

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA

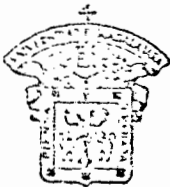


EL LIRIO ACUATICO (*Eichornia crassipes*) BENEFICO O
PERJUDICIAL PARA AGUAS DESTINADAS
A LA AGRICULTURA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
P R E S E N T A
GILDARDO VILLALPANDO IBARRA
GUADALAJARA, JAL. FEBRERO DE 1985



LABORATORIO
BOSQUE LA PRIMAVERA
CENTRO DE DOCUMENTACION
E INFORMACION



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

Septiembre 14, 1984.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

GILDARDO VILLALPANDO IBARRA titulada,

"EL LIRIO ACUATICO *Eichornia crassipes* BENEFICO O PERJUDICIAL PARA
AGUAS DESTINADAS A LA AGRICULTURA."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

BIOL. MAURILIO SOTO ESPINOZA.

ASESOR.

ASESOR

ING. BONIFACIO ZARAZUA CABRERA.

ING. RENE RODRIGUEZ VILLALOBOS.

hlg.

Al entregar este título deberá darse el día y número

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

MANUEL VILLALPANDO OROZCO
MA. GUADALUPE IBARRA DE V.

A MIS HERMANOS

A GABRIELA L.L.

A MIS MAESTROS

A MI ESCUELA

AGRADECIMIENTOS

Al Biólogo Maurilio Soto Espinoza, por la sugerencia del tema, dirección en el desarrollo del mismo y revisión del manuscrito.

Al Ing. René Rodríguez Villalobos, por el asesoramiento y revisión del manuscrito.

Al Ing. Bonifacio Zarazua Cabrera, por el asesoramiento y sugerencias de esta tesis.

Al Dr. Francisco Villalpando Ibarra, por sus valiosos - consejos y revisión de este manuscrito.

A la Secretaría de Pesca Delegación Jalisco por su apoyo para poder hacer posible la elaboración de esta tesis.

Al Laboratorio de Agrología de la S.A.R.H. por su gran ayuda para llevar a cabo los análisis de agua.

A la Ing. Adriana Ma. Cristina Ochoa Ruiz, por su valiosa colaboración en la traducción de artículos del Lirio.

CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
INDICE DE CONTENIDO	III
INDICE DE CUADROS	IV
INDICE DE FIGURAS	V
I INTRODUCCION	1
1 Importancia del estudio	1
2 Objetivo del estudio	1
3 Hipótesis	2
II REVISION DE LITERATURA	3
1 Descripción Botánica	3
2 Producción de Biomasa	4
3 Producción de Lirio	4
4 Crecimiento por estaciones del Lirio	6
5 Características bromatológicas del Lirio	8
III MATERIALES Y METODOS	9
1 Localización Geográfica y Características Climáticas del Sitio Experimental	9
2 Trabajo Experimental	10
2.1 Evaluación del Peso del Lirio	10
2.2 Análisis Químico del Agua	10
2.3 Análisis efectuados por cada Muestra	13
2.4 Material Utilizado	13
IV RESULTADOS Y DISCUSION	14
1 Peso de la biomasa del lirio	14
2 Muestreo de Agua de la presa y de los tanques	17
2.1 Análisis Físico-Químico de potabilidad	17
2.2 Análisis con fines de Riego	19
2.3 Análisis de Metales Pesados	22
2.4 Análisis de Potabilida Bacteriológica	22
V CONCLUSIONES	25
VI RESUMEN	26
VII BIBLIOGRAFIA	28

INDICE DE CUADROS

- Cuadro 1. Cantidades de peso del lirio en kg/m^2 durante los meses de Septiembre de 1983 a Junio de 1984 en los 10 - puntos de muestreo de la presa. 15
- Cuadro 2. Análisis de Varianza para el peso del lirio fresco durante los meses de Septiembre a Junio en la presa de La Vega. 17
- Cuadro 3. Comparación de resultados de análisis físico-químico de potabilidad. 18
- Cuadro 4. Comparación de resultados de análisis con fines para riego. 20
- Cuadro 5. Comparación de resultados de análisis de Metales Pesados practicado a muestras de agua tomadas directamente de la presa y de aquellas tomadas de tanques con lirio. 23
- Cuadro 6. Comparación de resultados de análisis de potabilidad Bacteriológico. 24

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Localización de los Sitios de Muestreo del Lirio durante Septiembre de 1983 a Junio de 1984 en la Presa de La Vega. 11
- Figura 2. Ubicación de los Cuatro Puntos de Muestreo de Agua - en la Presa de La Vega. 12
- Figura 3. Crecimiento estacional del lirio en la Presa de La - Vega Durante el Periodo de Septiembre de 1983 a Junio de 1984. 16

I INTRODUCCION

1 Importancia del Estudio

En cualquier ecosistema acuático, las plantas representan una parte básicamente importante, ya que son éstas las únicas capaces de convertir la energía solar en energía química y ser transformada en forma de compuestos orgánicos, que son la base de alimentación para otros organismos vivos. Muchas de las hidrofitas son alimento apetecido por los peces y por otros integrantes de la fauna del medio ambiente acuático. En un ecosistema bien balanceado, las plantas acuáticas forman una reserva alimenticia - para todas las formas de vida animal. Puede representar también un refugio natural para la fauna acuática.

Sin embargo, cuando se rompe el equilibrio de los ecosistemas y las plantas no son consumidas o abatidas al ritmo de su propio crecimiento, pueden crecer tan abundantes que ocasionan - problemas de diversa naturaleza.

En nuestro país no son pocos los casos que pueden citarse - como ejemplo de ruptura de equilibrio ecológico y que acarrea el crecimiento activo de malezas acuáticas en embalses naturales y artificiales. El lirio acuático ocupa un lugar importante dentro de las formas que presentan tal crecimiento.

2 Objetivo del Estudio

Probar si el lirio acuático *Eichornia crassipes* es benéfico o perjudicial a las aguas destinadas para la agricultura.

3 Hipótesis

Se trata de probar si el lirio acuático en realidad es benéfico o perjudicial para aguas destinadas para la agricultura. Es to mediante muestreo de agua que se hace directamente del embalse y que es analizada para diferentes fines; y un segundo muestreo - que se va a hacer de estanques que han sido llenados con agua del mismo embalse pero que contienen lirio completamente limpio y que dura un intervalo de 30 días en dichos estanques para comparar re sultados.

II. REVISION DE LITERATURA

1. Descripción Botánica

El lirio acuático *Eichornia crassipes* también llamado jacinto, huachinango, cucharilla, aguape, etc. Se encuentra clasificado dentro de las Angiospermas, su orden es Farinisiae y pertenece a la familia de las Pontedoracias, que son plantas monocotiledóneas, herbáceas flotantes, sus hojas son envainantes con limbo ancho.

Esta familia cuenta con algunos géneros y de estos *Eichornia* es la que pertenece al lirio acuático y a las especies *Eichornia crassipes*, *E. azurrea* y *E. natans*.

Es una hierba acuática flotante o arraigada que mide generalmente de 15 a 25 cm pero se encuentran plantas hasta de 80 cm. de altura. Sus hojas son en forma de roseta, los peciolos son globosos y sirven a esta planta como flotadores; en las plantas que se encuentran arraigadas en el lodo los peciolos pierden su forma globosa alargándose; el limbo es transversalmente elíptico, con el ápice ligeramente escotado, sus flores son grandes de color azul agrupadas en espigas; la pieza superior mide de 4-5 cm y presenta en el centro una mancha cuadrangular de color amarillo; se encuentra en abundancia en los meses de julio y agosto. Esta planta no da fruto.

Se han hecho estudios y debido a su rápida reproducción ha obstaculizado el aprovechamiento del agua y de sus ricos recursos, llegando a constituir un serio problema. Las consecuencias que acarrea esta planta acuática entre otras son:

1) El entorpecimiento de la navegación, 2) alta mortalidad de la fauna acuática (peces), 3) entorpecimiento también de la -

pesca, 4) problemas con el atascamiento en las compuertas de las presas, 5) el alto porcentaje de evaporación que causa, 6) obstrucción de canales de riego y como consecuencia el empobrecimiento de las zonas agrícolas (Bravo y Rodríguez, 1972).

2. Producción de Biomasa

Sato y Kondo (1981), realizaron un estudio sobre la producción de biomasa y la extracción de nutrientes por *Eichornia crassipes* (mats.) Solms. Varias concentraciones de nutrientes fueron probadas en tanques de 500 litros de capacidad. El desarrollo de la biomasa fué simulado exitosamente mediante una curva logística para la respectiva concentración de nutrientes. La máxima tasa de desarrollo (639 grs de peso fresco/m²/día) se obtuvo a una concentración total de N de 28 p.p.m., de P total. Esta fué obtenida con un nivel de biomasa de 6.7 kg. de peso fresco/m². La dependencia de la biomasa (W) sobre la concentración nutrimental (F) fué aproximada según la ecuación empírica $1/W = AF^{1/2} + A^{-}F^2 + B$, donde A, A⁻ y B son constantes dependientes de tiempo. La concentración óptima de nutrientes (50 p.p.m. de N y 13.8 p.p.m. de P) permanecieron casi constantes hasta el final del período experimental de 48 días. La máxima tasa de extracción de nutrientes fué estimada como 13.1 kg de N/ha/día y 7.7 kg de P/ha/día.

3. Producción de Lirio *Eichornia crassipes*.

Wolverton y Donald (1976), reportaron que la facilidad para el tratamiento futuro de aguas residuales puede realizarse usando plantas acuáticas para mejorar la calidad de las descargas. Este trabajo fué planeado de dos maneras. Una donde el traslado de nutrientes no es importante, aquí se trata de minimizar la producción de biomasa para reducir la cosecha y los costos de eliminación. La otra alternativa, donde el traslado de nutrientes es deseado y debería maximizar la producción de biomasa, y por lo -

tanto hacer la transformación del material vegetal a metano, fertilizante o forraje práctico y lucrativo, como producto del tratamiento de aguas residuales.

Los estudios previos de índices de desarrollo hechos por Daymund (1949) fueron usados por Westlake (1963) para estimar la producción anual de lirio que es de 11-33 ton/ha de peso seco. Un estudio posterior hecho por Wooteny Donald (1976) encontró una producción de 30 ton de M.O./ha en solo 105 días. Westlake (1963) proyectó que posibles índices de máxima producción anual de 110-150 ton. de M.O./ha/año podrían ser obtenidas si las plantas fueran regularmente disminuidas para reducir la degradación y cultivadas en climas tropicales o sub-tropicales.

Estos mismos autores realizaron un estudio de productividad en lirio en dos estanques o lagunas, las cuales son eventualmente calificadas como estanques de oxidación los que sólo reciben aguas domésticas residuales. Estas lagunas están localizadas, una en las instalaciones de la NASA y otra en Lucendale M.S. en E.U.A. En estas lagunas se analizó la afluencia de concentraciones de nutrientes y los índices de rendimiento, basados en la demanda bioquímica de oxígeno en 5 días, N total y fósforo total.

En este trabajo se usaron dos canastas de malla de alambres galvanizado de 2m x 2m x 0.5m sostenidos por flotadores y fueron colocados en las lagunas de la NASA. Una canasta fué parcialmente cosechada en un intervalo de 1-3 semanas para estimular los máximos índices de desarrollo, la otra canasta fué parcialmente cosechada cada 8-10 semanas, además se colectaron datos de longitud de planta contra superficie de masa.

Una canasta idéntica fué colocada en la laguna de Lucendale y parcialmente cosechada cada 3-6 semanas.

La laguna de aguas residuales en la NASA, cargada con un índice de 16-31 kg. de demanda bioquímica de oxígeno/ha/día, (DB05)

recibe una carga orgánica relativamente baja en nutrientes. La laguna de Lucendale recibe casi 2 veces la carga de DB05 y cuatro la carga nutritiva. Esta diferencia de carga nutritiva esta reflejada directamente en los índices de desarrollo antes ilustrados.

El lirio creció más rápido a principios de verano (mayo y junio). En los dos sistemas de observación es correlativa con las de Scarbrook y Davis (1971). Las medias de desarrollo fueron 71% y 73% por semana en NASA y Lucendale, al llegar a este índice las plantas duplicaron su masa cada 9-10 días.

4. Crecimiento por Estaciones de *Elchornia crassipes* Mats Solms: Relación del contenido de proteína, fibra y carbohidratos disponibles.

Tucker y Debusk (1981) hicieron un estudio de concentraciones de proteína cruda, fibra y carbohidratos disponibles en plantas de lirio cultivadas al aire libre con disponibilidad constante de nutrientes. Estos autores concluyeron que en invierno presentan los niveles más altos de proteína cruda y los más bajos de fibra y carbohidratos disponibles, esto ocurre en la etapa en que la velocidad de desarrollo es más baja. Al contrario, en verano la producción de materia seca se incrementa, los niveles de proteína cruda decrecen y el contenido de fibra y carbohidratos disponibles se incrementan. El lirio fué cultivado al aire libre de noviembre de 1978 a octubre de 1979 en un pequeño estanque surcado con tubos PVC en Florida.

Los niveles de nutrientes fueron mantenidos por la afluencia de una solución nutritiva en dos volúmenes por día. La composición (mg/l) de la solución nutritiva fué:

<u>ELEMENTO</u>	<u>CONCENTRACION</u>	<u>ELEMENTO</u>	<u>CONCENTRACION</u>
NO ₃	1.4	Fe	0.13
PO ₄	0.3	Mn	0.05
K	1.56	Zn	0.05
Ca	1.0	B	0.001
Mg	0.16	Cu	0.001
S	0.22	Mo	0.001

Tres cajas de 1 m² de plástico fueron llenados con lirio para cosechar 10 kg. de peso húmedo/m². A dos semanas de intervalo las cajas fueron pesadas después de ser drenada el agua. El peso ganado durante el período fué anotado y las plantas fueron regresadas al cultivo.

Una muestra de 2 a 3 plantas por caja fueron pesados, secadas a 80°C por 48 hrs. y vueltas a pesar para preveer una relación entre peso seco y mojado, 3 plantas de cada caja fueron retenidas para análisis químicos. Estas plantas fueron lavadas con agua - destilada y secadas durante 48 hrs. a 80°C, después de secadas las 3 plantas de cada caja fueron hechas polvo fino y combinadas en una sola muestra y almacenada para posteriormente analizarse.

La productividad media del año fué 25.5 grs. de peso seco/ - m²/día lo que es equivalente a una producción anual de 81 toneladas métricas secas/ha. Quincenalmente las estimaciones de desarrollo medio fueron de 4.9 a 34.7 grs. de peso seco m²/día y las más bajas estimaciones de desarrollo fueron de diciembre a febrero.

Los resultados de las plantas analizadas fueron las siguientes: el contenido de proteína cruda máximo fué 22.5% el cual ocurrió a principios de febrero. El contenido mínimo de carbohidratos totales disponibles (CTD) fué de 6.3% y se presentó a finales de febrero, y el mínimo de fibra detergente ácida (FDA) fué de - 23% a finales de marzo. Puesto que la producción de materia seca

se incrementó a mediados de marzo, los niveles de proteína cruda decrecieron y el contenido de CTD y FAD se incrementó. Los niveles de proteína cruda siguieron decreciendo hasta principios de mayo.

De esta manera, los niveles más altos de proteína cruda en lirio ocurrieron durante el período de más lento desarrollo. Conforme el desarrollo progresó y la disponibilidad de nitrógeno permanecía constante, el nitrógeno tomado de la superficie aparentemente no pudo mantener el mismo ritmo que la vigorosa producción de materia seca en primavera y verano. El promedio de biomasa calculada durante el periodo diciembre-febrero fué de 7.8 grs. de peso seco $m^2/día$. El promedio del contenido de proteína cruda para el mismo periodo fué 21.9% dando una producción de proteína cruda de 1.7 grs. $m^2/día$. De manera similar, para el periodo de mayo-octubre el lirio tuvo un desarrollo de 23.4 grs. de peso seco $m^2/día$ y una media de 13.4% de proteína cruda produciendo 3.1 grs. de proteína $m^2/día$.

5. Características bromatológicas del lirio.

Arredondo (1976); a través de análisis bromatológicos que se hicieron con el objeto de evaluar la eficiencia de los alimentos que actualmente se utilizan en el cultivo de la carpa herbívora, concluyó lo siguiente:

El contenido de humedad 90.6%, proteína cruda 0.85%, carbohidratos 3.93%, fibra 2.17%, grasas 0.39% y cenizas 2.01%.

III, MATERIALES Y METODOS

1. Localización Geográfica y Características Climáticas del Sitio Experimental.

El estudio se realizó en la presa de La Vega que es una obra de almacenamiento para riego. Esta presa beneficia a 8,209 ha. y en épocas de riego presenta una extracción promedio mensual de $5'360,600 \text{ m}^3$. Se encuentra localizada en los municipios de Tala y Teuchitlán, Jal. Pertenece a la Región Hidrológica N° 14 y a la cuenca de Río Ameca (S.A.R.H. 1980). Esta presa está localizada en la coordenada $20^{\circ}35'$ de latitud Norte y $103^{\circ}52'$ de longitud Oeste, y a una altitud de 1250 msnm. Tiene una superficie aproximada de 1800 hectáreas, una longitud media de 10 km y un ancho promedio de 1.5 km. Una profundidad media de 22 m. La capacidad de almacenamiento es de $44 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Además el embalse cuenta con un nacimiento de aguas en la parte Noroeste que es una entrada de agua de 8 a 10 pulgadas de gasto constante.

El embalse cuenta con una estación climatológica localizada en la zona de la cortina. Esta reporta una precipitación pluvial media anual de 978 mm, una temperatura media anual de 21.4°C , y la evaporación supera los 2000 mm anuales.

El agua que se encuentra en el embalse es totalmente turbia, además que en cierta época del año parte del embalse es contaminado del lado Sur por los desechos del ingenio de Tala, que va a desembocar por el Río Salado. El embalse también es contaminado por la zona Norte por la descarga de las aguas negras de la población de Teuchitlán que se encuentra a sólo 200 m de dicho embalse.

Los cultivos que dominan la zona de riego del embalse son ca

ña de azúcar con 90%, le siguen el maíz y sorgo, y en bajas proporción los frutales.

2. Trabajo Experimental

2.1 Evaluación del Peso del Lirio

En la evaluación del peso del lirio en la presa de La Vega, se usó el diseño experimental completamente al azar, los tratamientos fueron 10 meses del año (meses más calurosos y más fríos) septiembre a junio y 10 repeticiones. Es decir, cada mes se muestreó en 10 puntos diferentes del embalse como se muestra en la Figura N° 1. Cada punto del muestreo cubrió 1 m^2 . Para este muestreo se utilizó un marco de 1 m^2 de tubos de PVC. Este muestreo fue con el objeto de conocer la tasa de desarrollo del lirio en diferentes épocas del año.

2.2 Análisis Químico del Agua

Este análisis se hizo para conocer el efecto del lirio (benéfico o perjudicial) sobre el agua de este embalse. Se realizaron análisis químicos del agua bajo las siguientes condiciones: 1) - En muestras directas de la presa de La Vega y 2) En muestras de agua con lirio durante un mes.

a) Muestreo en la Presa de La Vega

Se tomaron muestras de agua en cuatro puntos específicos del embalse con el objeto de conocer posibles diferencias en la calidad del agua. Estos puntos de muestreo se ilustran en la Figura 2.

b) Muestreo en Tanques de plástico

Para este muestreo se usaron cuatro tanques de plástico de

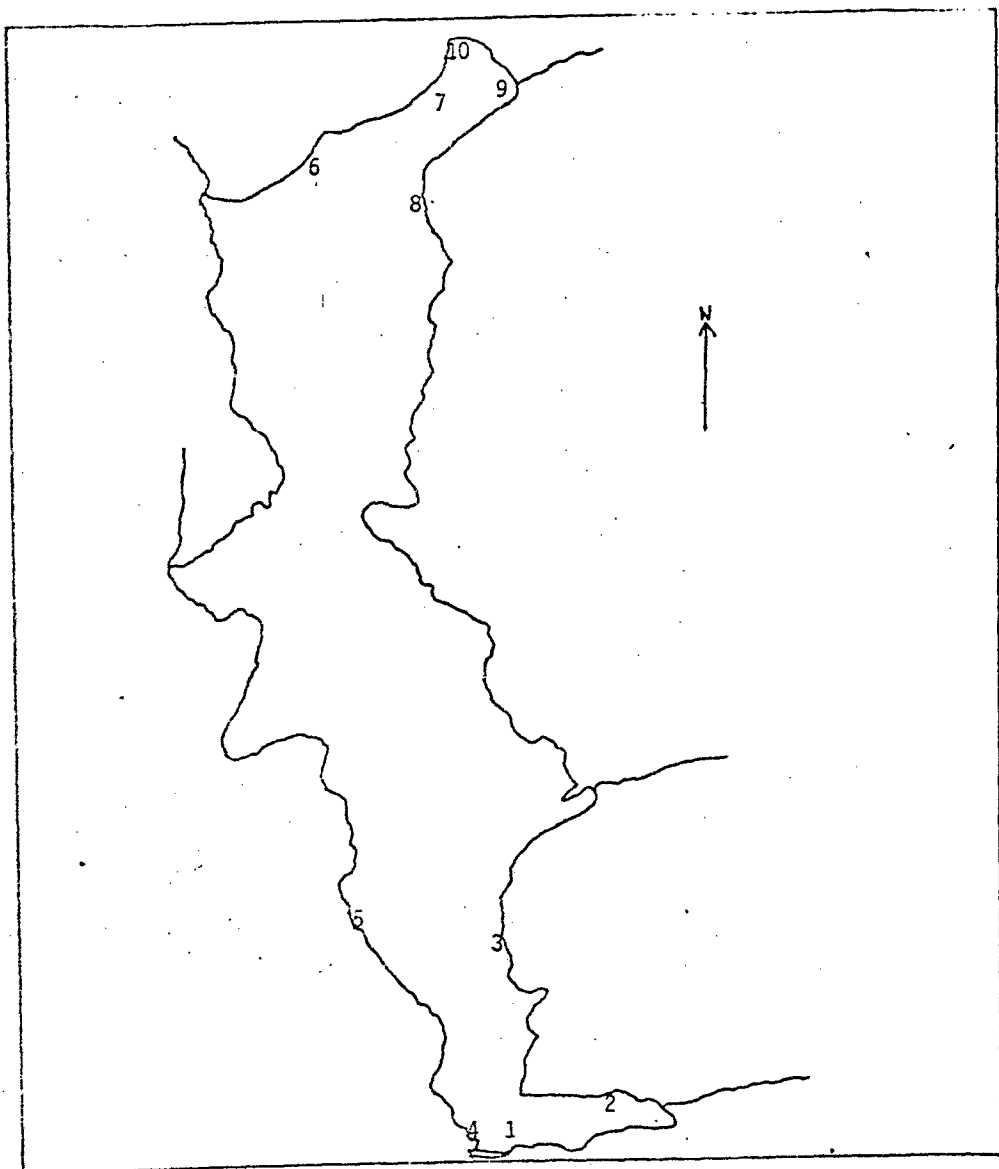


Figura 1. Localización de los sitios de muestreo del lirio durante Septiembre de 1983 a Junio de 1984 en la Presa de La Vega.

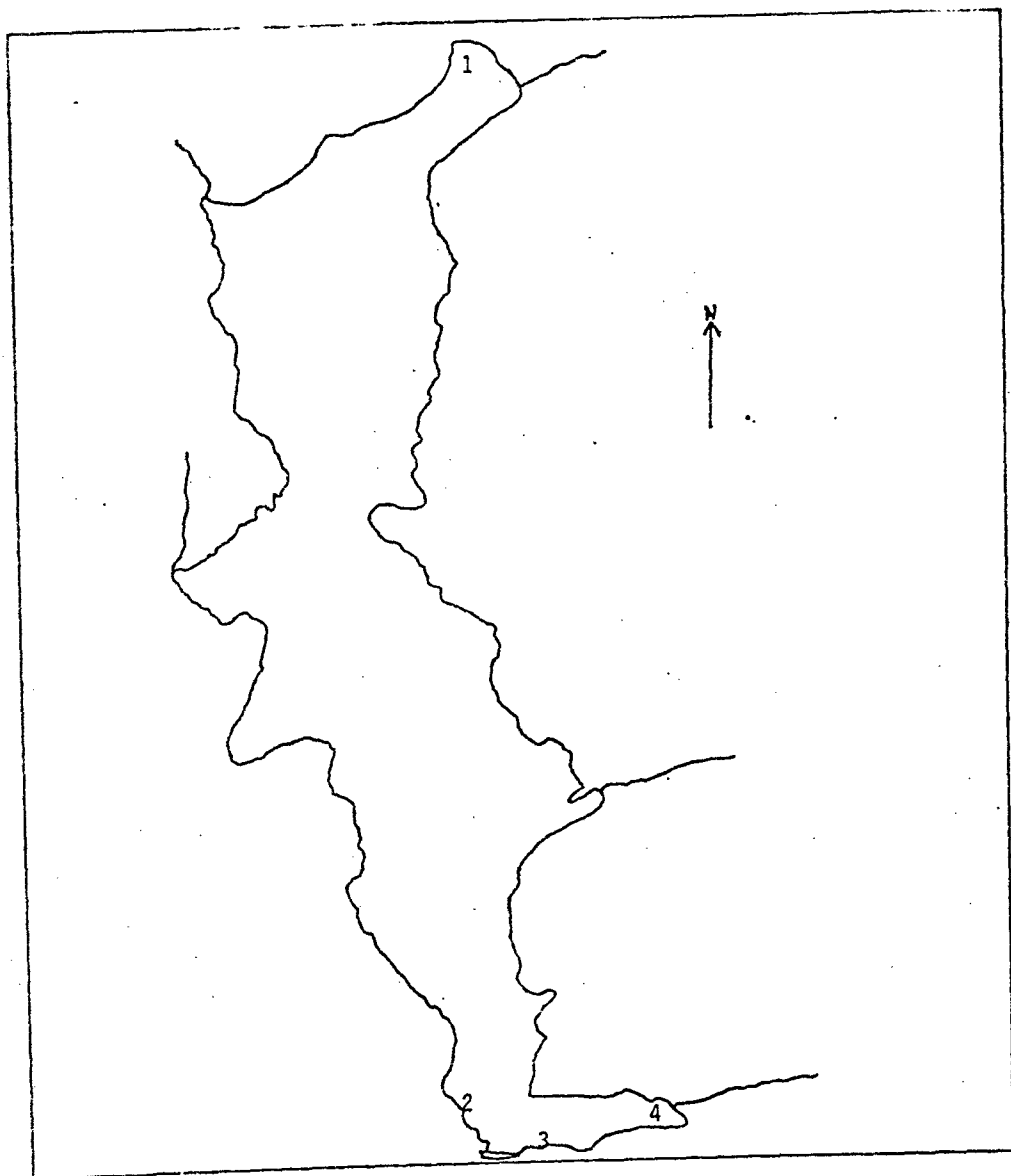


Figura 2. Ubicación de los cuatro puntos de muestreo de agua en la Presa de La Vega.

150 litros cada uno. Estos tanques se llenaron con agua obtenida de los mismos puntos del muestreo anterior de la presa. Se les colocó lirio de la misma presa previamente lavado con agua limpia. En cada tanque se pusieron 15 plantas que equivalen aproximadamente a 12 kg de peso fresco. Después de un mes se tomaron muestras de cada tanque para que fueran analizadas igual que las que se habían sacado directamente de la presa, y por ese medio conocer la diferencia de la composición química del agua con respecto a los análisis de las muestras tomadas de la presa.

2.3 Análisis efectuados por cada Muestra

Los tipos de análisis que se hicieron de las muestras tomadas de la presa como de los tanques fueron las siguientes:

- a) Análisis físico-químicos de potabilidad
- b) Análisis con fines de riego
- c) Análisis de metales pesados
- d) Análisis de potabilidad bacteriológica

Las determinaciones para dichos análisis fueron efectuados con la ayuda del Laboratorio Regional de Suelos y Aguas y Apoyo Técnico de la Residencia Regional en Guadalajara, Jal. de la S.A. R.H.

2.4 Material Utilizado

El material que se utilizó para dicho muestreo fué el siguiente:

- Tanques de plástico de 150 lts. cada uno
- Frascos de vidrio esterilizados de 100 c.c.
- Frascos de plástico de diferentes volúmenes
- Acido nítrico
- Lirio fresco bien lavado.

IV RESULTADOS Y DISCUSION

1. Peso de la Biomasa del Lirio.

Los resultados que se presentan son del peso del lirio fresco que se tomaron durante 10 meses y son 10 muestras por mes y - que comprende del mes de septiembre de 1983 a junio de 1984.

En el Cuadro 1 se presentan los valores del peso del lirio fresco por m^2 obtenidos del resultado de los muestreos que se hicieron. Se puede observar que al principio del muestreo que fué en septiembre, el peso medio del lirio de las 10 localidades fué de $25 \text{ kg}/m^2$. A medida que la temperatura fué bajando el nivel de biomasa fué también bajando, ya que en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, el nivel de biomasa promedio bajó a $22 \text{ kg}/m^2$ debido posiblemente a la baja temperatura ambiental, ya que el lirio presenta muestras de quemaduras por frío. En los meses de abril en adelante empieza a subir su biomasa muy rápidamente, como se muestra en la Figura 3. Cabe aclarar que las muestras 9 y 10 que fueron tomadas al Norte de la presa donde desemboca un Río de aguas de desecho de la población de Teuchitlán que se encuentra a un costado de la presa. Por tal motivo se puede pensar que ese lado tiene más aportación de materia orgánica para que haya - un mejor desarrollo del lirio.

Por otro lado en la parte Sur que corresponde a las muestras de la 1 a la 5 el embalse es contaminado con detergentes y grasas que lleva el Río Salado y que provienen de los ingenios de Tala y El Refugio respectivamente, se puede decir que hay una mínima aportación de materia orgánica por dicho lado.

Por otra parte de acuerdo a los cálculos hechos para el crecimiento de la biomasa, el muestreo hecho en septiembre registró una media de $25 \text{ kg}/m^2$ (peso fresco) y su peso mínimo fué de 20.5

CUADRO 1. CANTIDADES DE PESO DEL LIRIO EN KG/M² DURANTE LOS MESES DE SEPTIEMBRE DE 1983 A JUNIO DE 1984 EN 10 PUNTOS DE MUESTREO DE LA PRESA

TRATAMIENTOS	REPETICIONES										X MENSUAL KG/M ² LIRIO FRESCO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SEP.	25	23	24.5	26	22	28	23.5	23	30	25	25.0
OCT.	24	23.5	24	25.5	22	27	23	24	29.5	24	24.7
NOV.	25	23.5	24	26	21	27	23	23	29	24.5	24.6
DIC.	24	23	24	25	21	26	22	23	22	24	24.0
ENE.	23	21	21	22	20	23	20	21	25	22	21.8
FEB.	22	21	20	20	19	22	19	18	23	21	20.5
MAR.	22	22	21	22	21	23	20	20	24	21	21.6
ABR.	25	26	25	26	25	27	26	25	28	26	25.9
MAY.	28	29	29	31	29	32	33	30	34	31	30.6
JUN.	29	30	31	33	30	32	34	32	35	33	31.9

X. GENERAL = 25.06 KG/M² (Peso Fresco)

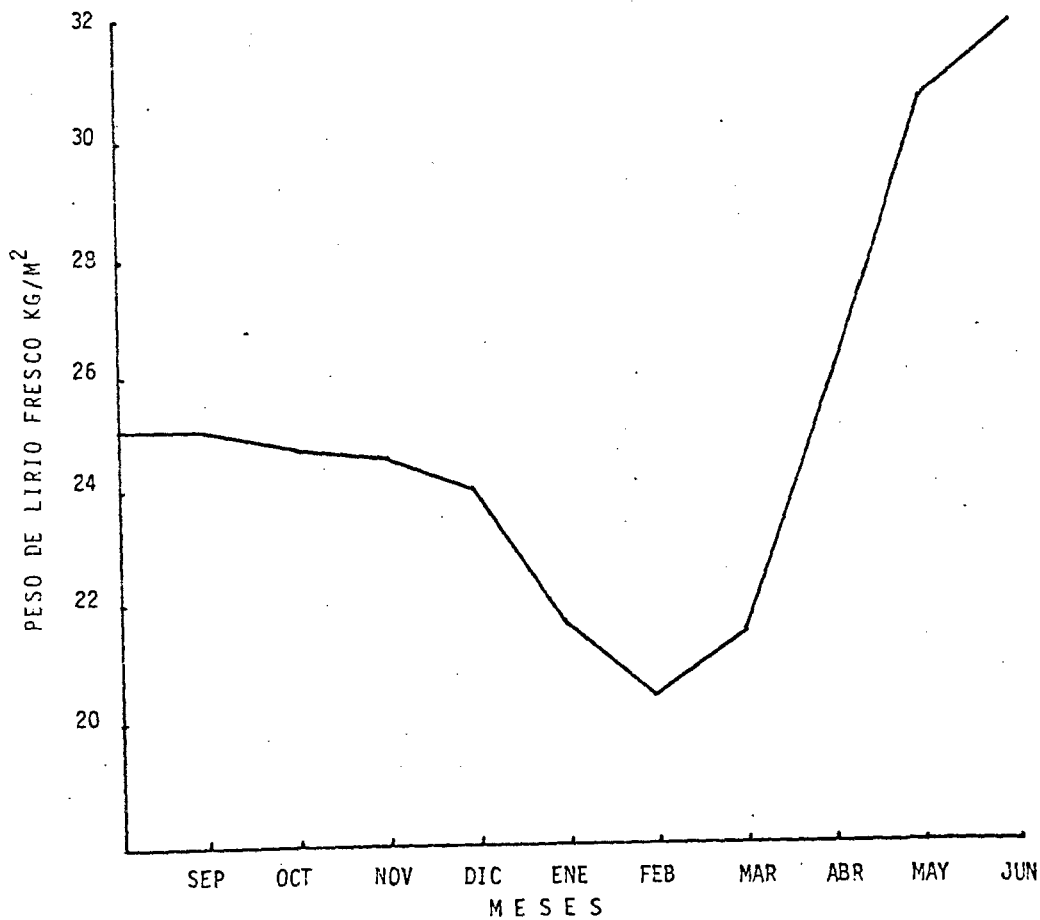


FIGURA 3. CRECIMIENTO ESTACIONAL DEL LIRIO EN LA PRESA DE LA VEGA DURANTE EL PERIODO DE SEPTIEMBRE DE 1983 A JUNIO DE 1984.

kg/m² que fué en el mes de febrero, pero de ahí en adelante subió a su máxima que fué una media de 31.9 kg/m². en el mes de junio. Esto quiere decir que el incremento real del lirio en los 10 meses fué de 2.4 kg/m² con un crecimiento promedio de 8 grs/m²/día (peso fresco).

Para conocer la variación en la producción de biomasa de lirio fresco se realizó un análisis de varianza. Los resultados de este análisis (Cuadro 2) indican una diferencia significativa entre meses en la producción de biomasa al 1% de probabilidad. Esto significa que la producción mensual de lirio es diferente, dependiendo de la época del año (mayor en meses calientes y menor en meses fríos).

CUADRO 2. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PESO DE LIRIO FRESCO DURANTE LOS MESES DE SEPTIEMBRE A JUNIO EN LA PRESA DE LA VEGA.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F.C.	F. TABLAS 0.05 - 0.01
TRATAMIENTOS	9	1,255	139.9	43.58**	1.93 - 2.53
ERROR	90	289.58	3.21		
T O T A L	99	1,544.58			

2. Muestreo del Agua de la Presa y de los Tanques.

2.1 Análisis físico-químico de potabilidad

Los resultados de los análisis físico-químicos de potabilidad se presentan en el Cuadro 3. Algunas comparaciones interesantes de las muestras tomadas en la presa contra aquellas tomadas de los tanques, se mencionan a continuación:

CUADRO 3. COMPARACION DE RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE POTABILIDAD.

DETERMINACION	UNIDADES	METODO	MUESTRAS DIRECTAS DE LA PRESA					MUESTRAS DE LOS TANQUES				
			1	2	3	4	PROMEDIO	1	2	3	4	PROMEDIO
PH		POTENCIOMETRO	6.8	7.6	7.6	7.2	7.3	4.5	3.5	3.2	3.6	3.7
COND. ELECTRICA	MILI-MHOS/Cm a 25°C	CALCULO	0.24	0.34	0.34	0.34	0.31	0.0	0.24	0.24	0.25	0.18
CATIONES SOLUBLES	ME Q/L(CEX10)	CALCULO	2.4	3.4	3.4	3.4	3.15	0.0	2.4	2.4	2.50	1.82
TURBIDEDAD	p.p.m.	TURBIDIMETRICO	1.48	312	252	280	248	110	110	108	94.0	105.5
SOLIDOS TOTALES	p.p.m.	RESIDUO SECO 110°C	264.0	308.0	295.0	297.0	291	164.0	400.0	259.0	742.0	391.2
SOLIDOS DISUELTOS	p.p.m.	CALCULO	204.0	219.0	267.0	259.0	237.2	160.0	245.0	239.0	275.0	229.75
SILICE	p.p.m.	COLORIMETRICO	0.0	40.0	40.0	40.0	30	40	40.0	40.0	40.0	40
FIERRO	p.p.m.	COLORIMETRICO	0.04	0.04	0.06	0.08	0.05	1.5	1.0	0.6	2.0	1.27
N-NO ₃ ⁻	p.p.m.	COLORIMETRICO	0.39	0.3	0.33	0.24	0.315	0.3	0.35	1.4	0.6	0.66
N-NO ₂ ⁻	p.p.m.	COLORIMETRICO	0.02	0.015	0.01	0.01	0.013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NITROGENO AMONIACAL	p.p.m.	DESTILACION	0.32	0.33	0.30	0.44	0.34	0.83	1.2	1.4	1.3	1.18
COBRE	p.p.m.	CALCULO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ALCALINIDAD TOTAL	p.p.m.	DESTILACION	121.0	143.0	138.6	138.6	135.3	19.0	12.6	14.7	17.0	15.8
BICARBONATOS	p.p.m.	WARDER	121.0	143.0	138.6	138.6	135.3	19.0	12.6	14.7	17.0	15.8
CARBONATOS	p.p.m.	WARDER	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DUREZA TOTAL	p.p.m.	COMPLEJOMETRIA	64.6	72.7	50.5	52.5	60.0	77.9	30.8	34.8	53.3	49.2
CALCIO	p.p.m.	COMPLEJOMETRIA	24.2	28.3	28.3	27.3	27.0	6.2	6.2	10.3	6.2	7.22
MAGNESTO	p.p.m.	COMPLEJOMETRIA	40.4	44.2	22.2	25.2	32.9	71.7	24.6	24.5	47.1	41.9
CLORUROS	p.p.m.	MOHR	7.8	13.5	13.9	12.7	11.97	1.5	1.3	3.9	3.4	2.5
SULFATOS	p.p.m.	MOHR	9.6	18.7	22.1	24.2	18.7	7.1	86.9	74.6	89.1	64.4

pH.

Los resultados promedio de la presa reportan un valor de 7.3 y los de los tanques de 3.7, una diferencia de pH de 3.6. Esta diferencia se atribuye a la elaboración de ácidos y al alto porcentaje de intercambio catiónico del lirio.

Turbiedad.

De acuerdo a los resultados, los tanques reportan menos del 50% que los resultados obtenidos directamente de la presa. Esto se atribuye a que el lirio tiene propiedades electrostáticas, de tal manera que atrae cualquier partícula que esté en el agua en suspensión.

Fierro.

En los resultados de los tanques aparece más cantidad de este elemento. Esto se debe posiblemente a que hay saturación de otros elementos y mediante la elaboración de ácidos ocurre una oxidación y de esa manera queda liberado. Ya que excede el límite de saturación que es de 0.30 p.p.m.

Calcio, Cloruros, Bicarbonatos y Alcalinidad Total.

En los resultados obtenidos de los tanques son muy bajos, en comparación con los obtenidos de la presa. Esto se debe a la elaboración de ácidos que produce el lirio.

2.2 Análisis con fines de riego

Los resultados de estos análisis se presentan en el Cuadro 4. Algunas comparaciones entre los valores promedio obtenidos para agua de la presa y aquellos de los tanques, se muestra a continuación:

pH:

El pH promedio del agua de la presa fué de 7.2 contra 3.5 del agua de los tanques. Esta diferencia de 3.7 se debe a la li-

CUADRO 4. COMPARACION DE RESULTADOS DE ANALISIS CON FINES PARA RIEGO

DETERMINACION	UNIDADES	METODO	MUESTRA DIRECTA DE LA PRESA					MUESTRA DE LOS TANQUES				
			1	2	3	4	PROMEDIO	1	2	3	4	PROMEDIO
pH		POTENCIOMETRO	6.8	7.6	7.2	7.2	7.2	3.5	3.2	3.6	3.7	3.5
COND. ELECTRICA	MICRO-MHOS/Cm a 25°C	CALCULO	240	340	340	340	315	0.0	240	240	250	180
COND. ELECTRICA	MILI-MHOS/Cm a 25°C	CALCULO	0.24	0.34	0.34	0.34	.315	0.0	0.24	0.24	0.25	.192
CATIONES TOTALES	MEQ/L	CALCULO	2.7	3.7	3.3	3.3	3.25	1.8	1.18	1.5	2.2	1.82
IONES (Ca+Mg)	MEQ/L	TITULACION	1.3	1.45	1.01	1.05	1.2	1.6	0.62	0.69	1.1	1.0
CALCIO	MEQ/L	TITULACION	0.48	0.57	0.57	0.55	0.54	0.2	0.12	0.20	0.12	0.16
MAGNESIO	MEQ/L	TITULACION	0.81	0.89	0.44	0.50	0.66	1.4	0.49	0.49	0.94	0.71
POTASIO	MEQ/L	FLAMOMETRIA	0.121	0.194	0.20	0.198	0.178	0.07	0.47	0.30	0.36	0.3
SODIO	MEQ/L	FLAMOMETRIA	1.3	2.11	2.11	2.11	1.9	0.18	0.58	0.47	0.76	0.49
R.A.S.		CALCULO	2.0	2.5	2.9	2.9	2.57	0.20	0.67	0.8	1.0	0.66
ANIONES TOTALES	MEQ/L	CALCULO	2.8	3.6	3.6	3.6	3.4	0.61	2.1	1.94	2.3	1.73
CLORUROS	MEQ/L	MOHR-ARGENTOMETRIA	0.22	0.38	0.39	0.36	0.33	0.04	2.04	0.11	0.1	0.57
SULFATOS	MEQ/L	ESPECTROFOTOMETRIA	0.195	0.38	0.45	0.50	0.38	0.15	1.8	1.5	1.82	1.31
CARBONATOS	MEQ/L	WARDER-FENOFTALCINA	2.42	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BICARBONATOS	MEQ/L	WARDER ANARANJ. DE METILO	0.0	2.86	2.8	2.8	2.11	0.42	0.28	0.33	0.38	0.35
HIDROXIDOS	MEQ/L	WARDER- CALCULO	2.42	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IONES (CO ₃ +HCO ₃)	MEQ/L	CALCULO	2.0	2.86	2.8	2.8	2.61	0.42	0.28	0.33	0.38	0.35
CARBONATOS DE SODIO	MEQ/L	CALCULO	0.7	1.41	1.79	1.75	1.41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BORO	p.p.m.	TITULACION	0.9	4.1	4.1	4.1	3.3	3.3	1.49	12.3	14.6	7.92
CLASIFICACION DEL AGUA			C1-S1	C2-S2	C2-S1	C2-S1	C2-S1	C1-S1	C1-S1	C1-S1	C2-S1	C1-S1

beración de iones del lirio que acidifican el agua.

Conductividad eléctrica:

Esta también se redujo de 0.315 a 0.185 mili-mhos/cm a 25°C. Sin embargo en ambos casos el nivel de salinidad es muy bajo.

En lo que respecta a calcio, sodio, carbonatos y bicarbonatos, estos son absorbidos por el lirio reduciendo con esto su concentración en el agua, como se muestra en los análisis practicados a el agua de los tanques. Sin embargo, hay otros elementos como el potasio, el boro y los iones sulfato que al parecer son liberados por el lirio y aumentaron su concentración en el agua con lirio durante 30 días.

La clasificación de agua en cuanto a condiciones de sodio, - tanto de la presa como de los tanques quedaron clasificadas como - S1 que son aguas bajas en sodio, que pueden ser usadas para riego en prácticamente todos los suelos con bajo riesgo de que se aumente el nivel de sodio intercambiable.

Por lo que toca a condiciones de salinidad, la clasificación obtenida de las muestras de la presa fué en su mayoría de C2. Esto corresponde a que son aguas medianamente salinas que pueden ser usadas para riego, si se proporciona un pequeño excedente con fines de lavado moderadamente tolerante, sin prácticas especiales para control de salinidad. En cuanto a la clasificación de las - muestras de los tanques quedaron como C1, esto indica que son aguas de baja salinidad que pueden ser usadas para riego en la mayoría de los cultivos y prácticamente en todos los suelos.

De esta manera podemos concluir que el lirio puede ser una opción para mejorar aguas con fines de riego.

2.3 Análisis de metales pesados.

Comparando los resultados obtenidos de los análisis de la presa con los de los tanques (Cuadro 5) se puede observar que la concentración de fierro, manganeso, plomo y zinc aumentó en el agua que estuvo con lirio, durante 30 días. En cambio, el cobre redujo su concentración después del tratamiento con lirio en aproximadamente un 50%. Se podría decir entonces, que el lirio liberó los primeros y absorbió únicamente el cobre, de acuerdo a estos resultados

2.4 Análisis de Potabilidad bacteriológica

La comparación de estos resultados (Cuadro 6) muestran claramente la diferencia que hay en número de bacterias por c.c. en placas de agar nutritivo a 37°C por 24 horas y el número de bacterias del grupo califorme por 100 ml. Aquí los promedios de los resultados de la presa son mucho mayor que los resultados de los tanques. De acuerdo a los resultados, el laboratorio reporta que tanto el agua de la presa como la de los tanques solo fué tratada 30 días, posiblemente con un tratamiento más largo pudiera llegar a ser potable.

CHADRO 5. COMPARACION DE RESULTADOS DE ANALISIS DE METALES PESADOS PRACTICADO A MUESTRAS DE AGUA TOMADAS DIRECTAMENTE DE LA PRESA Y DE AQUELLAS TOMADAS DE TANQUES CON LIRIO.

DETERMINACION*	UNIDADES	MUESTRA DIRECTA DE LA PRESA					MUESTRA DE LOS TANQUES				
		1	2	3	4	PROMEDIO	1	2	3	4	PROMEDIO
Cobre	Meq/l	0.029	0.029	0.029	0.031	0.029	0.026	0.016	0.010	0.019	0.017
Hierro	Meq/l	0.644	0.624	0.584	0.614	0.616	0.951	0.824	0.588	1.79	1.03
Manganeso	Meq/l	0.195	0.080	0.085	0.124	0.121	0.055	0.571	0.94	1.15	0.679
Plomo	Meq/l	0.0147	0.098	0.098	0.098	0.0119	0.025	0.035	0.010	0.035	0.026
Zinc	Meq/l	0.081	0.015	0.0116	0.014	0.012	0.132	0.294	0.094	0.306	0.206

* METODOLOGIA: Acido Nítrico reposado durante 24 Hrs. y después determinar mediante cálculos

CUADRO 6. COMPARACION DE RESULTADOS DE ANALISIS BACTERIOLOGICOS PRACTICADO A MUESTRAS DE AGUA TOMADAS DIRECTAMENTE DE LA PRESA Y DE AQUELLAS TOMADAS DE TANQUES CON LIRIO.

TIPO DE ANALISIS	MUESTRA DIRECTA DE LA PRESA					MUESTRA DE LOS TANQUES				
	1	2	3	4	PROMEDIO	1	2	3	4	PROMEDIO
Análisis Bacteriológico	<u>Nº de Bacterias por cm³</u>									
Placa de agar nutritivo a 37°C por 24 Hrs.	72,400	4,100	7,800	13,000	24,330	13,662	4,325	3,526	8,667	7,545
Nº más probable de bacterias del grupo Coliforme por 100 Ml. en siembra de caldo lactosado.	240,000	1,500	2,100	9,300	63,225	24,000	2,100	24,000	9,300	14,850

V CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos del presente estudio sobre el crecimiento del lirio y su capacidad de favorecer o perjudicar las aguas destinadas para la agricultura se llega a las siguientes conclusiones:

1. El lirio tiene la propiedad de reproducirse rápidamente y por tal razón es un problema para los embalses, ya que obstruye las vías de riego, absorbe nutrientes que se encuentran en el agua, además de que incrementa la evaporación de agua.

2. Por otro lado las ventajas que puede tener son:

Reduce la turbiedad del agua, mejora la calidad de agua con fines de riego, reduce el número de bacterias. Esta planta podría utilizarse como potabilizadora de aguas contaminadas.

En general tiene sus ventajas y desventajas pero si se tiene un control o manejo adecuado se pueden obtener mayores beneficios que lo que perjudicaría a los embalses.

VI RESUMEN

De septiembre de 1983 a junio de 1984, se realizó un estudio en la presa de La Vega, municipio de Teuchitlán, Jal. con el objeto de evaluar el crecimiento promedio del lirio acuático en meses más fríos y más calurosos. También se hicieron análisis de agua para conocer su capacidad de absorción o aportación de sustancias orgánicas e inorgánicas.

Se utilizó como localidad la presa antes mencionada y estanques de plástico de 150 litros.

El procedimiento fue el siguiente: Para el peso del lirio se fijaron 10 localidades de la presa y cada mes se muestrearon los 10 puntos con un marco de 1 m² de tubos de PVC. Después se procedió a pesar el lirio fresco, esto se hizo durante 10 meses (Septiembre de 1983 a Junio de 1984).

En el muestreo del agua se fijaron 4 localidades y en cada una de ellas se sacaron muestras para 4 análisis diferentes que fueron los siguientes:

Análisis físico-químico de potabilidad

Análisis con fines para riego

Análisis de metales pesados

Análisis de potabilidad bacteriológica.

De las mismas localidades se tomó agua para llenar los 4 tanques y después colocarles lirio (10-12 plantas por tanque) previamente lavado con agua limpia para después de 30 días sacar muestras de cada tanque y proceder a analizarse como las tomadas directamente de la presa y hacer una comparación.

Se concluyó en este estudio que el lirio tanto beneficia como perjudica a las aguas destinadas para la agricultura, pero si se tiene un control adecuado de esta planta se obtendrían valiosas

ganancias de ella como son:

- 1) Reduce la turbiedad del agua, reduce el número de bacterias y mejora la calidad de agua con fines de riego.

El daño que causa sería la obstrucción de vías de riego (compuertas, canales), la absorción de nutrientes disueltos en el agua.

Por otro lado, el crecimiento del lirio es algo rápido y de acuerdo al análisis de varianza que se hizo nos indica que la producción mensual del lirio es diferente (mayor en los meses calientes y menor en los meses fríos)."

VII BIBLIOGRAFIA

- ARREDONDO, F.J.L. (1976). Especies Acuáticas de Valor Alimenticio Introducidas a México. Tesis Facultad de Ciencias UNAM México 95 pp.
- BRAVO R. y J. RODRIGUEZ (1972). Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. México, D.F.
- DYMOND, G.C. (1949). The water hyacinth a cindirella of the plant world in Van Vuren J.P.J. (ed) Soil Fertility and Sewage Publication New York.
- S.A.R.H. (1980). Características de calidad del Agua de la Presa de La Vega en el Estado de Jalisco. Subsecretaría de Planeación Dirección General de Protección y Orientación Ecológica Centro de Estudios Limnológicos.
- SATO, H. y T. KONDO (1981). Biomass Production of Waterhyacinth and its ability to remove inorganic minerals from water. I. - Effect of the Concentration of Culture Solution on the rates of plants growth and nutrients uptake. Jap. J. Ecol. 31: 257-267.
- SCARBROOK, E. y D.E. DAVIS (1971). Effect of Semage Effluent on Growth of Five Vascular Acuatic Species Hyacinth Control J. - 9: 26-30.
- TUKER, C.S. y T.A. DE BUSK (1981). Seasonal Growth of Eichornia crassipes (Mart) Solms: Relationship to Protein, Fiber, and Available Carbohydrate content. A Quat. Bot. 11: 137-141.

- VILLALPANDO-IBARRA, J.F. (1972). Efecto de la Fertilización sobre el Rendimiento de Grano y algunas Características del Cultivo del Girasol (*Helianthus annuus*) en el Valle de Guadalajara. - Tesis Profesional, Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalajara.
- WESTLAKE, D.F. (1963). Comparisons of Plant Productivity. *Biological Review* 38: 365-425.
- WOLVERTON, S.C., R.M. BARLOWY y R.C. Mc DONALD (1976). Application of Vascular Acuatic Plants for Pollution Removal, Energy and Food Production, In Tourbier J. y R.W. Pieison Jr. (Eds) *Biological Control of Water Pollution*, University of Pennsylvania Press.
- WOOTEN, J.W. y J.D. DOOD (1976). Growth of Water Hyacinths in Treated Sewage Effluent. *Economic Botany* 30: 24-37.