRIENTES.

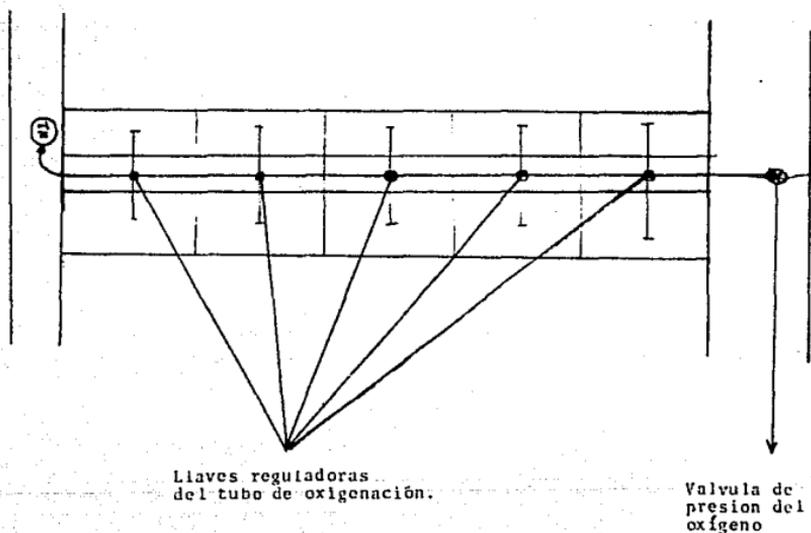
A continuación se describe las diferentes estructuras y adaptaciones que se les tuvo que hacer a los canales.

Cada uno de los canales se dividió en 5 cámaras estas divisiones constaron de una estructura de madera con maya de alambre, cada una de ellas tenía una separación entre si de 12 mts. y una altura de 1.30 mts. (ver fig. 2).



PERFIL DEL CANAL Y ESTRUCTURA DE SEPARACION

Se puede decir que otra de las adaptaciones importantes que se le hicieron a los canales es la de los tubos de oxigenación ya que estos tubos están reportados a todo lo largo del canal con una separación de 12 mts. entre cada salida al canal, cada una de estas salidas contaba de 2 tubos de $1/2 \text{ } \emptyset$ con una llave - controladora de presión con la cual se podrá regular la cantidad de oxígeno que se le quisiera dar a cada cámara de cada uno de los canales (ver fig. 3).

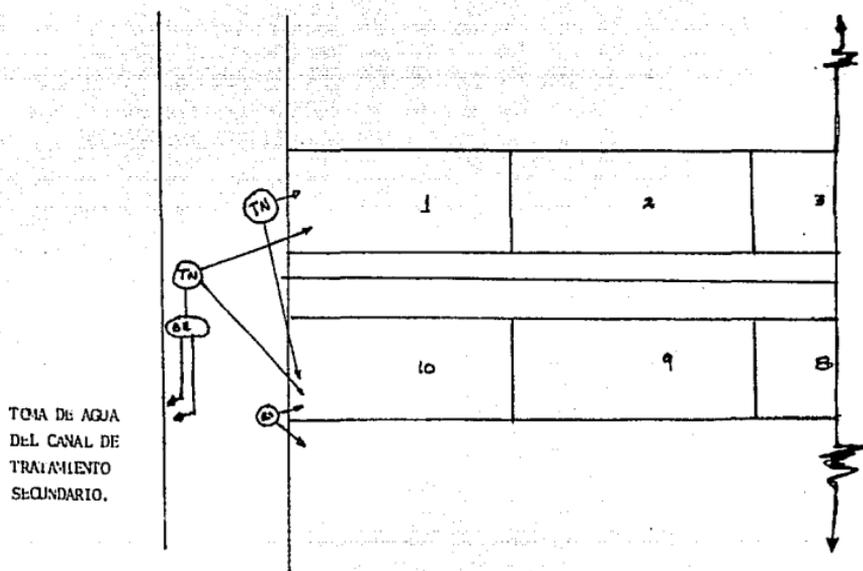


Dentro del equipo de abastecimiento y desecho del agua se puede decir que existen tres bombas con una potencia de 1/2 caballo de fuerza dos de las cuales tiene como objetivo el de abastecer y otra de eliminar los exedentes ya que estaba controlada por medio de electroniveles que la hacen funcionar cuando rebasa, - el tirante propuesto de un 1:00 mts. otra estructura que se - implicaba mucho con esto en la de la conexión en serie que - consiste de un tubo de 12" Ø el cual estaba conectado en la - parte norte del canal es su parte inferior, aparte contaba con una llave de regulación para dar salida al agua del canal ó simplemente dejarlo funcionando en serie.

DISTRIBUCION DE EQUIPOS DE LLENADO Y VACIADO.

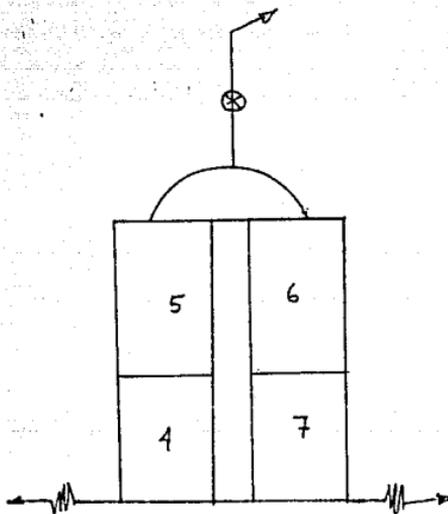
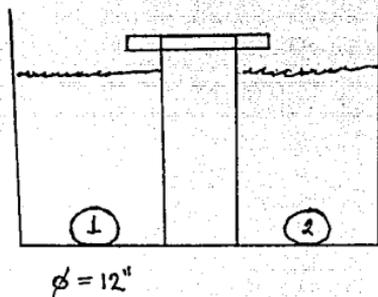
BE BOMBA ENTRADA
BS BOMBA SALIDA
TR TANQUE REGULADOR.
TN TANQUE NUTRIENTES

FIG. 3



En esta figura se pueden apreciar que las bombas de entrada toman el agua de la planta de tratamiento antes de entrar a la parte de --- clorificación lo que se puede decir que es una agua tratada hasta nivel secundario pero son la clorificación que distingue a esta agua.

De igual forma se puede decir que el agua se elimina hacia su cauce original pero con el pulimiento que le da el lirio.



Por medio de esta conexión se podrá tener a los canales en serie y si es necesario vaciarlos se podrá hacer que el agua que sale regresara al proceso de estabilización de la planta esta conexión fue hecha por gente de la D.G.C.O.H. de la planta del Cerro de la Estrella.

Por último se tiene el tanque de Nutrientes que era por el cual se podía aplicar diferentes tipos de Nutrientes o Vitaminas que necesitara en el proceso de estudio, la capacidad es de 50 lts. con una conexión de oxigenación ya que los nutrientes había ocasiones que se tenían que disolver con el agua y necesitaron de oxígeno.

Se podría decir que esto es un panorama general de las instalaciones y estructuras que se necesitaron para el funcionamiento de experimento.

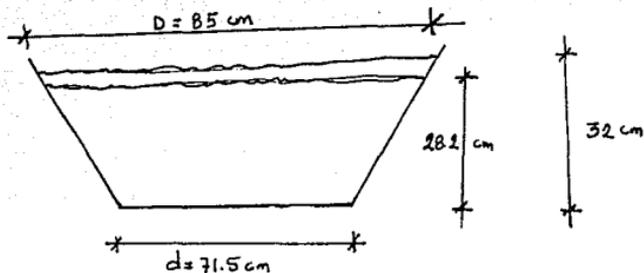
TRASLADO Y ACEPTACION DEL LIRIO A LOS CANALES

El proceso se basa en el traslado del (EICHHORNIA CRASSIPES) tomando de los canales de Xochimilco a los canales designados en la planta de tratamiento del Cerro de la Estrella. Este proceso fue hecho por personal de la D.G.C.O.H. y consistio en seleccionar diferentes tipos de tamaño del lirio, aproximadamente se recolectaron cerca de 2500 ejemplares de diferentes partes del canal y después fueron llevados a la planta, en donde los Biólogos de la Unidad Departamental Potabilización Tratamiento y Reuso procedieron al pesaje distribución y contabilización del lirio en forma ordenada., para tener un control exacto de la población del lirio y poder seleccionar la cantidad necesaria que se pretende utilizar en cada uno de los procesos a seguir en la parte experimental, también se puede decir que con esta se podía hacer una rapida distribución del lirio ya que se empleo un método llamado de muestreo que consistio en hacer un muestreador de un tamaño determinado con el cuál se podía saber aproximadamente que cantidad de lirio había en una cámara, este procedimiento consistía en sumergir el muestreador y tratar de sacarlo lo más lleno posible de esta forma se procedia al escurrimiento del lirio extraido y después a su pesaje al conteo para determinar por medio de expresiones la cantidad que se sacaba cada vez que se sumergia el muestreador

Aproximadamente se dejó un tiempo de adaptación de 15 días en los canales después del canal se procedió a verificar - como crecía y se distribuía tomando como base que se tenía una referencia de la revista biósfera en la cual se menciona un estudio hecho por la Comisión del Lago de Texcoco el cual a través de expresiones matemáticas indica como tiene su - desarrollo poblacional el lirio. A continuación se muestra el estudio y en que varía con el realizado en este tiempo - que se pueda observar al lirio en su etapa de adaptación y - crecimiento.

Durante el tiempo de adaptación que fué aproximadamente de 15 días se pudo realizar el siguiente estudio.

Primero se trato de determinar la velocidad con que se reproduce el lirio acuático, pero no se pudo concluir una formula o expresión determinada ya que en esta etapa se esta procediendo a la distribución ordenada y clasificada del canal - por lo cual se separo el lirio en 4 tinas tenían las siguientes características.



CON UNA AREA DE BORDE

$$A_s = \pi D^2 / 4 = 3.1416 \frac{(.834)^2}{4} = .55 \text{ m}^2$$

En estos reactores se determinarán diferentes estudios como; muestreo de tejido vegetal, medición de evapotranspiración, medición de temperatura, determinación de peso húmedo número de individuos, tiempo de retención y cálculo de remoción.

Para esta experimentación se tomarán volúmenes determinados en los reactores 1, 2, 3 los cuales fueron especificados por la gente D.G.C.O.H. y que son los siguientes:

- . 4 Litros para análisis general, colectado en botellas de plástico.
- . 1 Litro para metales pesados.
- . 1 Litro para grasas y aceites colectado en botella de vidrio.
- . 125 ml. para análisis bacteriológicos en frascos esterilizados.

En todas estas muestras se tenía que incluir en los frascos los siguientes datos; lugar de muestreo, fecha de muestreo, tipo de muestreo, número de folio y no podía pasar un tiempo mayor de 3 hrs. desde que se tomaba la muestra hasta llegar al laboratorio central de la D.G.C.O.H., con esto se eliminaba toda posibilidad de utilizar métodos de preservación de muestras.

Se tiene que mencionar que después de las tomas de muestra más lo evapotraspirado se recuperara a cada reactor para mantener el volúmen necesario o designado, ya que este era de 131.31 L. 6 de un tirante de 28.2 cm.

El muestreo de tejido vegetal consistió primero en determinar el peso húmido y el conteo de individuos de la parte central de cada reactor, después tomando un lirio y/o introduciendolo en una bolsa de polietileno que era etiquetada y trasladada a la D.G.C.O.H. para su análisis con un tiempo no mayor de 6 hrs. desde la toma de muestra hasta llegar al laboratorio.

En este muestreo se podía obtener los diferentes tipos de tejido vegetal que presentará cada lirio según su tamaño y edad.

Para el proceso de evapotranspiración se tenía que tomar en cuenta la determinación de la variación con el tiempo de volúmen de agua contenida en los reactores. Para esto se hizo una relación tirante volúmen, para la determinación del tirante se hacía por medio de una regla graduada, estos reportes se podían presentar de la siguiente forma $l/hr.$ o en algunos casos $l/hr/g \text{ lirio}/m^2$.

Respecto a la medición de las temperaturas se efectuaron por medio de un termómetro y un psicómetro, el cuál servía para obtener la temperatura del bulbo seco y del bulbo húmedo.

Para la determinación de peso y número de individuos se procedió a lo siguiente:

- Sacar la planta del seno del liquido
- Permitir un escurrimiento durante 15 minutos
- Pesar al individuo y cuantificar el peso del total de la población dividida en porciones convenientes para no sobrepasar la capacidad de la charola 6 muestreador.

Dentro del proceso se pudo obtener la retención en el lecho del lirio acuático, la cual se expresa de la sig. forma:

$$V \times \rho = X_i P (2^{t/TG} - 1) \frac{1}{X_o i - X_s i}$$

X_i = Concentración del elemento y en el lirio acuático

P = Densidad del lirio por área.

T = Tiempo entre 2 cosechas sucesivas.

$X_o i$ = Concentración del elemento y en el influente

TG = Tiempo de duplicación celular.

$X_s i$ = Concentración del elemento y en el efluente.

θ = Tiempo de retención.

El elemento i es variable según el tipo de estudio que se realice, esta expresión fue obtenida por M.C. Mirna Borja de la U.D.P.T.R. UNIDAD DEPARTAMENTAL DE POTABILIZACIÓN TRATAMIENTO Y REUSO.

De igual forma se obtuvo el cálculo de la tasa de remoción se aplicarán la siguiente ecuación:

TASA DE REMOCION
(mg./l/ dia)

TASA DE ABSORCION
(g/m²/ dia)

$$\frac{C_i - C_f}{Dt}$$

$$\left(\frac{P_f T_f}{100} - \frac{P_i T_i}{100} \right) / Dt$$

C_i, C_f Concentraciones del parametro al inicio y final, después de cierto tiempo de retención respectivamente.

P_i, P_f Peso seco del lirio al inicio y final del período respectivamente.

$T_i; T_f$ % en peso seco al inicio y fin del período de tiempo.

Dt Incremento de tiempo ó tiempo de retención.

$$L_0, 2 L_0, 2^2 L_0, \dots, 2^n L_0 \quad (1)$$

$$n = 0, n=1, n=2, \dots, n=n$$

n= Número de generaciones

L₀= Cantidad inicial de lirio

Esto significa, si L es la masa en la generación n para una n cualquiera y mayor de cero, será:

$$L = 2^n L_0 \quad n > 0 \quad (2)$$

n será también la razón entre el tiempo (T) que dura el experimento y el tiempo que dura cada generación.

$$L = 2^{T/TG} L_0 \quad (3)$$

Si p es la masa de lirio por Area al dividir ambos miembros de la ec.3 entre p y denominando a la razón $L_0/p = A_0$ o sea el Area que ocupa el lirio acuático al inicio del experimento se tendrá:

$$\frac{L}{p} = 2^{T/TG} A_0 \quad (4 a)$$

$$L = p A_0 2^{T/TG} \quad (4)$$

p= Densidad del lirio por Area

Ao= Area inicial de lirio

De otro modo la información genética de una célula de cualquier planta asegura que la composición molecular es igual a cualquier otra, a menos que se presenten fenómenos mutagénicos o procesos oncogénicos.

Considerando situaciones normales, la cantidad de un elemento i cualquiera, que el lirio acuático posee será:

$$\text{Cant. del elemento i} = p A_n X_i 2^{T/TG} \quad (5)$$

Xi= cantidad del elemento i por peso de lirio acuático base húmedo.

Si dentro de una laguna cualquiera se cosecha tan pronto se llena esta, de tal forma que se cosecha hasta tener un área inicial - Ao y al tener el crecimiento se tenga un área final (A) donde:

$$\text{Area cosechada} = A = A_o = A_o 2^{T/TG} - A_o = A_o (2^{T/TG} - 1) \quad (6)$$

$$\text{Masa cosechada} = p A_o (2^{T/TG} - 1) \quad (7)$$

Y la cantidad del elemento i extraído por cosecha, será:

Cantidad de i extraída por el lirio acuático = $Xip A_o (2T/EG - 1)$ (8)

Si dentro de este sistema consideramos una entrada de flujo y una salida, con constancia tendremos el siguiente balance de agua:

Influente-Efluente - (Evaporación neta instantánea en el área sin lirio) - Evaporación neta por área de lirio por factor de transpiración) = 0

$$F - F_s \left[\left(\frac{dEv}{dt} + \frac{dP}{dt} \right) (A - A_o) \right] - \left[\left(\frac{dEv}{dt} - \frac{dP}{dt} \right) A_o \right] \delta = 0 \quad (9)$$

F = Flujo influente

F_s = Flujo efluente

$\frac{dEv}{dt}$ = Velocidad instantánea de evaporación

$$\frac{dEv}{dt} < 0$$

$\frac{dP}{dt}$ = Velocidad instantánea de precipitación

Simplificando la ecuación 9 se tendrá:

$$F - F_s = \left[\left(\frac{dE_v}{dt} + \frac{dP}{dt} \right) \cdot A_o \cdot \left(-1 - \frac{A}{A_o} = \gamma \right) \right] \quad (10)$$

En un flujo grande para un área pequeña se tendrá:

$$\left(\frac{dE_v}{dt} + \frac{dP}{dt} \right) \approx 0 \quad (11)$$

(12)

donde:

$$F = F_s$$

Efectuando un balance de masa para el elemento i, considerando una entrada X_o^i i en el influente y una salida X_s para este sistema de lirio acuático, sera:

Entrada de nutriente i - Salida de nutriente i - Extracción por Crecimiento =)

$$F(X_o^i - X_s) = X_i \cdot A_o \cdot (2 \cdot T/TG - 1) / t_i \quad (13)$$

X_o^i = Composición del elemento i en la entrada

X_s = Composición del elemento en la salida.

Denominando F/A_0 como la velocidad de retención sobre el lecho del lirio (VH) tendremos:

$$V \textcircled{H} = X_{in} (2^{T/TG} - 1) \left[\frac{1}{(X_0 \cdot i - X_{si})} \right] / r \quad (14)$$

VH = Velocidad de retención sobre un lecho de lirio acuático.

Cuando se quiere utilizar esta ecuación resultan algunas dificultades como:

- a) El tiempo de duplicación celular, es función del nitrógeno y de la temperatura ambiente.

$$TG \textcircled{f} (\text{nitrógeno, temperatura}) \quad (15)$$

- b) En grandes sistemas (mayores de 2000 m^2) o' con flujo pequeño (menor de 1 lt/seg) la evapotranspiración llega a ser significativa y es necesario agregar un nuevo monomio en la ec. 14 dando lo siguiente:

$$V \textcircled{H} = X_{ip} (2^{T/TG} - 1) \frac{1}{(X_0 \cdot i - X_{si})} \quad (16)$$

$$\left[\left(\frac{dEv}{dt} + \frac{dP}{dt} \right) A_0 \left(\gamma + \frac{A}{A_0} - 1 \right) \right] X_{si}$$

c) Cuando el sistema este localizado en terrenos donde la concentración de solutos es grande, puede presentarse el fenómeno de disolución, que consiste básicamente en que - la velocidad de disolución depende de la concentración - del soluto en la entrada:

$$\frac{dX_{oi}}{dt} = X_{oi} B \quad (17)$$

B = Constante de proporcionalidad

X_{oi} = Concentración de i en el tiempo cero

X_{o i} = Concentración de i en el tiempo de retención
o en otro modo:

$$X_{o i} = e^{-B H} X_{oi} \quad (18)$$

Modificando la ec. 16 para estas condiciones se tiene:

$$V(H) \frac{X_{ip} A_o (2^{T/G} - 1)}{(X_{OI} (e^{-BH}) - X_{si})} \quad (19)$$

$$\left[\left(\frac{dEv}{dt} + \frac{dP}{dt} \right) A_o \left(\gamma + \frac{A}{A_o} - 1 \right) \right] X_{si}$$

Para el caso de que el soluto i sea insoluble o la concentración en el terreno muy pequeña y/o en el mejor de los casos que exista una membrana impermeable en el beta será cero.

d) Aunque se considera la densidad por Area constante, debido a fenómenos del metabolismo vegetal, tal como la presencia de ácido abscísico en el ápice de la hoja que produce elongación de los pecíolos y las formas de dominancia apical que invita a la planta a aumentar su altura, ρ no es constante pero en períodos cortos de cosecha sí exhibe constancia estadística.

e) Cuando existe dentro de la población tendencias a la monoclonación y una cosecha a intervalos constantes se puede decir que el producto $X_i \rho A_o (2^{T/T_G} - 1)$ es constante y cuando $(X_o' - X_{si})$ es pequeño se puede decir lo mismo de

$$\left[\left(\frac{dE_v}{dt'} + \frac{dP}{dt} \right) A_o \left(\rho + \frac{A}{A_o} - 1 \right) \right]$$

con lo que la ec. 19 queda:

$$V \textcircled{ii} = \frac{AL}{E \textcircled{ii}} + M_m \dots \quad (20)$$

$$(X_{oi} - X_{si})$$

donde AL y Mm son constantes.

f) Puede suceder que al incrementarse la concentración salina de agua ambiente, se presente floración inducida, asimismo un incremento sustantivo en la composición debido al "consumo de lujo" con posterior almacenamiento.

Todos estos puntos están indicados en:

Sodio, potasio, boratos, sulfatos, cloruros, sólidos disueltos totales y conductividad eléctrica, plomo, cobre, zinc y hierro.

Y en los siguientes iones:

Calcio, magnesio, fosfatos, nitrógeno en todas sus formas, arsénio, selenio y plata.

Aunque hay disminución ésta no se le adjudica del todo al lirio acuático.

De todas formas basta hacer un análisis de ceniza para saber que elementos tiene ingerencia el lirio y entre mayor sea la cantidad mayor sea el poder desionizante.

OPERACION

Para comprobar todo lo expuesto se construyeron 4 lagunas facultativas de 2000 m² con un flujo de 6 a 12 litros/seg durante 6 a 8 horas inyectado mediante una motobomba, resultando un tiempo total de aproximadamente 32 días de tiempo de retención hidráulico, con un tirante de 1 m y muestreo cada 4 días aproximadamente, la primera laguna cubierta de lirio acuático al 50% y la segunda al 25% las demás desnudas.

Utilizando aguas residuales crudas tamizadas (.001 m de luz), se obtienen las siguientes eficiencias (ver en tabla 1).

En el caso del sodio, potasio, cloruros y otros iones, por encontrarse en grandes cantidades en el suelo, la velocidad de disolución fue mayor que la desionización, pero de no haber semejantes concentraciones de soluto en el terreno en teoría, las eficiencias de remoción hubiesen sido mayores del 50% en concentraciones superiores de 500 mg/litro.

RANGOS DE OPERACION

Se ha encontrado que el lirio acuático crece en un rango de Conductividad Eléctrica menor de 2500 mhos-cm (2500 mg/litro de Sólidos disueltos totales aproximadamente con 700 mg/litro de sodio y que en casi todos los casos la ausencia de nitrógeno (concentraciones menores de 1 mg/litro y temperaturas menores de 10° C, detiene el crecimiento.

Se puede operar con valores de conductividad eléctrica mayores utilizando recirculación, además de agregar sales de calcio, hierro y manganeso.

USOS POSIBLES DEL LIRIO ACUÁTICO

a) Desionizante en Lagos

Además de desionizante, el lirio acuático ofrece la propiedad de disminuir los sólidos sedimentables, pero si no se tiene un programa de cosecha adecuado, puede inhibir la fotosíntesis provocando anoxia y los lirios muertos pueden provocar eutroficación.

b) Potabilizar Aguas

Disminuyendo plomo, plata fluor, conductividad eléctrica y fenoles (actualmente se prueba un prototipo de 5000 litros por día que pretende disminuir la conductividad eléctrica de 2500 mhos-cm. a 500 mhos -cm.).

COSTOS

Parece ser que el mayor costo en el lirio acuático es la cosecha y en lugares donde son endémicos el paludismo y el dengue, el costo social es alto, pero sistemas de 5000 litros/día pueden ser una opción rentable, si la cosecha es una actividad complementaria del medio ambiente o se diseñan métodos de cosecha por medio de peces.

NOMENCLATURA

n = Número de generaciones

L_0 = Masa inicial de Lirio Acuático.

L = Masa de Lirio al tiempo T

TG = Tiempo de duplicación celular

p = Densidad del lirio por área

X_i = Composición de elemento i (en base húmeda) del lirio.

A_0 = Area del lirio acuático al finalizar la cosecha.

A = Area final del lirio.

$X_{o'i}$ = Función de composición del elemento i en el influente.

X_{oi} = Concentración del elemento i en el influente.

X_{si} = Concentración del elemento i en el efluente.

Ⓜ = Tiempo de retención hidráulico.

e = Base de los logaritmos naturales

T = Tiempo entre cosecha y cosecha

$\frac{dEv}{dt}$ = Velocidad de Evaporación instantánea

$\frac{dp}{dt}$ = Velocidad de precipitación instantánea.

γ = Factor de transpiración

b = Constante de proporcionalidad en la disolución.

REALIZACION DEL EXPERIMENTO Y APROVECHAMIENTO

CONDICIONES DEL EXPERIMENTO.- Se dice que una de las condiciones principales del experimento es la calidad del agua con la cual se va a trabajar es por ello que a continuación se presenta un análisis del agua que se compara con el agua requerida por el usuario, se tomará en cuenta que el agua tuvo un tratamiento primario y secundario pero sin la última etapa del método utilizado en la planta que consiste en clorar el agua y como ya se menciona es el paso más costoso del método, a continuación se presenta el análisis del agua antes de entrar en el experimento y la requerido por el usuario.

CALIDAD DEL AGUA ANTES DE ENTRAR AL INFLUENTE

PARAMETRO	Co (mg/l)
1. - N- NH3	15.82
2. - N- T	16.66
3. - P- T	2.14
4. - SDT	538
5. - AQU	39.3
6. - Pb	.052

CALIDAD DEL AGUA REQUERIDA POR EL USUARIO

PARAMETRO	Co (mg/l)
1. - N- NH3	4.27
2. - N-1	7.75
3. - P-T	1.85
4. - SDT	538
5. - DQO	29.6
6. - Pb	.030

Dentro de las condiciones del experimento se convino en mantener un gasto en cada uno de los canales de aproximadamente 54 m^3 y con una alimentación aproximada de 4.1 m^3 por hora, de tal forma que esto propicia un tiempo de retención entre 6 y 8 días - para cada canal, hay que recordar que el tirante utilizado es de un metro.

Dentro de las condiciones del experimento se acordó que el canal 1 y la cámara número 6 del canal 2 tendrán aproximadamente tres horas diarias de inyección de aire en diferentes etapas las cuales serán media hora antes del muestreo del agua, de igual forma hay que decir que se tiene al rededor de 2900 individuos - en el canal 1 y 2400 individuos en el canal 2 repartidos en formas proporcionales en cada una de las cámaras, observándose que en la cámara número 5 y 6 se tiene a los individuos de mayor tamaño de los cuáles se espera tener los resultados más satisfactorios dentro de ésta etapa.

Otra de las condiciones del experimento es la de introducir nutrientes al segundo día de comenzar el experimento, esto será principalmente para tratar de recuperar el estado original del lirio, ya que durante el período de adaptación y conteo sufrirá decoloramiento en sus hojas por el continuo cambio de aguas a las que se someterá, con esto se trata de lograr la recuperación de la concentración mínima de nitrógeno que se tiene en los canales de Xochimilco.

Esta concentración es aproximadamente igual a (10 mg/l de - - N-NH3) para obtenerla se tendrá que administrar los siguientes nutrientes: el triple (nitrogeno, fósforo, y potasio) y el sulfato de amonio del tipo comercial en cantidades predeterminadas - por la unidad departamental de potabilización tratamiento y reuso del agua.

Dentro de las condiciones anteriores se puede mencionar también - que uno de los factores que más influye es el ambiente ya que - nos determina el clima, del cual se toman los siguientes factores: La humedad, la temperatura del aire, la velocidad del viento y - la evapotranspiración.

Teniendo en cuenta lo anterior se llegó a los siguientes expresio- nes para determinar la evapotranspiración en cada canal.

CANAL 1 EV= 4.71 - .046 HR.

CANAL 2 EV= 18.15 - .182 HR.

De igual forma se obtuvo la ecuación para obtener la humedad rela- tiva (HR).

HR = 99.63 - 122.12 (TBS - TBH)

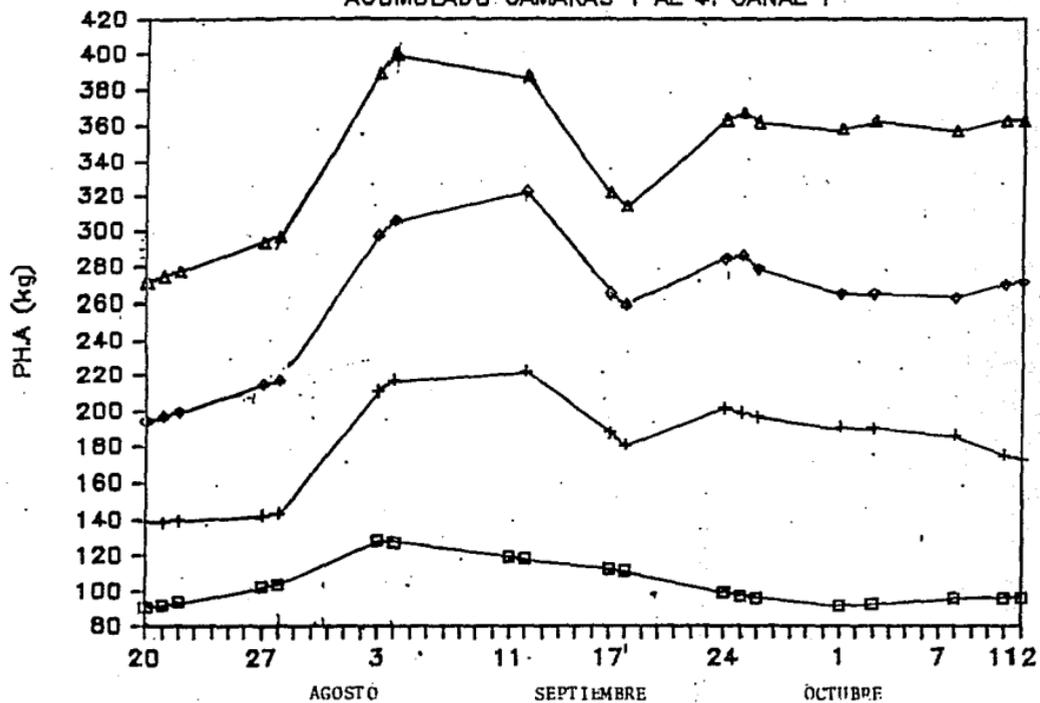
TBS

Referente a la temperatura se pudo observar que según las referencias el lirio mantiene su óptimo desarrollo y funcionamiento a temperaturas entre los 22° y 35° , en el caso de este experimento se pudo comprobar que la temperatura a la que se estuvo trabajando fue entre los 14° y 18° lo cual se estuvo trabajando en condiciones adversas.

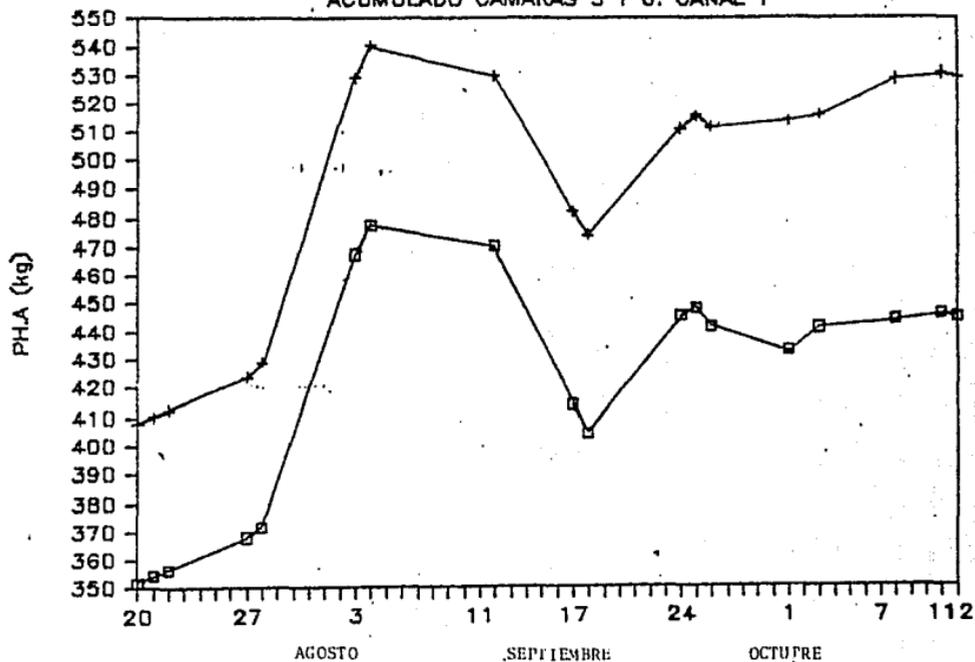
Referente a la velocidad del viento no fué de mucha importancia ya que el viento predominante era de Norte a Sur y por la ubicación de los canales no influyó en el experimento.

En las siguientes tablas se presenta la variación del peso húmedo acumulado en cada una de las cámaras donde se puede observar la diferencia de el peso a través del tiempo y de igual forma que en las cámaras 5 y 6 se presentan los porcentajes más altos ya que en ellos se encontraban los individuos de mayor tamaño, se puede ver que no se tomaron muestras en la cámara No. 10 por ser la cámara donde se extraían los exedentes del agua.

VARIACION DE PESO HUMEDO ACUMULADO. CAMARAS 1 AL 4, CANAL 1

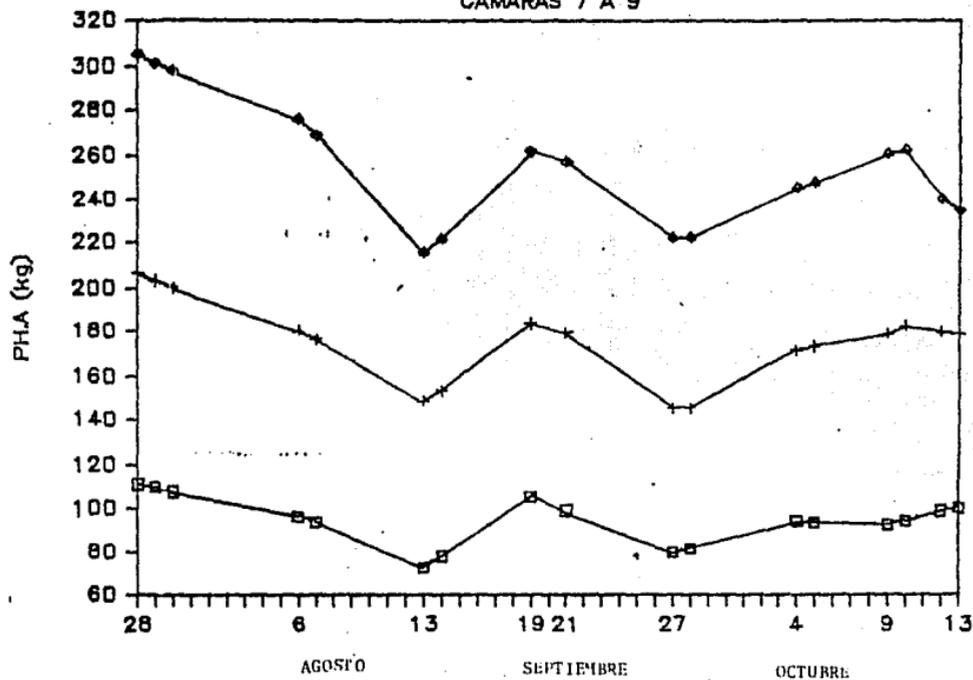


VARIACION DE PESO HUMEDO ACUMULADO CAMARAS 5 Y 6. CANAL 1



VARIACION DE PESO ACUMULADO

CAMARAS 7 A 9



CINEMATICA DE REMOCION.- Después de un largo estudio por parte Unidad Departamental Potabilización Tratamiento y Reuso, se pudo obtener que la cinemática de remoción es igual a la --
 MASA QUE ENTRA = MASA QUE SE REMUEVE + MASA QUE SALE y se -
 podría definir a través de la siguiente ecuación.

$$Q_i C_i = V \frac{dc}{dt} + Q_e C_e$$

Q_e, Q_i = Flujo effluente y/o influente respectivamente (l/d)

C_e, C_i = Concentración de salida y entrada respectivamente (mg/l)

$\frac{dc}{dt}$ = Velocidad de remoción de un material específico (g/l/d)

V = Volumen de control, en este caso una porción menor o igual al volumen total.

A través de los estudios realizados se observa que la magnitud de la evapotranspiración se encuentra entre .48 a 2.09 l/d/Kg.

A continuación se proporciona en la siguiente tabla la relación de la temperatura entre el bulbo seco, bulbo húmedo y temperatura del agua.

TEMPERATURA.

EXPERIMENTACION CONTINUA EN CANALES

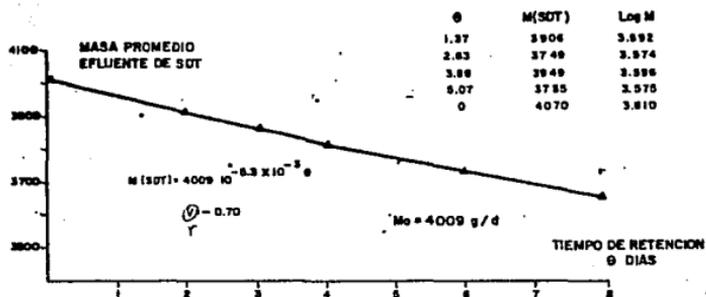
PROYECTO: PULIMIENTO DE AGUA TRATADA MEDIANTE LIRIO ACUATICO.

TEMPERATURA (C)		(C REACTOR		TEMPERATURA DEL AGUA			
FECHA	HORA	BULBO SECO	BULBO HUMEDO	1	2	3	4
31-9-87	8:30	11.5	8.0				
3-10-87	9:40	20.0	16.0				
5-10-87	8:00	17.0	14.0				
6-10-87	8:30	18.0	13.0				
7-10-87	9:00	16.0	13.0				
10-10-87	8:45	16.0	12.0				
11-10-87	9:00	14.0	11.0				
12-10-87	9:15	16.0	13.0	14.1	15.0	15.0	15.0
13-10-87	9:30	16.0	14.0	15.0	15.0	15.0	15.0
14-10-87	9:00	11.0	13.0	12.0	12.0	12.5	12.0
17-10-87	9:00	20.0	15.0	15.5	15.5	15.5	15.5
18-10-87	9:00	17.0	11.0	15.0	15.0	14.5	13.0
19-10-87	9:45	19.0	13.0	15.0	15.0	15.0	14.5
21-10-87	9:15	13.0	10.0	12.0	12.0	12.0	11.5
24-10-87	8:00	11.0	13.0	17.0	17.0	17.0	16.5
25-10-87	8:00	14.0	12.0	14.0	14.0	14.0	13.0
27-10-87	10:00	17.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
28-10-87	9:00	9.0	6.0	10.0	11.0	11.0	10.0
1-11-87	8:30	11.0	10.3	12.0	12.0	12.0	12.0
2-11-87	9:30	19.0	13.0	15.0	16.0	16.0	16.0
3-11-87	8:15	14.0	12.0	14.0	14.0	14.0	14.0
4-11-87	9:45	15.0	12.0	10.5	10.5	10.5	10.5
5-11-87	9:00	12.0	11.0	12.0	12.0	12.0	12.0
8-11-87	9:00	13.5	11.4	12.0	12.0	12.0	12.0
9-11-87	9:00	14.5	9.5	11.0	11.0	11.0	11.0
10-11-87	9:30	17.5	12.0	11.0	11.0	11.0	11.0
11-11-87	9:30	16.5	12.5	12.0	12.0	12.0	12.0
12-11-87	9:00	11.3	10.3	11.0	11.0	11.0	11.0

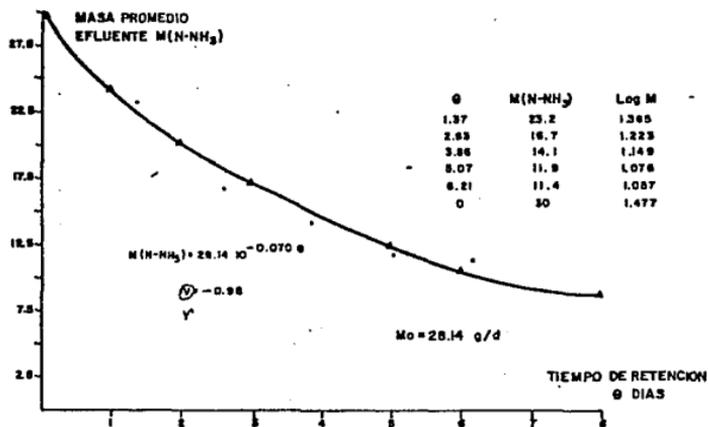
En las siguientes tablas se aprecia las estimaciones de las masas y los parámetros de cada una de las cámaras:

Sólidos disueltos totales (SDT), Nitrógeno, Amónico ($N-NH_3$)
Nitrógeno total (NT), Fósforo total (PT), demanda Química -
de Oxígeno (DQO) y plomo (PB).

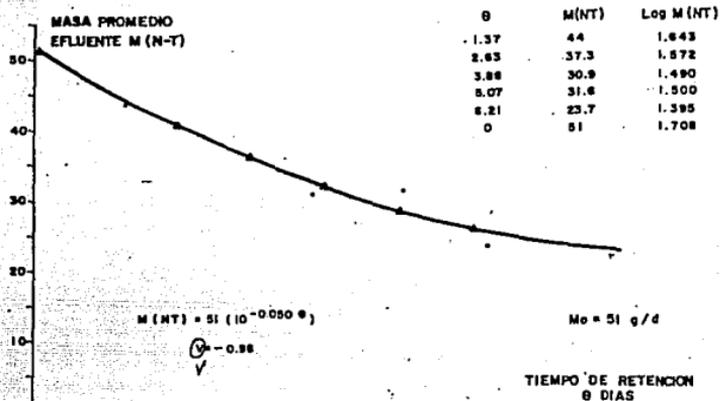
ESTIMACION DE LA MASA INICIAL (M₀) DE SOLIDOS
DISUELTOS TOTALES (SDT)



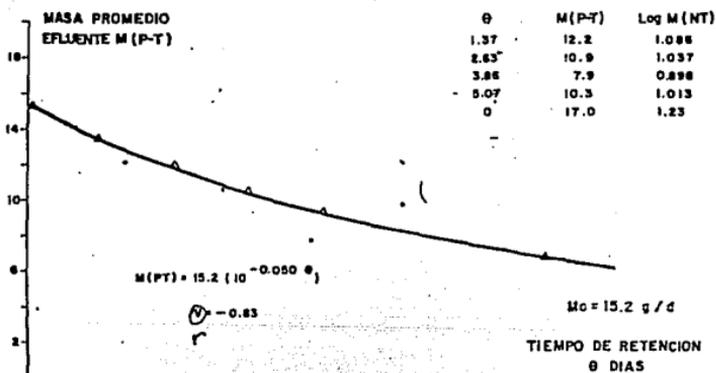
ESTIMACION DE LA MASA INICIAL (M₀) DE NITROGENO AMONIAICAL (N-NH₃)



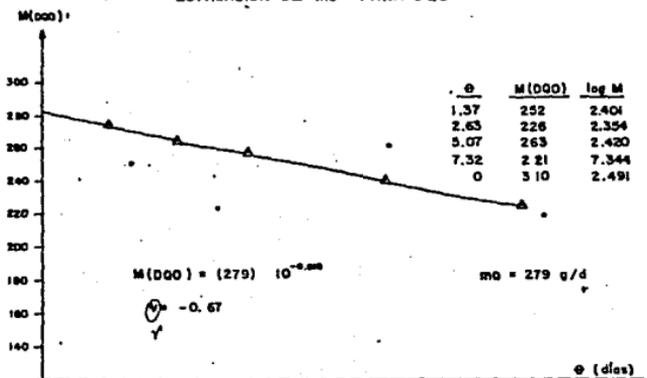
ESTIMACION DE LA MASA INICIAL (MO) DE
NITROGENO TOTAL



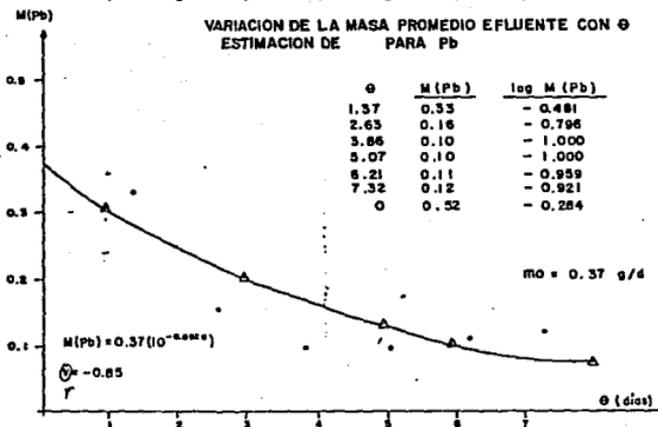
VARIACION DE LA MASA INICIAL (MO) DE FOSFORO TOTAL (p-T)



VARIACION DE LA MASA PROMEDIO EFLUENTE CON θ
ESTIMACION DE m_0 PARA DQO



VARIACION DE LA MASA PROMEDIO EFLUENTE CON θ
ESTIMACION DE m_0 PARA Pb



De igual forma se presenta una tabla donde se observa el flujo promedio en los canales y el flujo influente, incluye flujo de alimentación del tanque de regulación y el flujo de nutrientes el cual es igual a 0.07 l/min.

FLUJO PROMEDIO EN LOS CANALES

FECHA	FLUJO INFLUENTE		FLUJO EFLUENTE		FLUJO INFLUENTE		PROMEDIO EFLUENTE	
	CANAL 1	CANAL 2	CANAL 1	CANAL 2	CANAL 1	CANAL 2	CANAL 1	CANAL 2
20-10-87	5.83							
21-10-87	5.67		5.74					
22-10-87	5.57		5.60					
23-10-87	5.15	6.07	3.00					
25-10-87	5.32	4.57	4.00		5.54	5.32	4.59	
27-10-87	4.74	4.74*	3.50	3.00				
28-10-87	5.20	5.20	4.33	4.83				
29-10-87	5.57	5.40	5.50	3.00				
30-10-87	5.57	5.45	6.80	7.67				
31-10-87	5.74	5.90	4.33	4.13	5.36	5.34	4.89	4.53
3-11-87	5.57	5.07	6.30	3.75				
4-11-87	5.57	5.57	5.00	5.00				
5-11-87	5.82	5.67	5.00	3.75				
6-11-87	5.90	5.74	4.33	4.67				
7-11-87	5.57	4.57	4.50	4.75	5.69	5.32	5.03	4.38
10-11-87	5.57	6.07	4.75	5.15				
11-11-87	6.07	6.07	4.00	2.00				
12-11-87	5.82	6.07	5.63	4.95				
13-11-87	6.07	6.07	5.60	4.83				
14-11-87	6.07	6.07	4.77	4.00	5.92	6.07	4.95	4.19
17-11-87	6.07	6.07	5.33	3.43				
18-11-87	6.07	6.07	6.33	4.43				
19-11-87	6.07	6.07	6.33	4.67				
21-11-87	6.07	6.07	4.33	4.33				
24-11-87	6.07	6.07	6.00	2.50	6.07	6.07	5.66	3.97
25-11-87	6.07	6.07	7.00	2.00				
26-11-87	6.07	6.07	5.00	3.43				
27-11-87	6.07	6.07	4.50	2.00				
28-11-87	6.07	6.07	6.33	3.10	6.07	6.07	5.71	2.63
1-12-87	6.07	6.07	8.33	4.00				
2-12-87	6.07	6.07	5.00	3.00				
3-12-87	6.07	6.07	5.00	3.00				
4-12-87	6.07	6.07	5.67	3.33				
5-12-87	6.07	6.07	5.50	3.00	6.07	6.07	5.90	3.27
8-12-87	6.07	6.07	5.00	5.40				
9-12-87	6.07	6.07	5.67	2.00				
10-12-87	6.07	6.07	7.67	5.33				
11-12-87	6.07	6.07	7.00	3.00				
12-12-87	6.07	6.07	5.00	2.50	6.07	6.07	6.07	3.65
PROMEDIO	5.84							
0 PROMEDIO	6.26							

NOTAS: El flujo influente incluye flujo de alimentacion del tanque de regulacion y el flujo de nutrientes el cual es igual a 0.07 l/min

En esta tabla se presenta el peso promedio del lirio de los -
canales.

PESO PROMEDIO DEL LIRIO DE LOS CANALES 1 Y 2

FECHA	PESO CANAL 1		PESO CANAL 2		PESO PROMEDIO	
	PH(Kg/m2)	PH.A(kg)	PH(kg/m2)	PH.A(kg)	CANAL 1	CANAL 2
20-10-87	7.98	408				
21-10-87	7.92	410				
22-10-87	7.98	413				
23-10-87	8.04	416				
25-10-87	8.21	425			414	
27-10-87	8.19	424	10.55	546		
28-10-87	8.29	429	10.40	538		
29-10-87	8.58	444	10.32	534		
30-10-87	8.89	460	10.24	530		
31-10-87	9.28	480	10.16	526	447	536
3-11-87	10.24	530	9.93	514		
4-11-87	10.43	540	9.86	510		
5-11-87	10.42	539	9.78	506		
6-11-87	10.40	538	9.86	510		
7-11-87	10.36	536	9.60	497	537	507
10-11-87	10.30	533	9.29	481		
11-11-87	10.28	532	9.20	476		
12-11-87	10.24	530	9.10	471		
12-11-87	10.05	520	8.99	465		
14-11-87	9.86	510	9.06	469	5.25	472
17-11-87	9.31	482	9.22	477		
18-11-87	9.16	474	9.28	480		
19-11-87	9.28	480	9.33	483		
21-11-87	9.51	492	9.28	480		
24-11-87	9.86	510	9.16	474	488	479
25-11-87	9.97	516	9.14	473		
26-11-87	9.86	510	9.10	471		
27-11-87	9.89	512	9.08	470		
28-11-87	9.89	512	9.04	468	513	471
1-12-87	9.93	514	9.00	466		
2-12-87	10.05	520	8.99	465		
3-12-87	10.16	526	8.97	464		
4-12-87	10.16	526	8.95	463		
5-12-87	10.18	527	8.97	464	523	464
8-12-87	10.22	529	8.97	464		
9-12-87	10.24	530	8.97	464		
10-12-87	10.28	532	8.93	462		
11-12-87	10.26	531	8.95	463		
12-12-87	10.24	530	8.97	464	530	463

A continuación se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos del agua tomando en cuenta que éstos análisis tienen aproximadamente 45 - pruebas diferentes de las cuáles se tomaron principalmente para este estudio las de Nitrógeno Amonial ($N-NH_3$), Nitrógeno Total (NT), Fosfóro total (PT), Solidos disueltos totales (SDT), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Plomo (Pb).

Ya que con los parámetros anteriores se puede obtener la calidad del agua que se pretende utilizar y también vale la pena mencionar que de aquí se obtendrá la tabla con la cual se comparará la calidad del agua del influente con la calidad del agua requerida para poder concluir si efectivamente el tratamiento con lirio acuático en aguas residuales es eficiente o no.

RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS DE AGUA. EXPERIMENTACION CONTINUA EN CANALES. PROYECTO: "PULIEMIENTO DE AGUA TRATADA MEDIANTE LIRIO ACUATICO".

SITIO DE MUESTREO: INFLUENTE

FECHA DE MUESTREO 20/10/87 21/10/87 22/10/87 23/10/87 24/10/87

PARAMETRO	20/10/87	21/10/87	22/10/87	23/10/87	24/10/87
Flujo Promedio (l min.)	5.5	5.0	4.72	4.66	4.78
Tiempo retención (días)	6.65	7.31	7.75	7.85	7.65
pH (unidades)	8.05	7.6	7.9	8.06	7.98
Color (unidades Pt/Co)	25	25	30	35	35
Turbidez (UTN)	1.4	1.9	2.9	2.4	1.3
Alc. Tot. (mg/1CaCO3)	208	107	201	190	200
Alc. Fenof. (")					
Dureza Tot. (")		194	193	202	178
Cond. Elec. (umhos/cm)	720	735	740	700	780
Cloruros (mg/l)	54	53	52.4	54	63
Boro	0.8				
Sol. Tot.	522	596	536	505	554
Sol.Tot. Fijos (mg/l)	428	472	426	406	462
Sol. Dis. Tot.	519	591	526	496	533
Sol. Susp. Tot.	3	5	10	10	21
N-NH3	23.2	22.8	22.6	2.5	7.4
N Total	4.4	4.0	4.1	3.7	8.4
Fosforo Total	3.0	2.8			
PO4 Tot.	9.1	8.6			
Calcio Total	38.34	36.32	32.35	35.35	34.21
Magnesio Total	23.27	25.05	27.17	27.55	22.50
Sodio Total	94.00	90.50	85.00	79.000	109.16
Potasio Total	14.28	17.00	18.45	15.82	10.26
Hierro Soluble	ND	ND	0.05	0.05	ND
Manganeso Sol	ND	ND	ND	ND	ND
Plomo Soluble	ND	ND	ND	ND	ND
Cadmio soluble	ND	ND	ND	ND	ND
Mercurio soluble	ND	ND	ND	ND	ND
Arsénico	10E-04	12E-04	7.6E-04	7.8E-4	ND
Cromo	ND	ND	ND	ND	ND
Hierro Total	0.05	0.15	0.323	0.19	0.05
Manganeso total	0.04	ND	0.05	0.04	0.02
Plomo total	ND	ND	ND	ND	ND
Cadmio total	ND	ND	ND	ND	ND
Mercurio total	ND	ND	ND	ND	ND
Arsénico	10E-04	18E-04	12E-4	12E-4	18E-4
Cromo total	0	ND	ND	ND	ND
Coliforme Tot. (NMP/100ml.)	93000	110000	110000	240000	240000
DB05 soluble (mg/l)	3.1	1.4	1.0	1.2	1.7
OQ0 (mg/l)	23.8	34	23.9	30.1	34.7
Gresas y Aceites	13.0	3.4	ND	111	ND
SAAM	2.9	1.6			
Nitratos	5.7	5.6			
Nitritos	0.065	0.1			
Colif. fecales (NMP/100ml.)	93000	110000	46000	93000	23000

RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS DE AGUA. EXPERIMENTACION CONTINUA EN CANALES. PROYECTO: "PULMIENTO DE AGUA TRATADA MEDIANTE LIRIO ACUATICO". (CONTINUACION).

SITIO DE MUESTREO: INFLUENTE

FECHA DE MUESTREO	28/10/87	29/10/87	30/10/87	31/10/87
PARAMETRO				
Flujo Promedio (l min.)				
Tiempo retención (días)				
pH (unidades)	8.22	7.3	8.02	8.22
Color (unidades Pt/Co)	25.5	30.0	30.0	35.0
Turbidez (UNT)	1.0	1.5	1.4	2.2
Alc. Tot. (mg/1CaCO3)	178	137.0	194.0	222.0
Alc. Fenof. (")				
Dureza Tot. (")	182	161.0	153.0	154.0
Cond. Elec. (umhos/cm)	650	660.0	680.0	670.0
Cloruros (mg/l)	52	54.0	52.0	53.0
Boro	NE	NE	NE	NE
Sol. Tot. "	530	502.0	532.0	514.0
Sol. Tot. Fijos (mg/l)	412	388.0	414.0	398.0
Sol. Dis. Tot. "	528	490.0	529.0	505.0
Sol. Susp. Tot. "	2.0	4.0	3.0	9.0
N-NH3	NO	1.5	2.0	4.4
N Total	1.0	2.5	3.2	5.6
Fosforo Total	NE	NE	NE	NE
PO4 Tot.	NE	NE	NE	NE
Calcio Total	31.6	25.14	27.56	27.31
Magnesio Total	25.04	23.86	20.52	20.8
Sodio Total	102.5	82.06	75.50	90.0
Potasio Total	19.82	18.21	14.32	15.34
Hierro Soluble	NO	NO	NO	NO
Manganeso Sol	NO	NO	NO	0.035
Piomo Soluble	NO	NO	NO	NO
Cadmio soluble	NO	NO	NO	NO
Mercurio soluble	NO	NO	NO	NO
Arsénico	9.7E-04	12.0E-04	9.0E-04	6.0E-04
Cromo	NO	NO	NO	NO
Hierro total	0.12	0.057	NO	0.22
Manganeso total	NO	0.02	0.02	0.035
Piomo total	NO	NO	NO	NO
Cadmio total	NO	NO	NO	NO
Mercurio total	NO	NO	5.4E-04	NO
Arsénico	15.0E-04	20.0E-04	17.0E-04	17.0E-04
Cromo total	NO	NO	NO	NO
Coliforme Tot. (NMP/100ml.)	11.0E-05	93.0E-04	24.0E-05	46.0E-04
DBOS soluble (mg/l)	1.0	SM	SM	SM
DQO (mg/l)	19.8		28.1	SM
Grasas y Aceites	94.0	114.0	28.4	
SAAM	NE	NE	NE	NE
Nitratos				
Colif. fecales (NMP/100ml.)	11.0E-05	93E-04	24.0E-05	93.0E-03

RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS DE AGUA. EXPERIMENTACION CONTINUA EN CANALES. PROYECTO: "PULIMENTO DE AGUA TRATADA MEDIANTE LIRIO ACUATICO".(CONTINUACION 2.)

SITIO DE MUESTREO: INFLUENTE

FECHA DE MUESTREO	4/11/87	5/11/87	6/11/87	7/11/87
PARAMETRO				
Flujo Promedio (l min.)				
Tiempo retención (días)				
pH (unidades)	8.47	8.38	7.9	8.11
Color (unidades Pt/Co)	25.0	30.0	25.0	15.0
Turbidez (UTN)	2.1	1.8	0.6	1.6
Alc. Tot. (mg/lCaCO3)	175.0	172.0	184.0	188.0
Alc. Fenof. (")	3.0			
Dureza Tot. (")			157.0	161.0
590d. Elec. (umhos/cm)	570.0	620.0	620.0	
Cloruros (mg/l)	44	47.0	48.0	49.0
Boro " "	NE	NE	NE	
Sol. Tot. "	534.0	516.0	470.0	492.0
Sol.Tot. Fijos (mg/l)	398.0	408.0	358.0	396.0
Sol. Dis. Tot. "	526.3	513.0	466.0	498.0
Sol. Dusp. Tot. "	7.7	3.0	4.0	3.0
N-NH 3 "	2.4	1.7	2.3	3.9
N Total "	4.53	2.9	3.3	5.1
Fosforo Total "	NE	NE	NE	NE
PO4 Tot. "	NE	NE	NE	NE
Calcio Total "			30.16	30.3
Magnesio Total "			19.82	20.78
Sodio Total "			72.71	78.07
Potasio Total "			17.0	17.78
Hierro Soluble "			NO	0.04
Manganeso Sol "			NO	NO
Plomo Soluble "			NO	NO
Cadmio soluble "			NO	NO
Mercurio soluble "			NO	NO
Arsénico " "			51.0E-04	9.1E-04
Cromo " "			NO	NO
Hierro total "			0.00-	0.23
Manganeso total "			NO	NO
Plomo total "			NO	NO
Cadmio total "			NO	NO
Mercurio total "			NO	NO
Arsénico " "			7.8E-04	11.0E-04
Cromo total "			NO	0.022
Coliforme Tot. (NMP/100ml.)	75.0E-03	23.0E-03	93E-03	11E-04
DBOS soluble (mg/l)			1.0	
DQO (mg/l)				
Grasas y Aceites "	30.0	42.7	22.0	23.0
SAMM "	NE	NE	NE	NE
Nitratos "				
Nitritos "				
Colif. fecales (NMP/100ml.)	75.0E-03	23.0E-03	43E0-03	11.0E-04

RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS DE AGUA. EXPERIMENTACION
CONTINUA EN CANALES. PROYECTO: "PULIMIENTO DE AGUA TRATADA
MEDIANTE LIRIO ACUATICO".

SITIO DE MUESTREO: EFLUENTE 1

FECHA Y HORA DE MUESTREO	20/10/87 8:15	21/10/87 8:00	22/10/87 8:45	23/10/87 8:00	24/10/87 8:00
PARAMETRO					
Flujo Promedio (1 min.)					
Tiempo retención (días)					
pH (unidades)	7.93	7.7	8.35	8.15	8.0
Color (unidades Pt/Co)	35	25	35	30	
Turbidez (UTN)	2.4	1.1	1.1	1.2	0.9
Alc. Tot. (mg/1CaCO3)	207	195	190	170	182
Alc. Fenof. (")					
Dureza Tot. (")	185	191	192	200	174
Cond. Elec. (umhos/cm)	690	660	660	660	660
Cloruros (mg/l)	49	50	47.4	49	49
Boro " "	0.79				
Sol. Tot. "	492	500	502	484	486
Sol.Tot. Fijos (mg/l)	388	374	412	390	416
Sol. Dis. Tot. "	490	499	479	475	481
Sol. Dusp. Tot. "	2	1	23	9	5
N-NH 3	5.5	1.7	0.65	ND	ND
N Total	6.6	2.9	1.70	1.2	1.1
Fosforo Total	2.6	2.4			
PO4 Tot. "	0.0	7.3			
Calcio Total	35.25	37.56	33.94	33.86	34.5
Magnesio Total	23.50	23.53	26.05	28.10	21.27
Sodio Total	75.00	82	77.00	86.00	96.33
Potasio Total	13.50	16.28	16.08	17.60	5.27
Hierro Soluble	ND	ND	ND	0.07	ND
Manganeso Sol	ND	ND	ND	ND	ND
Plomo Soluble	ND	ND	ND	ND	ND
Cadmio soluble	ND	ND	ND	ND	ND
Mercurio soluble	ND	ND	ND	ND	ND
Arsénico	12.E-04	12E-04	11E-04	8.3E-04	11E-04
Cromo	ND	ND	ND	ND	ND
Ferro total	ND	0.14	0.176	0.23	0.08
Manganeso total	ND	0.02	0.03	0.04	ND
Plomo total	ND	ND	ND	ND	ND
Cadmio total	ND	ND	ND	ND	ND
Mercurio total	ND	ND	ND	ND	ND
Arsénico	13 E-04	12E-04	11E-04	11E-04	15E-04
Cromo total	ND	ND	ND	ND	ND
Coliformes Tot.(NMP/100ml.)	4300	2300	2400	4600	4600
OBOS soluble (mg/l)	1.1	1.3	2.1	1.4	1.4
DQO (mg/l)	28.1	35.5	30	31.5	34.3
Grasas y Aceites	0.4	6.5	ND	63	9.3
SAAM	3.9	2.5			
Nitratos	2.0	2.8			
Nitritos	0.36	0.68			
Colif. fecales (NMP/100ml.)	900	900	460	4600	430

RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS DE AGUA. EXPERIMENTACION
CONTINUA EN CANALES. PROYECTO: "PULIMIENTO DE AGUA TRATADA
MEDIANTE LIRIO ACUATICO". (CONTINUACION 2.)

SITIO DE MUESTREO: EFLUENTE I

FECHA Y HORA DE MUESTREO	27/10/87	28/10/87	29/10/87	30/10/87	31/10/87
PARAMETRO					
Flujo Promedio (l min.)					
Tiempo retención (días)					
pH (unidades)	8.56	N	8.65	8.51	8.31
Color (unidades Pt/Co)	35	0	30	30	30
Turbidez (UTN)	1.0		0.6	0.8	0.8
Alc. Tot. (mg/1CaCO3)	185	SE	171	169	152
Alc. Fenof. (")					
Dureza Tot. (")	214	T	180	164	172
Cond. Elec. (umhos/cm)	670	R	660	680	750
Cloruros (mg/l)	52	A	56	58	60
Boro		N			
Sol. Tot. "	512	S	534	574	548
Sol. Tot. Fijos (mg/l)	428	P	414	442	426
Sol. Dis. Tot. "	501	0	528	557	545
Sol. Susp. Tot. "	11	R	6.0	17	3
N-NH 3		ND	ND	ND	8.9
N Total	1.0	A	0.9	1.2	9.9
Fosforo Total		R			
PO4 Tot.		0			
Calcio Total	33.40	N	30.62	30.00	31.31
Magnesio Total	31.00		25.11	21.52	22.00
Sodio Total	93.10	M	92.14	79.00	83.50
Potasio Total	18.10	U	20.10	17.75	20.83
Fierro Soluble	ND	E	ND	ND	ND
Manganeso Sol	ND	S	ND	ND	ND
Plomo Soluble	ND	T	ND	ND	ND
Cadmio soluble	ND	R	ND	ND	ND
Mercurio soluble	ND	A	ND	ND	ND
Arsénico	9.7E-04	S	14E-04	10E-04	13E-04
Cromo	ND		ND	ND	ND
Fierro total	ND		0.024	ND	0.05
Manganeso total	ND		ND	ND	ND
Plomo total	ND		ND	ND	ND
Cadmio total	ND		ND	ND	ND
Mercurio total	ND		ND	ND	ND
Arsénico "	15E-04		17E-04	20E-04	20E-04
Cromo total	ND		ND	ND	ND
Coliformes Tot. (NMP/100ml.)	2400			24000	11000
DBO5 soluble (mg/l)	1.0		1.4	1.6	1.4
OQO (mg/l)	32.9		22.3	30.1	27
Gresas y Aceites	4.9			14.5	
SAAM					
Nitratos			8.8	7.6	8.76
Colif. fecales (NMP/100ml.)	2400			24000	2400

RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS DE AGUA, EXPERIMENTACION
CONTINUA EN CANALES, PROYECTO: "PULIMIENTO DE AGUA TRATADA
MEDIANTE LIRIO ACUATICO", (CONTINUACION 2.)

SITIO DE MUESTREO: EFLUENTE 1

FECHA Y HORA DE MUESTREO	3/11/87	4/11/87	5/11/87	6/11/87	7/11/87
PARAMETRO	8:00	8:00	8:00	8:00	8:00
Flujo Promedio (l min.)					
Tiempo retención (días)					
pH (unidades)	7.56	N	8.71	8.3	8.5
Color (unidades Pt/Co)	30	O	30	35	25
Turbidez (UNT)	1.4		1.4	1	1.3
Alc. Tot. (mg/lCaCO3)	164		108	106	110
Alc. Fenof. (")		E			
Dureza Tot. (")	166		160	177	170
Cond. Elec. (unhos/cm)	750	T	690	705	700
Cloruros (mg/l)	63	R	61	58	57
Boro	NE	A	NE	NE	NE
Sol. Tot. "	610	N	606	628	538
Sol. Tot. Fijos (mg/l)	462	S	492	492	420
Sol. Dis. Tot.	606	P	595	620	534
Sol. Dusp. Tot.	4.0	O	11	8	4
N-NH 3	3.25	R	0.3	ND	ND
N Total	4.35	T	1.4	1.3	1.2
Fosforo Total	NE	A	NE	NE	NE
PO4 Tot.	NE	R	NE	NE	NE
Calcio Total	31.6	O	29.64	33.34	32.40
Magnesio Total	21.54	N	21.31	22.81	21.60
Sodio Total	92.0		86.25	85.20	88.64
Potasio Total	29.1	M	24.01	23.30	22.81
Hierro Soluble	0.06	U	0.06	ND	ND
Manganeso Sol	ND	E	ND	ND	ND
Plomo Soluble	ND	S	ND	ND	ND
Cadmio soluble	ND	T	ND	ND	ND
Mercurio soluble	ND	R	ND	ND	ND
Arsénico	16E-04	A	11E-04	7EE-04	12E-04
Cromo	NO	S	NO	NO	NO
Hierro total	0.08		0.06	0.09	0.04
Manganeso total	0.02		ND	ND	ND
Plomo total	ND		ND	ND	ND
Cadmio total	ND		ND	ND	ND
Mercurio total	ND		ND	ND	ND
Arsénico	24E-04		23E-04	18E-04	18E-04
Cromo total	NO		NO	NO	NO
Coliformes Tot. (NMP/100ml.)	24000		9300	45000	900
DBO5 soluble (mg/l)	2.9		ND	1.5	ND
DQO (mg/l)	29.28		40	38.4	55.8
Grasas y Aceites	4.6		21	3.5	61.0
SAAM			NE	NE	NE
Nitratos	11.5		11.9	11.0	13.1
Nitritos					
Colif. fecales (NMP/100ml.)	24000		9300	4300	

RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS DE AGUA. EXPERIMENTACION
CONTINUA EN CANALES. PROYECTO: "PULIMIENTO DE AGUA TRATADA
MEDIANTE LIRIO ACUATICO".

SITIO DE MUESTREO: EFLUENTE 2

FECHA Y HORA DE MUESTREO	27/10/87 9:30	28/10/87	29/10/87	30/10/87	31/12/87
PARAMETRO					
Flujo Promedio (l min.)					
Tiempo retención (días)					
pH (unidades)	8.04	NO	7.9	7.81	7.62
Color (unidades Pt/Co)	30		30	30	30
Turbidez (UTN)	1.6	S	0.9	0.9	0.7
Alc. Tot. (mg/1CaCO3)	200	E	194	191	180
Alc. Fenof. (")					
Dureza Tot. (")	210	E	176	158	174
Cond. Elec. (umhos/cm)	670	N	665	670	830
Cloruros (mg/l)	53	V	54	54	57
Boro		I			
Sol. Tot.	512	A	522	550	636
Sol.Tot. Fijos (mg/l)	430	R	378	420	494
Sol. Dis. Tot.	507	O	517	546	631
Sol. Susp. Tot.	5	N	5	4	5
N-NH 3	0.3		NO	NO	18.4
N Total	1.5	M	0.9	1.1	19.5
Fosforo Total		U			
PO4 Tot.		E			
Calcio Total	31.91	S	29.1	28.32	32.85
Magnesio Total	31.62	T	25.08	21.15	22.31
Sodio Total	97.51	R	92.13	80.0	83.0
Potasio Total	16.83	A	19.60	14.35	17.88
Hierro Soluble	NO	S	NO	NO	NO
Manganeso Sol	NO		NO	NO	NO
Plomo Soluble	NO		NO	NO	NO
Cadmio soluble	NO		NO	NO	NO
Mercurio soluble	NO		NO	NO	NO
Arsénico	9.3E-04		10 E-04	10 E-04	14 E-04
Cromo	NO		NO	NO	NO
Hierro total	0.04		0.056	0.05	0.09
Manganeso total	NO		NO	NO	0.02
Plomo total	NO		NO	NO	NO
Cadmio total	NO		NO	NO	NO
Mercurio total	NO		NO	NO	NO
Arsénico	10 E-04		20 E-04	14 E-04	21 E-04
Cromo total	NO		NO	NO	NO
Coliformes Tot.(NMP/100ml.)	930		2400	11000	24000
DBO5 soluble (mg/l)	1.3		1.5	1.4	1.5
DQD (mg/l)	32.4		23.5	31.3	26
Grasas y Aceites				18.9	
SAAM					
Nitratos			2.8	4.16	6.82
Nitritos					
Colif. fecales (NMP/100ml.)	NE		430	1500	11000

RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS DE AGUA. EXPERIMENTACION
CONTINUA EN CANALES. PROYECTO: "PULIMIENTO DE AGUA TRATADA
MEDIANTE LIRIO ACUATICO".(CONTINUACION 1)

SITIO DE MUESTREO: EFLUENTE 2

FECHA Y HORA DE MUESTREO	3/11/87	4/11/87	5/11/87	6/11/87	7/11/87
PARAMETRO					
Flujo Promedio (l min.)					
Tiempo retención (días)					
pH (unidades)	7.8	NO	8.2	7.8	7.65
Color (unidades Pt/Co)	25.		30	30	25
Turbidez (UTN)	0.9	S	0.8	1.1	1.0
Alc. Tot. (mg/1CaCO3)	118	E	160	116	152
Alc. Fenof. (")					
Dureza Tot. (")	166	T	158	165	159
Cond. Elac. (umhos/cm).	735	R	698	785	685
Cloruros (mg/l)	59	A	56	52	54
Boro	NE	N	NE	NE	NE
Sol. Tot. "	552	S	364	550	510
Sol. Tot. Fijos (mg/l)	450	P	278	388	394
Sol. Dis. Tot. "	550	O	359	546	508
Sol. Susp. Tot. "	1.7	R	5	4	2
N-NH 3	6.56	T	5.5	3.4	5.0
N Total	7.72	A	6.6	4.7	6.6
Fosforo Total	NE	R	NE	NE	NE
PO4 Tot.	NE	O	NE	NE	NE
Calcio Total	30.55	N	29.05	31.80	30.07
Magnesio Total	21.05		20.81	20.81	20.39
Sodio Total	82.50	M	85.16	76.17	82.10
Potasio Total	27.34	U	20.75	17.52	20.78
Hierro Soluble	NO	E	NO	NO	0.04
Manganeso Sol	NO	S	NO	NO	NO
Plomo Soluble	NO	T	NO	NO	NO
Cadmio soluble	NO	R	NO	NO	NO
Mercurio soluble	NO	A	NO	NO	3.9E-04
Arsénico	11 E-04	S	12 E-04	10 E-04	12 E-04
Cromo	NO		NO	NO	NO
Hierro total	0.07		NO	0.07	0.04
Manganeso total	NO		NO	NO	NO
Plomo total	NO		NO	NO	NO
Cadmio total	NO		NO	NO	NO
Mercurio total	NO		NO	NO	5.4E-04
Arsénico	20 E-04		12 E-04	16 E-04	12 E-04
Cromo total	NO		NO	NO	NO
Coliformes Tot. (NMP/100ml.)	4300		43000	9300	24000
DBOS soluble (mg/l)	1.6		1.0	1.0	1.4
DQO (mg/l)	28.3		47.4	38.3	53.4
Grasas y Aceites "	47.7		28.4	4.1	15.7
SAAM			NE		NE
Nitratos			7.7	8.3	7.4
Nitritos	6.2				
Colif. fecales (NMP/100ml.)			4300	400	9300

Como se puede observar el resultado del analisis de la prueba demuestran que el agua tratada, supera los terminos requeridos por el usuario.

CALIDAD DEL AGUA REQUERIDA POR EL USUARIO

PARAMETRO	Co (mg/l)
1.- N-NH ₃	4.27
2.- N-T	7.75
3.- P-T	1.85
4.- SDT	538
5.- DQO	29.6
6.- Pb	.030

CALIDAD DEL AGUA OBTENIDA DESPUES DEL TRATAMIENTO CON LIRIO ACUATICO

PARAMETRO	Co (m/l)
1.- N-NH ₃	3.47
2.- N-T	6.58
3.- P-T	1.54
4.- SDT	457
5.- DQO	27.3
6.- Pb	.028

N O M E N C L A T U R A

N-NH ₃	NITROGENO AMONIAL
N-T	NITROGENO TOTAL
P-T	FOSFORO TOTAL
SDT	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES
DQO	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO
Pb	PLOMO.

CAPITULO IV

CONTROL DEL LIRIO ACUTICO .

Respecto al control del lirio no se tiene mucha información ya que se ha podido observar que todos los estudios que se han encontrado han sido referidos al crecimiento del lirio, a los usos que se le puede dar al lirio ó los beneficios que se puedan obtener, de el pero al tipo de control que se le podría dar.

Se ha podido saber que el metodo más eficiente para el control del lirio ha sido el de la extracción, este metodo consiste en extraer los excedentes de la población mediante un muestreador ó recipiente de los cuales se pueda saber su capacidad de extracción. Esto se puede decir que funciona de la siguiente forma : Saber por medio de las ecuaciones de crecimiento cual es el aumento progresivo atravez del tiempo y teniendo un muestreador con el cual se pueda saber la cantidad de individuos que se puedan extraer, se puede decir que asi se tendria un control de la población existente.

Atraves de información proporcionada por la Delegación de Xochimilco y la D.G.C.O.H., se supo que un método propuesto para tratar de controlar el crecimiento del lirio en los canales de Xochimilco fué el de introducir elefantes marinos ó Manati pensando que con estos animales se iba a tener un control de la población del lirio, se tenia calculado durante los dos primeros años el lirio se iba a mantener en un crecimiento adecuado a la extensión de los canales, pero en realidad se pudo observar que no fue asi ya que los Manatis casi termiron con la población del lirio en seis meses y aparte se supo que estos animales corrieron con mala suerte ya que fueron sacrificados por la población del lugar al ser confundidos con puercos.

Otro método que se pudo saber para controlar el crecimiento desmesurado que tiene el lirio fue el de aplicar cadmio sobre el ya que se sabe que el lirio es un gran retenedor de metales pesados, atraves de la Tesis de la Biologa Ma. Elena Carbajal M. se pudo saber que el cadmio en una determinada cantidad en el lirio no permite su facil proceso de autofecundación con lo cual su crecimiento no es tan acclerado como normalmente lo es.

Por otra parte no se recomienda en el estante de de agua que va ser utilizada el aplicar el cadmio ya que provoca problemas en los diferentes medios de un ecosistema tanto al mismo lugar donde se aplica como a los demás.

Esto se puede explicar de la siguiente manera por ejemplo si la cantidad de cadmio excede .01 m/l para aguas de uso recreativo, conservación de flora y fauna se pone en peligro a todo ser viviente que use cada agua.

En cambio para uso agrícola e industrial se tiene como limite máximo de .005 mg/l.

En esta tesis se observa que para mantener al lirio se tiene que sobrepasar los limites permitidos por lo cual no se recomienda como un buen método para mantener el control del lirio.

Actualmente se realizan estudios biológicos y químicos para tratar de encontrar un método efectivo de controlar el crecimiento del lirio. La mayoría de estos estudios son realizados por los Institutos de Biología y Química.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al término de estas investigaciones se pudo demostrar que es factible utilizar el lirio acuático para tratamiento de efluentes secundarios, aunque cabe señalar que los valores de remoción de material iónico y orgánico difieren de los esperados ya que se muestra una gran superación de estos resultados en comparación de los valores requeridos por el usuario de este tipo de agua.

Se podría decir que los resultados tuvieron una alteración por que durante el período del 10 al 21 de octubre se presentaron lluvias de gran precipitación lo cual alterará las condiciones del agua, por otra parte se puede mencionar que también esta investigación se realizó en una forma muy rápida ya que en las Bibliografías que se consultaron se menciona un rango de temperatura donde el lirio realiza sus funciones mejor, por otra parte también se menciona que el lirio debe ser cosechado en el lugar de la experimentación de lo cual no se pudo realizar por falta de tiempo ya que los canales solo fueron facilitados durante tres meses y medio.

Este tiempo fue relativamente pequeño en comparación al tiempo que menciona la Bibliografía para realizar una experimentación de este tipo ya que simplemente Mc'donal menciona que se tiene que realizar durante un período de once meses para - lograr resultados confiables ya que durante este período se - logra abarcar todas las estaciones del año.

Después de haber conocido los resultados la D.G.C.O.H. propuso a la Delegación de Xochimilco el realizar una investigación - similar pero con una duración de 12 meses, la cual en la actualidad se esta realizando en un canal de Xochimilco, esta investigación tiene como objetivo el de verificar los resultados de esta tesis y proponer en una forma oficial el uso del lirio en las plantas de tratámiento de aguas residuales.

Se recomienda a las autoridades Universitarias el de tratar de proponer más temas de tesis similares a estos ya que aqui se trata de utilizar los recursos naturales para un beneficio de la comunidad, y como se menciona durante las tesis se lograria una reducción económica considerable en los gastos de operación de las plantas de tratámiento del D.D.F.

B I B L I O G R A F I A

Robert S. Kerr - Water Quality Renovation of Animal Waste-Lagoons Utilizing Aquatic Plants. Environmental Protection Agency, 1975, Washington, D.C. USA.

Sherwood C. Reed Robert K Bastiani-Agua culture Systems - for Wastewater Treatment and Engineering Assessment U.S. - - Environmental Protection Agency 1980; Washington D.C. USA.

Wastewater treatment utilizing water Hyacinths (Eichhornia - crassipes) by; Rebecca C. Mc'donald B.C. Wolverton.

Revista biosfera de la Asociación Mexicana contra la contaminación del agua y del aire A.C.

Volúmen V No. 1 Abril 1985.

Tesis para obtener el titulo de Biología Ma. Eloisa Carbajal-Mora.

Tecnicas de defensa del medio ambiente de la UD.P.T.R. de la D.G.C.O.H.