

1
639.541
AVI



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

"JACINTO DE AGUA (*Eichhornia crassipes*), ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA DULCE EN PRODUCCION ACUICOLA "

Tesis de grado

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO ACUICULTOR

Presentada por:

Avila Naranjo José Domingo

Castillo Quiñonez David Alberto

Zárate Enríquez Walter Salomón

Guayaquil - Ecuador

2000



D-19965

A g r a d e c i m i e n t o

Al Ing. David Matamoros, Director de Tesis, por su ayuda y colaboración para la realización de este trabajo.

A los Maestros y Autoridades de la Universidad por brindarnos siempre su apoyo para la culminación de nuestra carrera y a todos aquellos que de una u otra forma influyeron en nuestra tesis.

D e d i c a t o r i a

A Dios por permitirnos la vida y en ella cumplir nuestro deseo de ser profesionales.

A nuestros padres que significan un ejemplo de superación, estabilidad familiar, perfecta entrega e infinito apoyo a toda nuestra vida.

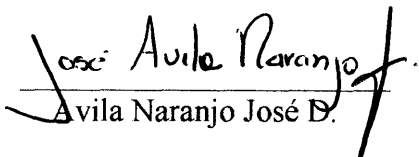
A mi entrañable esposa por su entrega y apoyo para la culminación del presente trabajo.

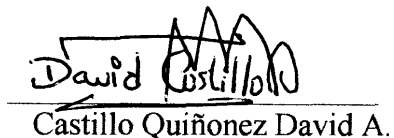
José Avila, Walter Zárate

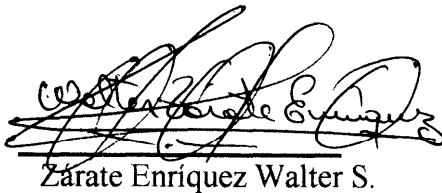
DECLARACION EXPRESA

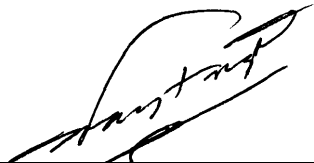
“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrina expuestos en esta tesis, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”.

Declaran:

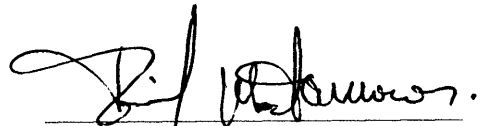

Avila Naranjo José D.


Castillo Quiñonez David A.

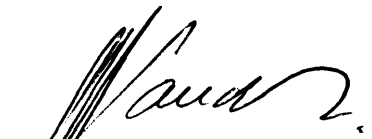

Zárate Enriquez Walter S.



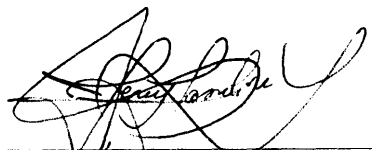
Presidente del Tribunal



Director de Tesis



Miembro Principal



Miembro principal

RESUMEN

El estudio del tratamiento de agua dulce utilizando jacinto de agua (*Eichhornia cassipes*) fue llevado a cabo basado en trabajos realizados en la Provincia del Guayas y El Oro en las que se utilizaron plantas flotantes como filtros biológicos para controlar la calidad del agua. En este ensayo se utilizaron 9 piscinas de 0.3 ha. destinadas al cultivo de langosta australiana de las cuales 3 recibieron tratamiento con lechuguín en el centro, otras 3 recibieron tratamiento con lechuguín en las esquinas y las 3 restantes sirvieron como control. Se realizaron mediciones de parámetros necesarios para controlar la calidad del agua como Oxígeno Temperatura y Amonio y evaluaciones de la producción de juveniles de langosta.

Las piscinas tratadas con lechuguín mostraron niveles de amonio mas bajo en relación a los controles y de igual manera el oxígeno se mantuvo mas estable durante toda la prueba en las piscinas tratamiento que en los controles. La producción de juveniles/ha./dia fue mucho mejor en las piscinas que tenían lechuguín en las esquinas que en el resto de piscinas.



BIBLIOTECA
CENTRAL

INDICE GENERAL

RESUMEN	VI
INDICE GENERAL	VII
INDICE DE FIGURAS	Ix
INDICE DE TABLAS	X
INDICE DE GRAFICOS	XII
INTRODUCCION	XIII
Capitulo:	
1. - ACUICULTURA	1
1.1 SITUACION DE LA ACUICULTURA	1
Problemas generales	3
1.2 ACUICULTURA VS ECOLOGIA	7
Etapas de la demanda, contaminación y recuperación del agua disponible	7
2.- BIOLOGIA ACUATICA	11
2.1 CLASIFICACION	11
Principales plantas, animales, hongos, bacterias y virus acuaticos	12
2.2 PLANTAS ACUATICAS	12
Espermofitas	13
Talofitas: algas verde azules, diatomeas, verde pasto, pardo doradas	13
2.3 ANIMALES ACUATICOS	14
Vertebrados, moluscos, artrópodos, gusanos, metazoarios y protozoarios	15
2.4 HONGOS BACTERIAS Y VIRUS ACUATICOS	16
Hongos verdaderos, bacterias y virus	17
2.5 ORGANISMOS INDICADORES DE LA CONTAMINACION	17
Bacterias coliformes	18
Otros indicadores bacterianos	18
Microorganismos que dan malos olores	19
2.4 ECOLOGIA DE LAS AGUAS LIMPIAS Y CONTAMINADAS	21
Zona polisapróbica	21
Zona mesosapróbica	22
Zona oligosapróbica	23
3.- TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS	24
3.1 DEFINICION	24
3.2 CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS	25
Lodos activados	27
Filtros per-coladores	28
Discos giratorios	29
Laguna de estabilización aeróbica	30
Laguna de estabilización anaeróbica	30
Digestor cerrado	32
Lagunas facultativas	33

	Irrigación de la tierra	33
	Plantas acuáticas	34
	Referencias de trabajos realizados	34
3.3	RESEÑA DEL JACINTO (<i>Eichhomia crassipes</i>)	35
	Descripción de la Planta	36
	Reproducción	36
	Parámetros de Crecimiento	36
	Cultivo	37
3.4	CONDICIONES PARA EL TRATAMIENTO	37
	Criterios típicos: Topografía , Características del suelo, clima, profundidad del agua y carga orgánica.	37
	Sistemas para controlar la expansión	40
	Interrelación del lechuguín y mecanismos de tratamiento que intervienen dentro de la piscina	40
	Contaminantes del sistema	41
	Sólidos suspendidos	42
	Materia orgánica	42
	Nitrógeno	42
	Fósforo	43
	Elementos traza	45
	Microorganismos	47
4.-	SISTEMA DE TRATAMIENTO	48
4.1	MATERIALES UTILIZADOS	50
4.2	PREPARACION DE LA PLANTA (<i>Eichhomia crassipes</i>)	51
	Selección de la zona y cepa	52
	Transporte	52
	Desinfección	52
	Siembra	53
4.3	PREPARACION DEL SISTEMA ACUICOLA	53
	Preparación de piscina para recibir lechuguín	55
	Divisores flotantes	56
	Mantenimiento	56
4.4	PROCEDIMIENTO UTILIZADO	58
	Dimensiones generales del ensayo	
4.5	SEGUIMIENTO	63
5.-	EVALUACION DEL ESTUDIO	65
5.1	USOS DEL LECHUGUIN	65
5.2	VENTAJAS DEL USO DEL LECHUGUIN	66
5.3	DESVENTAJAS	66
	RESULTADOS	68
	CONCLUSIONES	75
	RECOMENDACIONES	77
	ANEXOS	78
	BIBLIOGRAFIA	81

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Diseño de un sistema de tratamiento con lodos activados.....	27
Fig. 2 Filtro per-colador.....	28
Fig. 3 Discos giratorio de gran capacidad.....	29
Fig. 4 lagunas de estabilización.....	31
Fig. 5 Digestor cerrado.....	32
Fig. 6 Irrigación de la tierra.....	33
Fig. 7 Eichhornia crassipes.....	35
Fig. 8 Corte transversal de un sistema de tratamiento.....	47
Fig. 9 Diagrama de tratamiento de agua con plantas.....	48
Fig. 10 Vista aérea del sistema de tratamiento..	49
Fig. 11 Estación de depuración..	53
Fig. 12 Disposición general del tratamiento..	56
Fig. 13 Piscina pescada controlada con lechuguín..	57
Fig. 14 Crustáceos con presencia de protozoarios.....	57
Fig. 15 Macroalgas con exceso de nutrientes.....	58
Fig. 16 Piscina estándar con lechuguín en cuadros centrales (LC)	61
Fig. 17 Piscina estándar con lechuguín en las esquinas (LE).	1



INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Producción mundial de acuicultura 1990.....	4
Tabla 2.	Países productores de camarón en el mundo 1999. 4	
Tabla 3.	Total de exportaciones ecuatorianas.....	5
Tabla 4.	Producción ecuatoriana de camarón desde 1916- 1998.....	5
Tabla 5.	Distribución de la producción de camarón por provincia.....	6
Tabla 6.	Destino de las exportaciones ecuatorianas.....	6
Tabla 7.	Organismos productores de molestias en acuicultura.....	20
Tabla 8.	Organismos productores de compuestos que causan malos olores.....	21
Tabla 9.	Otros tipos de tratamientos aeróbicos y anaeróbicos.....	26
Tabla 10.	Características del tratamiento con lechuguín.....	38
Tabla 11.	Características del diseño de tratamiento lechuguín.....	38
Tabla 12.	Criterios de diseño típico del efluente esperado en sistemas de tratamiento con plantas acuáticas flotantes.....	39
Tabla 13.	Calidad del efluente en el sistema de tratamiento.....	39
Tabla 14.	Parámetros típicos para los desechos residuales domésticos.....	39
Tabla 15.	Eliminación de compuestos orgánicos trazas con jacintos de agua....	4 6
Tabla 16.	Datos de parámetros evaluados en el tratamiento.....	50
Tabla 17.	Equipos y reactivos.....	51
Tabla 18.	Materiales de campo.....	51
Tabla 19.	Cuadro de preparación de piscinas.....	54

Tabla 20.	Guía Estándar de Producción.....	.59
Tabla 21.	Dimensiones generales del ensayo.....	.60
Tabla 22.	Estimación del costo del proyecto..	.70
Tabla 23.	Proyecto acuícola sin lechuguín..	. 1
Tabla 24.	Proyecto acuícola con lechuguín.....	.72
Tabla 25	Análisis económico del proyecto acuícola con lechuguín.....	.73
Tabla 26.	Comparación de precios entre el tratamiento biológico utilizando lechuguín y otros sistemas.....	.74

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Distribución del agua en el mundo..
Grafico 2. Demanda, contaminación y recuperación del agua disponible.. .. .	7
Grafico 3. Variación del oxígeno según tratamiento.. .. .	64
Grafico 4. Variación de la temperatura según tratamiento.....	64
Grafico 5. Variación del amonio según tratamiento.. .. .	64

INTRODUCCION

El Ecuador es un país agroindustrial que obtiene gran parte de sus divisas mediante la explotación de recursos naturales y artificiales reflejados en la actividad acuícola, pero existe un antagonismo en todo esto y es que la industria acuícola ecuatoriana no ha manejado sus recursos adecuadamente en busca de un desarrollo sostenible desde el punto de vista ecológico y económico. Uno de esos recursos que el productor debe manejar o aprender a manejar principalmente es el recurso agua que muchas veces es limitante debido a su costo, a las condiciones logísticas del cultivo, o a las precarias condiciones de manejo.

Hasta ahora ha existido una cantidad de agua disponible para satisfacer la demanda de producción acuícola, sin embargo tenemos que hallar alternativas factibles para conservar el agua usando nuevas tecnologías o aplicando técnicas de manejo sencillas que sean posibles económicamente.

La industria acuícola de agua dulce incluye el agua como uno de sus más altos y escasos rubros. Es por esto entre otros factores que hemos centrado nuestro estudio en buscar una alternativa al tratamiento de aguas dulces.

El estudio del tratamiento de agua dulce fue llevado a cabo con referencias de trabajos realizados en la Provincia del Guayas y El Oro en las que se utilizó plantas flotantes (*Eichhornia crassipes*) como filtros biológicos para controlar la calidad del agua en piscinas de 0.3 has c/u, utilizando lechuguines en el centro, en las esquinas y controles. Se realizaron mediciones periódicas de Oxígeno, Temperatura, y Amonio. Al final se evaluó la producción promedio de juveniles de langosta por día para analizar la influencia del tratamiento en las piscinas de estudio.

El presente trabajo tiene como objetivo brindar una alternativa natural para tratamiento de aguas en sistemas acuícolas. Además también busca encontrar las

facultades de la utilización de tratamientos naturales que en nuestro caso consistió en el empleo de **lechuguines** o jacintos de agua para la remoción de nutrientes orgánicos e inorgánicos. Paralelamente con los objetivos anteriormente planteados buscamos dar pautas para nuevas investigaciones en tratamientos futuros y concientizar el manejo ecológico de los recursos.



CAPITULO 1

1. - ACUICULTURA

1.1. SITUACION DE LA ACUICULTURA.

El cultivo de camarones en el Ecuador se realiza en estanques de tierra y representa una gran industria en el país, representando el segundo rubro de exportación, después del Banano, y haciendo que este sea el segundo productor en el **ámbito** mundial y el primer productor por más de 25 años en el Hemisferio Occidental

El Ecuador consta de una Infraestructura de unas 200 .000 **hectáreas** de piscinas, 2008 camaroneras, 343 laboratorios de larvas de camarón (284 laboratorios con una producción estimada de 18.000 millones de larvas por año), 80 exportadores y 28 fábricas de alimentos balanceados para el **crustáceo** con una producción de 150 mil toneladas métricas, genera un estimado de 250.000 empleos directos y 17.000 indirectos, y alrededor de 66.000 personas dedicadas a la captura de larva silvestre,

La acuicultura empezó en el Ecuador desde 1968 con los primeros estanques de cultivo en Santa Rosa, Provincia de El Oro, según referencias de manejos orientales de encierro de camarones.

En 1977 se inicia de manera representativa la industria camaronera. En 1984 se da inicio al boom camaronero desde 45000 has de producción. En 1992 ya existían 136.784 has (Fuente: Banco Central)

Entre 1989 y 1990 se detiene el crecimiento descontrolado con la aparición de una afección bacteriana grave conocida como el Síndrome de la Gaviota, provocada porque un buen número de gaviotas se concentraba en los bordes de las piscinas para alimentarse de los camarones enfermos que andaban en la superficie, produciéndose el problema por bacterias *Vibrio sp.* (Buenaventura, 1996)

En 1993 se presenta un nuevo problema con el Síndrome de Taura, que presentaba externamente coloraciones rojizas en la cola y necrosis en el cuerpo en camarones de tallas pequeña, históricamente se presenta necrosis multifocal en la epidermis cuticular o hipodermis del estómago, desde esta fecha la camaricultura ha presentado una recuperación lenta, aún cuando han aparecido otras patologías asociadas al medio.

Durante 1992, 1997 - 1998 se presentaron problemas con altas concentraciones de algas azul-verdosa o cianofitas, fuente de off-flavor originadas por 2 químicos - geosmina y 2 Metilisoborneol o MIB que desplazan a diatomeas u otras algas por nutrientes. Los géneros *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Aphanizomenon* y *Microcystis* aparecieron en grandes cantidades ocasionando problemas como colapso repentino del fitoplancton que resulta en la baja excesiva del oxígeno disuelto, concentraciones bajas de oxígeno al amanecer, desequilibrio de la calidad del agua al generar altos niveles de amonio y que el crustáceo tenga sabores a choclo, moho o tierra, incrementando los costos de producción, interfiriendo con el calendario de producción, disminuyendo su aceptación en el mercado, con severas pérdidas para la industria. (Saudi Roa, Jairo Llanos, Sandra Jara, 1998).

En 1997 se reportan altas mortalidades en los períodos de aguaje por la presencia de bacterias *Vibrio sp.*, Protozoarios intestinales como las gregarinas del género *Nematopsis*, que además indirectamente producían enteritis hemocítica luego de que destruyen las paredes intestinales y permiten la infestación de las bacterias (Jiménez, 1998, 1990).

PROBLEMAS GENERALES

Hay que acotar que han surgido otros tipos de situaciones en el área acuícola como la introducción o explotación de especies no suficientemente estudiadas (Ver Tabla 1 en la que se muestra la producción mundial de estas especies) las cuales generaron expectativas altas las que al no cumplírselas ya sean por factores como falencias técnicas investigativas, de mercadeo, etc., han mermado las filosofías de avances y de inversión como los casos ocurridos con el caracol, scallops, ostras, crawfish, redfish, Tilapia, Redclaw. etc. Adicionalmente se incluyen:

- a) Diversificación de la Acuicultura sin verdaderos soportes técnicos, económicos y desperdicio de recursos.
- b) Baja producción por desconocimiento técnico, deficiencias en calidad de agua y manejo.
- c) Producción nula por deficiencias de diseño, sistemas de abastecimientos y descarga de piscinas.
- d) Destrucción de reservas naturales y desplazamiento de poblaciones.
- e) Diversificación de Acuicultura sin verdaderos soportes Técnicos económicos.
- f) Expansiones ilegales de cultivos.
- g) Laboratorios que no tratan aguas de descargas

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ACUICULTURA

PRODUCTO	PRODUCCIÓN T.M.	PORCENTAJE %
PECES	8.410.700	55.1
MOLUSCOS	2.965.000	19.4
CRUSTÁCEOS	649.700	4.3
ALGAS	3.187.400	20.9
OTROS	43.700	0.3
TOTAL	15.265.500	100

Tabla 1: Producción mundial de acuicultura en 1990

Fte: Revista de la Cámara Nacional de Acuicultura, Julio Agosto 1999

Dentro de la producción de crustáceos en el mundo, el cultivo de camarón representa el 92,32 % que equivale 599.807 T.M.

A continuación observaremos mayor información del cultivo de éste apetecido crustáceo.

	PAÍS	PORCENTAJE
1.	TAI LANDIA	34.71
2.	ECUADOR	26.42
3.	INDIA	11.57
4.	INDONESIA	8.26
5.	FILIPINAS	5.78
6.	MÉXICO	2.81
7.	COLOMBIA	1.98
8.	HONDURAS	1.98
9.	PANAMÁ	1.32
10.	BANGLADESH	1.32
11.	PERÚ	0.83
12.	VIE TNAM	0.83
13.	NICARAGUA	0.66
14.	BELICE	0.66
15.	VENEZUELA	0.50
16.	TAIWAN	0.36

Tabla 2: Países productores de camarón en el mundo en 1999

Fte: Revista de la Cámara Nacional de Acuicultura, Julio Agosto 1999

RUBRO	PARTICIPACIÓN
BANANO	25.90
CAMARÓN	20.60
PETROLEO	19.13
FLORES NATURALES	3,42
PESCADOS	1.93
CAFÉ	1.72
OTROS	27,13

Tabla 3: *Total de exportaciones ecuatorianas, 4133 millones de dólares fob*
Fte: Revista de la Cámara Nacional de Acuicultura, Julio - Agosto 1999

Año	PRODUCCIÓN DE CAMARÓN T.M.		TOTAL T.M.	Millones de \$
	FLOTA PESQUERA	CULTIVO EN PISCINA		
1976	7.682	1.318	9.000	
1977	7.217	1.383	8.600	
1978	6.550	2.700	9.200	
1979	7.787	4.698	12.485	
1980	7.800	9.180	16.980	
1981	8.000	12.100	20.100	
1982	8.000	21.500	29.500	
1983	8.900	35.700	44.600	
1984	6.300	33.600	39.900	
1985	6.023	30.205	36.228	
1986	9.166	43.628	52.794	
1987	10.730	69.153	79.883	
1988	8.100	74.480	82.580	
1989	7.640	70.063	77.703	42.310
1990	10.143	76.420	86.563	83.245
1991	13.587	112.278	125.865	150.520
1992	12.795	115.151	127.946	146.751
1993	10.560	95.043	105.603	118.794
1994	10.520	94.770	105.290	151.117
1995	9.909	113.851	123.760	197.793
1996	4.835	116.043	120.878	199.287
1997	6.143	147.427	153.570	203.625
1998	6.146	153.729	159.878	214.649

Tabla 4: *Producción de camarón ecuatoriano desde 1976 hasta 1998*
Fte: Revista de Cámara Nacional de Acuicultura. Abril - Mayo 1999.

PROVINCIA	PARTICIPACIÓN
GUAYAS	61,53%
EL ORO	21,58 %
MANABI	9,10%
ESMERALDAS	7,79 %

Tabla 5: Distribución de la producción camaronera por provincia en 1998
Fte: Revista a/e la Cámara Nacional de Acuicultura, Julio – Agosto 1999

CONTINENTE	PAISES	PARTICIPACION	1998	1999- Feb.
AMÉRICA			55.83	58.22
	ESTADOS UNIDOS	56.38		
	CANADÁ	1.44		
	ARGENTINA	0.25		
	CHILE	0.15		
EUROPA			31.14	22.79
	FRANCIA	6.19		
	ESPAÑA	6.08		
	ITALIA	5.67		
	HOLANDA	3.23		
	INGLATERRA	0.78		
	BELGICA	0.32		
	PORTUGAL	0.27		
	ALEMANIA	0.15		
	SUIZA	0.10		
ASIA			11.78	18.9
	TAIWAN	6.23		
	JAPÓN	4.89		
	CHINA	7.78		
OTROS PAÍSES			1.25	

Tabla 6: Destino de las exportaciones ecuatorianas de camarón
Fte: Cámara de Acuicultura Exportaciones de Camarón por país destino: Enero -Febrero 1999

1.2 ACUICULTURA VS. ECOLOGÍA.

Las tres cuartas partes del planeta esta formada por agua de este porcentaje el 99 % son de agua salada y el 1 % corresponde a agua dulce como indica el siguiente gráfico:

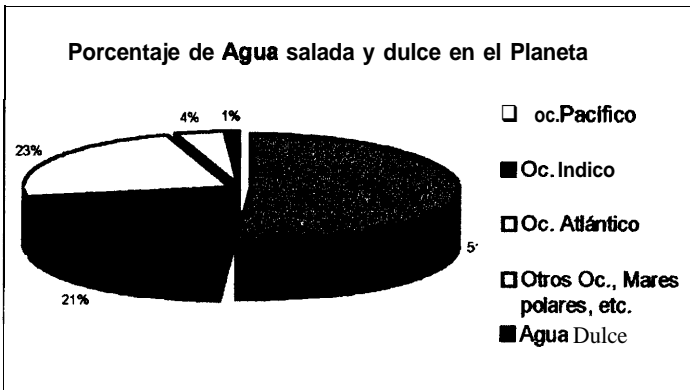


Gráfico 1: Constitución del agua disponible

Fuente: Allende Ignacio Dr. 1998

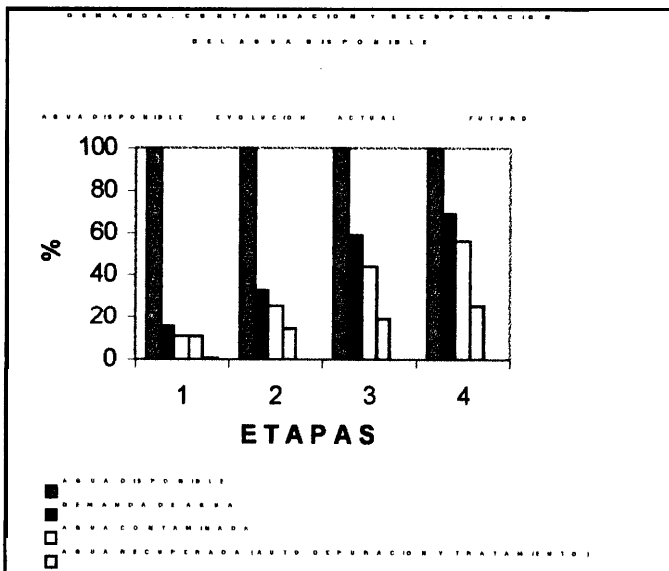


Gráfico 2: Disponibilidad de agua

Fuente: Allende Ignacio Dr. 1998

Etapa 1

Esta etapa representa la disponibilidad inicial de agua en todo el planeta. Las demandas iniciales eran pequeñas, siendo el medio capaz de recuperarse de la poca contaminación que se producía.

Etapa 2

Posteriormente con el avance de la humanidad, se incrementó la demanda, por ende la contaminación. La naturaleza todavía podía autodepurarse en gran parte, siendo el resto diluido sin problemas aparentes.

Etapa 3

En la actualidad la influencia de la contaminación es mayor en el agua total disponible. La demanda habría aumentado en un 30 % y la contaminación se duplicó con respecto a la etapa 2 pero la capacidad de recuperación del agua aumentó solamente en un 15 %, quedando aproximadamente un 60 % de agua contaminada sin poder tratarla.

Etapa 4

Este cuadro representa un posible escenario futuro cuando la demanda vaya a estar cerca del 80 % del total disponible en el mundo. Esta agua disponible posiblemente estará formada con agua no tratada, sino diluida, ya que la demanda de agua irá en aumento y la contaminación también. El poder depurador del medio no podrá ser total y el agua disponible dando estará más contaminada y su tratamiento más costoso.

Una evaluación preliminar de este gráfico conduce a dos posibles preguntas:

Ó ¿Se frena el desarrollo para dejar de contaminar el agua?

Ó ¿Se deja de contaminar el agua para evitar frenar el desarrollo?.

Analizando el gráfico con un espíritu pesimista se puede concluir que para evitar la crisis del agua se hace necesario frenar el desarrollo, pero se puede considerar que es **justo** pedirle a la humanidad este sacrificio? o **quizá** fuera necesario otra pregunta ¿**puede** haber desarrollo si no hay agua?.

Sin ser demasiado optimistas podemos decir que existe solución sin llegar a este extremo, en la actualidad existe cantidad de agua disponible como para satisfacer la demanda, la ciencia y la técnica nos proporcionan los medios para conservarla.

Entonces esta en nosotros la solución pero se hace necesario tomar acciones en forma **rápida** y consciente para salvar el agua y así salvar a la humanidad.

En los inicios de la Acuicultura en el Ecuador, se destruyeron mnumerables áreas de manglares que representaban aproximadamente el 14 % del área de manglar. La construcción de camaroneras ocasionó la destrucción de un hábitat que en ese entonces permanecía inalterable.

Se estima en general que el porcentaje de deforestación de manglar es solamente el 6,2 % de las reservas mundiales que han sido convertidas en **fincas** acuícolas. La distribución de estas áreas es de: África el 58 %, Asia 56 %, Tailandia 13,7 %, Indonesia 5 %, Ecuador 14 %, Filipinas **75,44 %**.

Como la **ecología** “Ciencia que estudia la inter- relación entre los seres vivos y su hábitat”, no estaba muy concientizada en nuestro país, se permitió que **año** tras año se destruyeran mas áreas de manglares. Cuando la Acuicultura de agua dulce empezó a dar sus primeros pasos se empezó también a desbrozar grandes extensiones de terrenos y como sucedió en el manglar también se destruyeron **hábitats** que habían permanecido inalterables por mucho tiempo.

Con el pasar de los años empezaron a surgir problemas en la industria acuícola que no tienen explicación como son: la falta de semilla silvestre, disminución de **camarón**, mala calidad del agua nuevas enfermedades persistentes y en algunos casos mortales etc.

En los últimos años el cuidado de nuestro medio ambiente ha tomado un giro radical y se está tratando por todos los medios posibles el cuidado del mismo, y esto conlleva a la promulgación de una ley del medio ambiente para evitar la tala indiscriminada de manglares y árboles así como también la contaminación ambiental.

Esta ley apareció porque según estudios de ecologistas la destrucción de los manglares y la contaminación de las aguas producían que los animales acuáticos que habitaban en ellos migren a otros lugares ocasionando la pérdida de alimento para animales acuáticos superiores, también controla las descargas de agua de camaroneras, laboratorios y fábricas con el fin de que no contaminen las aguas receptoras ya sea por productos químicos o por la alta carga orgánica que esta lleva, lo que podría producir una eutrofización de estas aguas.

En la actualidad está terminantemente prohibido la tala de manglar y se está haciendo esfuerzos para evitar la contaminación de aguas receptoras, por lo que la ecología en vez de atacar a la acuicultura a unido sus esfuerzos para conjuntamente con el medio productor acuícola resuelva los problemas que se presentan y conseguir nuevas tecnologías para tratar de evitar en lo menos posible la contaminación de la naturaleza.





CAPITULO II

2.- BIOLOGÍA ACUÁTICA.

2.1 CLASIFICACIÓN.

En la siguiente clasificación se ha tratado de determinar los más importantes organismos que influyen en la calidad del agua y se los ha ordenado por su género desde los más organizados hasta los menos organizados:

a).- Plantas Acuáticas

- Espermofitas: plantas productoras de semillas, hierbas acuáticas (superiores).
- Briofitas: musgos y hepáticas
- Pteridofitas: plantas sin flores relacionadas con los helechos, colas de caballo
- Talofitas: plantas primitivas (inferiores), algas.

b).- Animales Acuáticos

- Vertebrados: Animales que poseen espinazo o columna dorsal incluyendo a los peces y anfibios (Cordados).

- Cordados: Organismos que en alguna etapa de su desarrollo poseen un notocordio o cordón posterior, un sistema nervioso dorsal central y agallas
- Metazoarios: Con excepción de los protozoarios son:
 - Moluscos:** mariscos, caracoles, babosas, lapas, caracoles de mar
 - Artrópodos:** crustáceos, insectos, arañas, ácaros, hemípteros.
 - Anélidos:** gusanos segmentados
 - Nematodos: gusanos no segmentados o **ascáridos**.
 - Platelmintos: lombrices planas,
 - Rotíferos : animales redondos o circulares.
 - Pomíferos: esponjas.
 - Polizoarios: animales similares a los musgos.
 - Celenterados:** pólipos (hidra) y medusas
- Protozoarios: animales primitivos microscópicos.

c).- Hongos, bacterias, y virus acuáticos

Estos organismos frecuentemente se los clasifica como plantas debido a sus requerimientos nutricionales, pero debido a su morfología y fisiología se sitúan en una categoría aparte distinta al de las plantas y animales, lo que detallaremos más adelante.

2.2 PLANTAS ACUÁTICAS

De los cuatro géneros de plantas acuáticas los más importantes son: las hierbas acuáticas (Espermofitas) y las algas.

a) Espermofitas (plantas productoras de semilla)

Las hierbas acuáticas se encuentran generalmente en el litoral o bentos, pero algunas flotan libremente entre las que se encuentran en el bento tenemos a: *Anacharis* (*Eloдея*), la *Potamogetón*.

Entre las que flotan tenemos la Lemnaceae o lenteja de agua y la *Eichornia crassipes* (*lechuguín* o *jacinto de agua*). Estos proporcionan alojamiento y alimentación a otros organismos acuáticos que no compiten por los mismos nutrientes.

b) Talofitas, plantas primitivas

Están representadas únicamente por las algas las mismas que se encuentran reunidas en 4 familias que se distinguen de acuerdo a su color, en:

- Azul - verdes.
- Amarillo - verdes.
- Verde - pastos.
- Algas doradas o pardo doradas.

Algas azul-verdes (cianofkeas o micoficeas)

Generalmente tienen un color azul verde pero existen algunos géneros que son más bien rojos o cafés son células con filamentos y se encuentran en colonias sencillas, cuando crece en forma abundante origina lo que se conoce como *Flosaquae*, o florecimientos acuáticos. Al encontrarse en exceso emanan un olor semejante al del pasto y puede aumentar aún más según la época del año, por lo general no son tóxicas pero unas si lo son en menor grado (como la *Anabaena* y *Za Microcystis aeruginosa*).

Estas algas tienen capacidad de fijar el nitrógeno de la atmósfera en ausencia de cantidades adecuadas de amoniaco, nitrito y nitratos.

Diatomeas (*Bacilarioficeas*)

Son algas amarillo-verdes y algo **café**s, son unicelulares y pocas veces forman colonias, se encuentran en la mayor parte de las aguas superficiales dulces y saladas. Desprenden un olor aromático parecido al pescado debido a los aceites esenciales que *posee* (*Asterionella, Fragilaria, Melosira, Tabelaria*). Todas estas producen olor y sabor).

Algas Verde Pasto (*Cloroficeas*).

Se encuentran en aguas marinas como dulces, producen un olor semejante al del pescado y algunas veces al del pasto. Existe un genero conocido como lechuga marina o *Ulva* que se desarrolla en los estuarios que posee aguas contaminadas.

Algas Doradas o Pardo - Doradas. (*Crisoficeas*).

Son algas móviles con uno o dos flagelos anteriores pueden ser unicelulares o multicelulares, algunas de ellas desprenden olores muy fuertes a pescado (*Uroglenopsis*), otras en cambio tienen un sabor amargo como el de los pepinos (*Synura*).

2.3 ANIMALES ACUÁTICOS

Se tratará brevemente sobre los animales que tienen importancia en la economía sanitaria:

a) Vertebrados

Los más importantes son los peces y anfibios por lo que hay que evitar la contaminación de las aguas por materia orgánica, sustancias **tóxicas** como insecticidas, productos residuales de las industrias y compuestos químicos.

b) Moluscos

Existe una gran variedad como mariscos, caracoles, caracoles de mar etc. algunos son comestibles por lo que hay que evitar recogerlos de las aguas contaminadas debido a que podrías ocasionar infecciones intestinales y si se encuentran contaminados por dinoflagelados tóxicos se convierten en venenosos. También hay que evitar la acumulación de estos en las tomas de agua ya que reduce la capacidad de estas.

c) Artrópodos.

En el agua abundan muchos insectos en etapa lar-varias, algunas abandonan el medio acuático y otras permanecen en el agua toda su vida al convertirse en adulto, otros son **semiacuáticos** y ocasionan problemas al taponar los filtros de las toma de agua .

d) Gusanos.

Existen 3 especies acuáticas: *Anélidos*, *Nemátodos* y *los Rotíferos*, también están los *platelmintos* que no son acuáticos pero sus huevos juntos con los huevos de los *nemátodos* pueden infectar a los peces y a través de ellos al hombre.

Las lombrices acuáticas viven en los depósitos de fondo y son importantes porque efectúan una limpieza de los residuos.

e) Metazoarios.

Entre los principales tenemos a los *poríferos*, *polizoarios* y *celentereos* estos generalmente aparecen en forma individual pero súbitamente pueden presentarse en cantidades considerables y pueden obstruir los almacenamientos y filtros lentos de agua (Hydra) o también infestar **lagos** estanques y depositos (medusas

Craspedacusta) y en otras ocasiones pueden infestar las playas dándoles mal aspecto (medusa de mar).

f) Protozoarios.

No son perjudiciales para el hombre aunque existen pocas especies que si lo son. Estos organismos se alimentan de desperdicios realizando así una importante limpieza, tenemos 3 categorías importantes que son los ameboides, flagelados y ciliados.

2.4 HONGOS BACTERIAS Y VIRUS ACUÁTICOS

Estos 3 grupos poseen organismos patógenos para el hombre y están constituidos por organismos que se alimentan de desperdicios y recirculan los elementos nutritivos esenciales dentro del ambiente.

a) Hongos Verdaderos.

Se presentan en forma de filamentos ramificados o hifas, a excepción de las levaduras y hongos pequeños, presentan varios grupos pero entre los acuáticos tenemos a los: **ficomicetos**, **ascomicetos**, y los **hongos imperfectos**.

Ficomicetos.- hongos de agua dulce, algunos son parásitos dañinos de peces y anfibios y otros son saprófitos. Ejemplo *Leptomitus*, *Saprolegnia*, *Achlya* etc.

Ascomicetos.- Estos hongos casi en su totalidad son terrestres y algunos pocos de estos organismos son acuáticos como el *Fusarium aqueductum*

Hongos Imperfectos.- Este grupo comprende a la mayor parte de los hongos verdaderos de las aguas residuales. Son **heterótrofos**, y la mayor parte de ellos son **aeróbicos verdaderos**. Se desarrollan en temperaturas de 20 a 30 grados centígrados

con un pH que va entre 4 - 10, y pueden modificar este pH mediante la producción de ácidos orgánicos y amoníaco.

b) Bacterias.

Las bacterias incluyen 3 grupos que son:

- Bacterias verdaderas o Eubacterias.
- Lamas o Myxobacterias
- Bacterias

Todas las bacterias son sensibles al pH y a la temperatura teniendo un mínimo de 4,5 y un máximo de 9,5 y generalmente las bacterias son menos sensibles al frío que al calor. Debido a sus procesos metabólicos los productos de desechos en el crecimiento de las bacterias, pueden inhibir y algunas veces envenenar a los organismos que los producen.

c) Virus.

Son agentes infecciosos que pasan a través de un filtro ultramicroscópico y no poseen funciones metabólicas normales para poderse alimentar por lo que necesariamente necesitan invadir y parasitar a otras células para subsistir.

2.5 ORGANISMOS INDICADORES DE LA CONTAMINACIÓN

Durante mucho tiempo el típico indicador fecal del agua y de la presencia de parásitos intestinales y de patógenos han sido las bacterias coliformes. Para que un organismo sea considerado como un indicador de contaminación en el agua se debe tener en cuenta lo siguiente:

- 1.- Deben ser identificados por procedimientos relativamente simples en una forma rápida y económica.
- 2.- Deben encontrarse en un numero mucho mayor que los patógenos.
- 3.- Que puedan ser evaluados en forma numérica / cuantitativa, debido a que existen ciertos organismos acuáticos que por encontrarse en forma solitaria o agrupada pueden indicar mucho respecto a la naturaleza del ambiente en el que se presentan.

Bacterias Coliformes.

El grupo coliforme esta conformado por todas las bacterias aeróbicas y anaeróbicas facultativas, que no forman esporas, son gran negativas, en forma de bastón y fermenta la lactosa a 35 grados centígrados en 48 horas con desprendimiento de gases. Estas bacterias incluyen a los organismos que se originan en el tubo intestinal de los seres de sangre caliente (*Escherichia coli*) y a los provenientes del suelo y vegetación (*Aerobacter Aerogenes*).

Cuando se examinan organismos coliformes en las aguas negras, se encuentran que casi el 50 % de los organismos que fermentan la Lactosa son originarios de materias fecales y como las heces humanas son las fuentes principales de contaminación, la pronta identificación de estos coliformes nos da una prueba de peligro.

Otros Indicadores Bacterianos.

Las continuas investigaciones han determinado que se pueden emplear otros indicadores bacterianos a parte de los coliformes, como ejemplo podemos citar a los Estreptococos fecales, ya que se los puede detectar fácilmente en aguas recientemente contaminadas debido a que no se detecta su presencia en aguas limpias.

Esta bacteria se la puede detectar empleando la técnica del filtro de membrana, debido a que el hombre descarga los coliformes fecales en un numero mucho mayor

que los estreptococos fecales se ha tenido que dar un factor inferior de seguridad pero sin embargo puede ayudar a determinar la ausencia o presencia real de excrementos humanos. (Gordon Maskew Fair 1987)

Microorganismos Que Originan Malos Olores En Acuicultura

De los diferentes tipos de algas y *actinomicetos* se han aislado decenas de compuestos ‘volátiles odoríferos varios de los cuales tienen olores similares a aquellos descritos en los peces de malos sabores pero solamente 2 de ellos: geosmina y 2-metilisoborneol (MIB) han sido consistentemente reportados como los causantes de los malos sabores (*off-flavor*) en cultivos acuícolas.

Los compuestos *del off-flavor*, están asociados con la síntesis de pigmentos en las **cianofitas** y están principalmente almacenados en las algas filamentosas. la *geosmina* y el MIB son liberados con la muerte y descomposición de la cianofitas; no existe excreción activa de los compuestos.

Hay evidencia de que la intensidad de luz, el fotoperiodo, y la concentración de nitrógeno pueden afectar las producciones de los 2 compuestos que están ligados de alguna manera con la biosíntesis de algunos compuestos. Estudios de cultivos demuestran un incremento en la producción de compuestos olorosos de las **cianofitas** con la disminución de la intensidad de luz.

ALGAS	ORGANISMOS	MOLESTIA
Diatomeas	<i>Asterionella, Synedra, Tabellaria.</i>	Olor aromático hasta a pescado
	<i>Fragillaria, Navicula</i>	Turbidez
Verde Pasto	<i>Melosira</i>	Turbidez
	<i>Eudorina*, Pandorina*</i>	Olor a pescado
	<i>Volvox *</i>	Olor a pescado
Verde azul	<i>Chara, Cladófora,</i>	Turbidez. Nata.
	<i>Coelastrum, Spirogira</i>	Turbidez, Nata.
	<i>Anabaena, Aphanizomenón</i>	Olor musgoso, Pasto, Bilis
Amarillo Café	<i>Clathrocystis,</i>	Olor a pasto, Bilis
	<i>Coelosphaerium</i>	
	<i>Oscillatoria</i>	Olor a mangle, Turbidez
	<i>Dinobryon</i>	Olor aromático hasta a pescado
	<i>Malla Monas</i>	Olor aromático
Dinoflagelados	<i>Synura</i>	Sabor a pepino
	<i>Uroglenopsis</i>	Olor a pescado sabor oleoso
	<i>Ceratium</i>	Olor a pescado, Bilis
	<i>Glenodinium, Peridinium</i>	Olor a pescado
Filamentosa	<i>Beggiatoa (del azufre)</i>	Olor descompuesto, crecimiento en tubos
	<i>Crenotrix (del hierro)</i>	Olor descompuesto, crecimiento en tubos
Crustáceos	<i>Ciclops, Daphnia</i>	++
Miscelaneos	<i>Chironomus (gusanos rojos)</i>	++
	<i>Craspedacusta (hidras)</i>	++

Tabla 7: Organismos productores de molestias en Acuicultura

Fuente: Ingeniería Sanitaria y Aguas residuales Vol. 4 Gordon Maskew Fair.

* Estos organismos se caracterizan como protozoarios flagelados.

+Clasificación Incierta

++ Estos organismos son visibles individualmente y causan protestas de los consumidores.

ORGANISMO	OLOR	COMPU ESTO
<i>Streptomyces</i>	A tierra	Geosmina
<i>Streptomyces</i>	A moho	2-Metilisoborneol
<i>Microcystis</i>	A tabaco	B-Cyclocitral, Isopropilo
<i>Streptomyces</i>	A moho	3- Metoxipiracin
<i>Streptomyces</i>	A pútrido	Durforal
<i>Streptomyces</i>	A madera	Carim-4-ene-1-ol
<i>Asterionella</i>	A pescado	Sulfurodimetil
<i>Synura</i>	A hongo	B-Ionone
<i>Microcystis</i>	A cebolla	Isopropilmercaptano
<i>Anabaena</i>	A hongo	1-Octeno-3-uno
<i>Stephanodiscus</i>	A lechuga	Hexanal
<i>Criptómonas</i>	A rancio	Heptanal

Tabla 8: Organismos productores de compuestos que causan malos olores

Fuente: Tomado de *Advances in World Aquaculture. Vol 3.*

2.6 ECOLOGÍA DE LAS AGUAS LIMPIAS Y CONTAMINADAS.

Tanto las aguas limpias como las contaminadas se caracterizan por un decremento gradual en los materiales alimenticios. Según Kolkwitz y Marsson concordaron en la existencia de 3 zonas con características sapróbicas: Zona Polisapróbica, Zona Mesosapróbica, Zona Oligosapróbica.

Zona Polisapróbica:

Esta zona se caracteriza porque es rica en sustancias alimenticias orgánicas de alto peso molecular, desagradables y de productos intermedios de su descomposición, el DBO es alto y el OD se encuentra en pequeñas cantidades en algunos casos no se encuentran. Presentan olores molestos debido al desprendimiento de ácido sulfhídrico y por la formación de sulfuros de hierro negros en el fondo de los lodos.

En cuanto a la biología presenta un alto crecimiento de bacterias, una gran cantidad de coliformes y contiene grandes cantidades de individuos que pertenecen sólo a unas cuantas clases de organismos. Aquí se encuentran las bacterias superiores (*Beggiatoa alba*) e inferiores, protozoarios bacterívoros - flagelados y ciliados incoloros,

bacterias de azufre. Predomina el llamado hongo de las aguas negras (*Sphaerotilus natans*) pero en realidad es una bacteria superior.

Aparecen rotíferos, larvas de insectos y gusanos erizados (gusanos de lodo), gusanos en forma de cola de rata (*Eristalis tenax*), larvas de abejorros, etc.

Una de las principales características muy notorias es que las hidras, esponjas, musgos, crustáceos, moluscos y peces evaden las aguas de esta zona.

Zona Mesosapróbica:

Esta zona se encuentra dividida en dos partes que son la α - Mesosapróbica y β - Mesosapróbica.

En la parte α se realiza la purificación natural en una forma más o menos turbulenta, acompañada de oxidación y con la ayuda de algunos organismos clorofíceos tolerantes.

Aquí se encuentran las aguas residuales diluidas o que no han sido totalmente purificadas y se realizan procesos de oxidación aeróbicos y anaeróbicos, hay presencia de fotosíntesis y la concentración del OD puede llegar a la saturación durante el día, los sulfuros negros de hierro se transforman en hidróxidos amarillos y el olor del azufre disminuye.

Biológicamente las bacterias permanecen en altas concentraciones, surgen las algas de color verde y verde pasto, las diatomeas y las plantas acuáticas. Aumentan el número de gusanos rotíferos y protozoarios.

En la zona β se produce la mineralización, aparecen los dinoflagelados, esponjas, musgos, crustáceos y larvas de insectos. Otra característica de esta zona es la

aparición de algas filamentosas y diatomeas bajo la superficie del agua y los gusanos de la paja y larvas de moscas efímeras

Zona Oligosapróbica:

Se caracteriza por tener el agua relativamente limpia, saturada con oxígeno y algunas veces sobre saturada, el porcentaje de nitrógeno orgánico es pequeño y el agua es generalmente clara y transparente, el fondo es limpio y algunas veces puede presentar características mesosapróbicas.

En cuanto a la biología la zona es pobre en bacterias y flagelados bacterívoros, recesión de algas y algunas veces surgen florecimientos, hay presencia de protozoarios, rotíferos, crustáceos. En el fondo crecen los gusanos de la paja, libélulas y larvas de plecópteros que sirven de alimentos de peces. (Gordon Maskew Fair 1987).

CAPITULO III

3.- TRATAMIENTOS BIOLOGICOS

3.1 DEFINICION

Se conoce como tratamiento biológico a la digestión biológica de la materia orgánica por medio de bacterias cultivadas bajo control.

Conocidos también como depuración biológica consiste en hacer permanecer durante cierto tiempo el agua a depurar en plantas de tratamiento, con el fin de transformar la materia orgánica, mediante una fermentación producidas por bacterias y otros microorganismos aeróbicos y anaerobios.

Debido a que en estos tratamientos o procesos intervienen organismos vivos (bacterias) deben considerarse todos los factores que van a influir en su crecimiento como:

- Disponibilidad de nutrientes
- Clima templado
- Ambiente libre de cambio brusco de temperatura
- Intensidad de luz

El propósito principal de estos tratamientos es la conversión del amoniaco a nitrito y de nitrito a nitrato, factor muy importante de los cultivos acuáticos porque el

amoníaco es un desecho metabólico altamente tóxico que se descarga directamente por muchos organismos acuáticos y que se genera como un subproducto por muchas bacterias.

El Nitrito es un tanto menos tóxico que el amoníaco (como NH_3), ya que es considerado relativamente no tóxico para la mayoría de organismos acuáticos.

3 . 2 CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS D E LOS TRATAMIENTOS BIOLOGICOS

Los tratamientos biológicos necesitan de la oxidación biológica o aireación para lograr sus objetivos ya que las moléculas orgánicas liberan su contenido de energía descomponiéndose en moléculas de menor energía. Todo proceso de biodegradación necesariamente necesitara de la aireación como un eslabón primordial dentro de su etapa.

Debido a que el proceso de respiración de todo organismo viviente es de 2 clases: Aeróbico y Anaerobio, se ha clasificado a los tratamientos biológicos de igual forma.

En el proceso aeróbico el oxígeno libre es utilizado como oxidante de los compuestos orgánicos (o como atrayente de los H separados de la molécula orgánica).

En cambio en el proceso anaeróbico el compuesto oxidante (aceptador de Hidrógeno) es otro elemento que no sea oxígeno.

El proceso aeróbico es el más completo, ya que permite la oxidación total de las moléculas orgánicas, las mismas que son transformadas en agua y anhídrido carbónico, liberando una gran cantidad de energía potencial. Debido a que este

proceso libera toda esa energía, esta es utilizada siempre y cuando haya oxígeno disponible en el medio.

En el proceso anaeróbico, la oxidación de las moléculas orgánicas es incompleta y en vez de liberar anhídrido carbónico y **agua**, se liberan subproductos que aun son compuestos orgánicos que contienen energía potencial, como el metano, ácidos orgánicos, alcoholes.

Como se había dicho anteriormente que los tratamientos biológicos se los ha clasificado en aeróbicos y anaeróbicos, de acuerdo a la forma de respiración de los organismos que intervienen. Estos a su vez se subclasifican en varios tratamientos que son:

AEROBICOS	ANAEROBICOS	OTROS
Lodos Activados	Laguna de Estabilización	
Filtros Percoladores	Digestor Cerrado	Sistemas Físico Químicos
Discos Giratorios		Irrigación de la tierra.
Laguna de Estabilización.		Plantas Acuáticas.

Tabla 9: Otros tipos de tratamiento aeróbicos y anaeróbicos
Fuente: Manual del Agua. Tomo II. 1989. Kemmer & McCallion.

Lodos Activados

Flóculos Biológicos a través del cual se inyecta aire comprimido o se airéa por agitación mecánica, se usa para depurar rápidamente aguas residuales. Este sistema se utiliza casi siempre en plantas municipales de aguas de desecho donde opera con éxito bajo condiciones climáticas sumamente variadas. Por lo común el aire es abastecido por difusores situados debajo de la superficie y en algunas veces se abastece oxígeno puro en vez de aire para reducir el volumen del incubador.

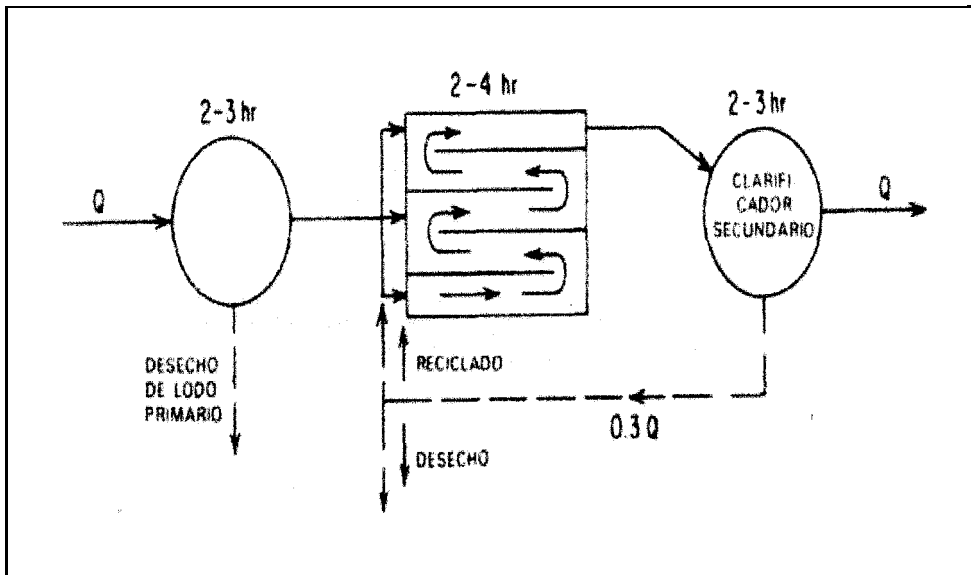


Fig 1: Diseño de un sistema de tratamiento con lodos activados

Fuente: Manual del Agua. Tomo 2. Kemmer Frank N. 1989. Pg. 23--11.

Filtros Percoladores

Estos filtros no proporcionan un alto grado de remoción de materia orgánica como ocurre en los lodos activados pero su ventaja es el ahorro de espacio y resiste grandes perturbaciones. Son estructuras circulares que rodean al medio de contacto (grava) sobre el cual se hacen gotear las aguas residuales por medio de unos **aspersores giratorios**, poseen profundidad relativamente **baja** y opera a velocidades 10 o mas veces que la de los lechos de contacto. La mecánica de estos filtros consiste en la formación de una masa biológica gelatinosa sobre la superficie **del filtro** y esta masa digiere la materia orgánica en el agua que pasa sobre la superficie. -Estos filtros no requieren mas aire que el proporcionado por la ventilación natural.

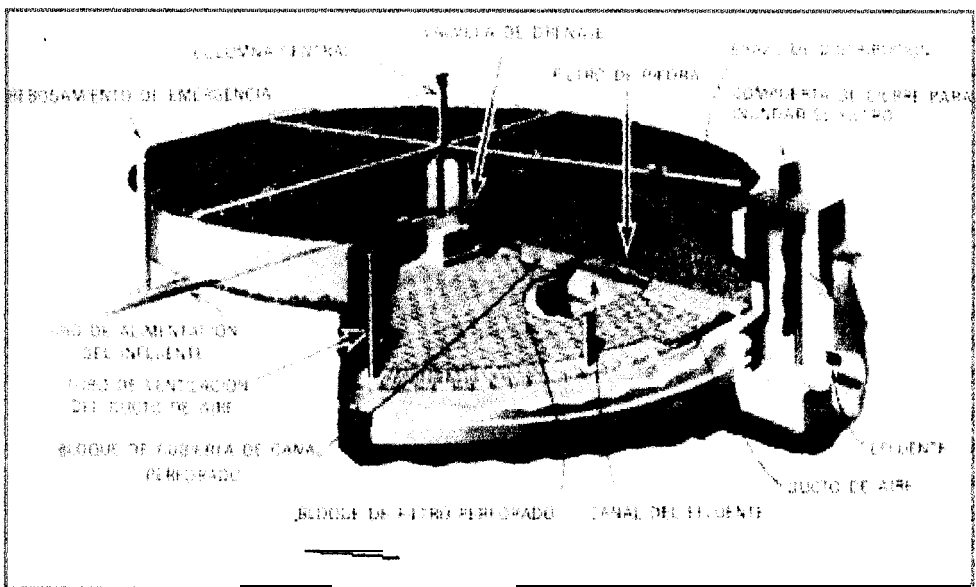


Fig 2: Filtro Percolador

Fuente: Manual del Apa. Tomo 2. Kemmer Frank. 1989. Pg 23 – J2.

Discos Giratorios

Estos tipos son operados en serie para poder soportar cargas elevadas de modo que la materia orgánica se reduce en 2 o 3 etapas y están diseñados de tal forma que se reduzca a lo mínimo el enfriamiento por la evaporación para mantener dentro de lo posible una temperatura favorable de operación.

Al igual que el filtro Percolador estos necesitan de un crecimiento de gel biológico sobre sus discos para así poder realizar la digestión de los desechos orgánicos, la diferencia que hay con los filtros percoladores es que el agua contaminada es regada sobre la superficie del filtro percolador en cambio los discos giratorios giran dentro del agua contaminada.

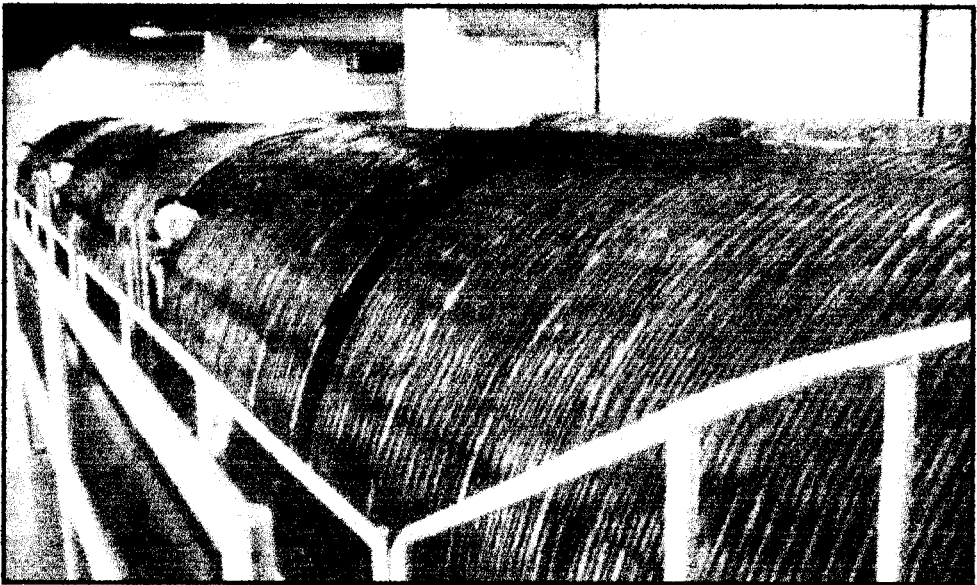


Fig 3: Discos giratorios de gran capacidad

Fuente: Manual del Agua. Tomo 2. Kemmer Frank 1989. Pg 23 -13.

Laguna De Estabilización Aeróbica

Las lagunas de estabilización son estructuras sencillas de tierra con una profundidad pequeña de 3 a 4 pies abiertas al sol y al aire, que son los recursos naturales necesarios para el tratamiento, donde se almacenan las aguas contaminadas hasta que puedan ser descargadas. En las lagunas de estabilización aeróbicas **las** sustancias degradables suspendidas y disueltas se estabilizan por las poblaciones aeróbicas microbianas abastecidas **del** oxígeno necesario mediante la fotosíntesis de **las** algas y algunas veces por medio de aireación mecánica.

Laguna De Estabilización Anaeróbica.

Estas lagunas tienen generalmente de **6** a 10 pies de profundidad en donde las sustancias degradables se estabilizan por las poblaciones microbianas anaeróbicas en ausencia continuada de **O.D.** donde la carga y los **periodos** de retención varían ampliamente dependiendo del agua tratada, donde los olores son controlados manteniendo a la laguna en condiciones alcalinas.

Los desechos entran al estanque sin adicionar aire y el contenido de oxígeno se reduce rápidamente llevando a la fermentación, formándose con frecuencia una costra gruesa sobre la laguna que impide la oxidación. El material carbonáceo es convertido en ácidos orgánicos y **alcoholes** y posteriormente en metano, **el** material proteico se convierte en amoníaco y los sulfatos se reducen a sulfuros que es la fuente del olor de la laguna, estas pueden necesitar de hasta 30 días de retención pero no son muy aceptadas por la emanación de los olores de sulfuro.

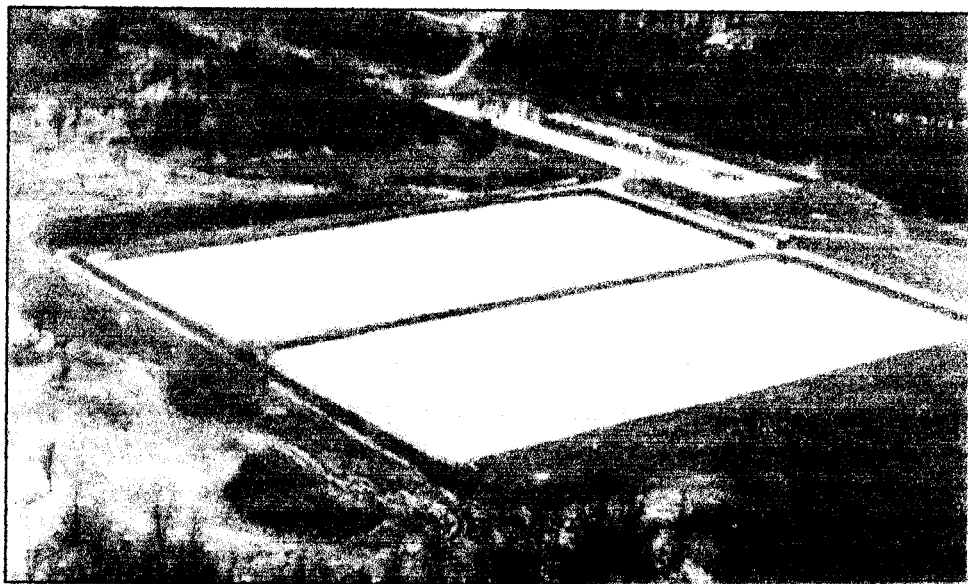


Figura 4: Lagunas de estabilización

Fuente: Manual del Agua. Tomo 2. Pg 23 - 9.

Digestor Cerrado

Consisten en tanques aislados por relleno de tierra utilizados principalmente para tratar aguas negras municipales, produce 70 % de gas metano que es colectado y quemado para proporcionar calor al digestor y mantener su temperatura de 32 - 35 grados centígrados.

El aislamiento de los digestores se debe a la necesidad de mantener la temperatura mencionada por un período de 20 a 30 días para una actividad **biológica** eficiente.

El amoníaco y el CO₂ producido durante la digestión originan bicarbonato de amoníaco en una solución y da lugar a un sobrenadante a partir del digestor con una alcalinidad de 500 a 1500 mg / litro, que es **extraído** para alimentar los estanques de aireación.

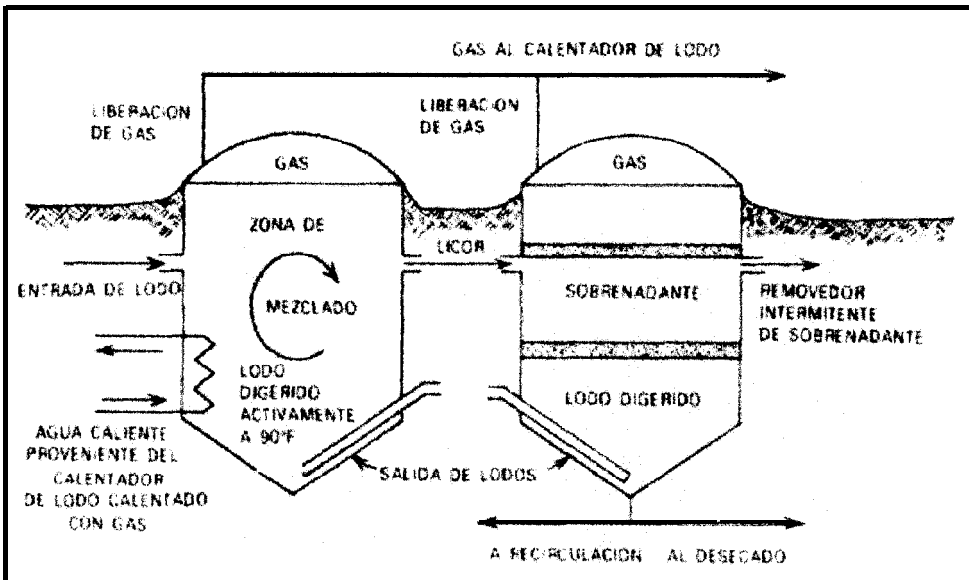


Fig 5: Digestor cerrado

Fuente: **Manual del Agua**. Tomo 2. Kemmer Frank N. Pg 23 - t 5

Lagunas Facultativas

Están diseñadas por lo común para soportar un tiempo de retención mayor a 30 días donde se producen los procesos Aeróbicos y Anaeróbicos, con una profundidad de 5 a 10 pies. La digestión anaeróbica ocurre en la capa de lodo asentado y la digestión aeróbica en la superficie del agua.

Irrigación De La Tierra

Con la irrigación del terreno, las bacterias del suelo se vuelven agentes activos en la digestión de la materia orgánica donde los residuos orgánicos se convierten en humus que actúa como un productor de suelos y mejorador de cosechas. Las aguas residuales se conducen a los campos de irrigación mediante canales o tuberías y se vierten sobre las tierras mediante un flujo superficial o por aspersores. Las granjas de aguas negras no son utilizadas en la actualidad en los países industrializados y urbanizados debido a que los suelos sobrecargados se vuelven sépticos, agrios, enfermos de aguas negras e inútiles-



Fig 6: Irrigación de la tierra

Fuente: Manual del Agua. Kemmer Frank N. Tomo 2. Pg 23 –15.

Plantas Acuáticas

El sistema de tratamiento con plantas acuáticas flotantes consiste en mantener ciertos tipos de plantas sobre la superficie del agua a tratar con el fin de que las bacterias **nitrificantes** que se encuentran en las raíces flotantes y el mismo proceso **fotosintético** de la planta purifiquen el medio.

Entre la gran cantidad de plantas **acuáticas** existentes se han determinado 3 para este tipo de tratamiento:

- *Eichhornia crassipes* (Lechuguín, **bora**, jacinto de agua ó lirio acuático)
- *Lemna spp.*, *Spirodela spp.*, *Wolffia spp* (Lenteja de agua).
- *Hidrocotile umbellata*.

Referencias de trabajos **realizados**.-

Estudios experimentales con el jacinto de agua en plantas pilotos de piscinas de tratamiento de aguas residuales arrojaron resultados favorables en la disminución de sulfatos, malos olores, y molestias causados por **insectos**.

Mientras que otros estudios en piscinas de degradación de aguas domésticas residuales utilizando jacinto de agua se obtuvo un **17 %** mas de eficiencia en remoción de sólidos suspendidos totales y Demanda Bioquímica de Oxígeno que en piscinas de oxidación, estos tratamientos sólo se pudieron llevar a cabo en pequeñas zonas rurales.

3.3 RESEÑA DE LA PLANTA (*Eichhornia crassipes*)

Taxonomía

Reino:	Vegetal
División:	Spermatophytas.
Subdivisión:	Angiospermae
Clase:	Monocotyledoneae (1 cotiledón)
Subclase:	Líhidae
orden:	Pontederiales
Familia:	Pontederiaceae
Genero:	Eichornia
Especie:	Crassipes

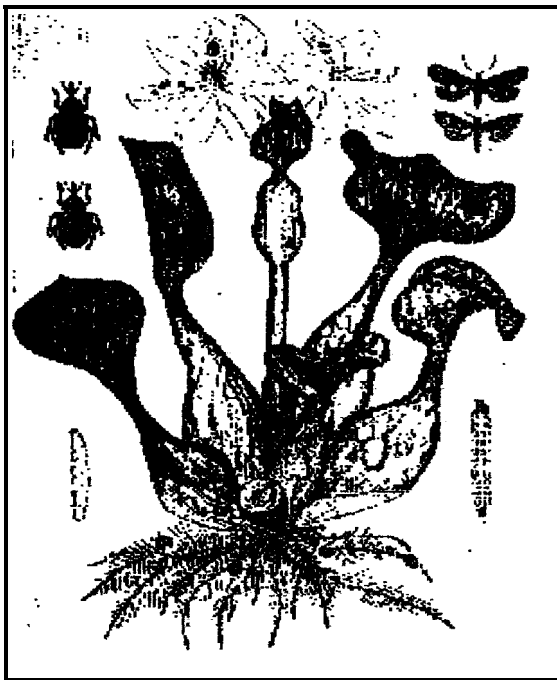


Fig 7: Eichhornia crassipes

*Fuente: By A. W. Pieter. Department of Agricultural.
Research of Royal Tropical Institute Amsterdam.*

Descripción De La Planta (*Pistia stratiotes*)

Es una planta de flotación libre, habita en ríos, estanques, lagunas y presas, no resiste el medio salino. Esta presente en los embalses de Paute (Azuay) que es una presa muy alta, Daule Peripa (Guayas), Poza Honda y la Esperanza (Manabí) y en las cabeceras de todo el país. El ciclo de vida del lirio acuático es crecer en las cabeceras de ríos, movilizarse durante las crecientes y llegar hasta el mar donde muere; este proceso dura entre 65 a 70 días, lo que contribuye a su rápida proliferación. Son plantas acuáticas vasculares de agua dulce de hojas verdes redondeadas y brillantes y con flores de color lavanda, posee peciolo esponjosos con muchos poros de aire que le ayudan en la flotabilidad. Habita en ríos, estanques, lagunas y presas. No resiste el medio salino.

La planta se extiende lateralmente hasta recubrir toda la superficie del agua y llega a medir entre 0,5 y 1,2 metros desde la parte superior hasta la raíz, es la octava planta con crecimiento más rápido en todo el mundo.

Reproducción

Su reproducción es asexual y sexual.

Sus flores son atractivas, grandes y de color violeta claro, agrupadas en espigas.

Se reproduce por propagación vegetativa, las semillas suelen ser una importante fuente de rebrote una vez que son eliminadas las plantas adultas.

Según un estudio científico dos plantas madres producen 300 plantas hijas en 23 días y 12000 en 4 meses (Biólogo Leonardo Maridueña).

Parámetros De Crecimiento

Los factores que afectan su crecimiento son:

- Eficiencia de utilización de la energía solar por parte de la planta.
- La composición del agua en materia de nutrientes.

. Método de cultivo.

- Factores ambientales, la velocidad de crecimiento del jacinto depende de la temperatura del agua y de la temperatura del aire.

Cultivo

El cultivo se puede describir de 2 formas:

1. Por el porcentaje de superficie de agua ocupada durante un tiempo determinado.
2. Por la densidad de planta medida como masa de plantas mojadas por superficie unitaria.

En condiciones normales el jacinto recubre la superficie del agua con una densidad de 10 Kg/m² (peso húmedo) y puede llegar hasta 80 Kg/m².

3.4 CONDICIONES PARA EL TRATAMIENTO.

Topografía.- El terreno debe tener una topografía uniforme horizontal o con ligera pendiente.

Característica del suelo.- Los suelos más indicados son aquellos suelos de permeabilidad Lenta (< 5 mm/hora), es necesario minimizar las pérdidas de agua por per-colación.

Clima.- Esta planta puede tolerar una temperatura de agua de hasta 10 grados centígrados.

Profundidad del agua.- Desde 0,45 hasta 1,2 metros para tratar de que el agua tenga un mezclado vertical para que entre en contacto las raíces de las plantas con las zonas en la que se encuentran las bacterias. A menores concentraciones de nutrientes del agua se puede manejar profundidades mayores, puesto que las raíces de la planta crecen en longitud y lo absorben también del suelo.

Carga Orgánica.- La carga orgánica expresada en términos de DBO5 puede variar ente 1 y 30 ppm al día (10 y 300 Kg /ha.Día).

Características	Tratamiento
Limitaciones climáticas	En clima frío puede ser necesario almacenar agua
Profundidad hasta el nivel freático	No crítica
Pendiente Baja a moderada	Normalmente inferior al 5 %, 1 %.
Permeabilidad del suelo	Baja a moderada

Tabla 10: Características del Tratamiento con el lechuguín

Características	Tratamiento
Técnicas de aplicación	Superficial
Carga hidráulica x ciclo	10000 m3
Superficie necesaria Ha/ 10 m3	3333 m2
Pretratamiento mínimo	Sedimentación primaria, no necesaria
Compensación del agua cargada aplicada	Evapotranspiración, filtración, etc.
Necesidad de vegetación	Lechuguín

Tabla 11: Características del diseño de Tratamiento con el lechuguín

Crterios Típicos	Sistemas de Tratamiento con plantas flotantes
DBO Afluyente, mg/l	30
Carga de DBO, Kg/ha.d	11-44
Profundidad de agua, m	0.6-1
Tiempo de detención	6-18
Carga hidráulica, l/m ² .d	36-150
Temperatura del agua, °C	>10
Programa de cosecha	Entre dos veces al mes y de forma continua.

Tabla 12: Criterios de diseño típico del efluente esperado en sistemas de tratamiento con plantas acuáticas flotantes.

Calidad del efluente esperado	Tratamiento
DBO, mg/l	< 30(<10)
SS, mg/l	< 30(<10)
NT/ mg/l	<15(<5)
PT, mg/l	<6(1- 2)

Tabla 13: Calidad del efluente en el sistema de Tratamiento

Fuente: Metcalf & Eddy, Inc. 1995 Ingeniería de Aguas residuales

**Los valores entre paréntesis son los relativos a la eliminación de nutrientes.*

Descripción	DBO	SS	NH₃	NO₃	P
Desechos típicos	300	300	30-45	0	10

Tabla 14: Parámetros típicos para los desechos residuales domésticos

Fuente: Codemet. Departamento de Ingeniería Ambiental 1999.

Sistemas para controlar la expansión

Hay 4 sistemas de control utilizados en el mundo:

Químico, Biológico, hidráulico y mecánico.

Interrelación Del Lechuguín Y Mecanismos De Tratamiento Que Intervienen Dentro De La Piscina

En el medio ambiente natural, cuando interacciona el agua, el suelo, las plantas y microorganismos y la atmosfera, se producen procesos físicos, químicos y biológicos. Los sistemas de tratamiento se diseñan para aprovechar estos procesos con objeto de proporcionar tratamiento al agua.

Los procesos que intervienen en los sistemas de tratamiento natural incluyen muchos de los utilizados en las plantas de tratamiento.

- Sedimentación
- Filtración
- Transferencias de gases
- Adsorción
- Intercambio Iónico
- Precipitación química
- Conversión y Descomposición Biológica
- Procesos propios como la fotosíntesis, la fotooxidación, y la asimilación de las plantas.

A diferencia de los sistemas mecánicos, en los que los procesos se llevan a cabo, de forma secuencial, en diferentes tanques y reactores a velocidades aceleradas como consecuencia del aporte energético, en éstos sistemas los procesos se producen a velocidades << naturales >> y tienden a realizarse de forma simultánea en un único << ecosistema >>.

El Sistema del Lechugín es un filtro vivo, es un sistema de tratamientos de aguas abajo costo, hecho por el hombre de tal forma de emular y maximizar los procesos naturales de purificación conocidos y que se producen en estos sistemas.

En estos sistemas las plantas acuáticas bombean oxígeno desde el aire (atmósfera) hacia las raíces para así poder sobrevivir dentro de su hábitat.

La fina capa de oxígeno que cubre las raíces de las plantas que soportan a una población diversa de microbios aeróbios que digieren moléculas orgánicas y a su vez liberan dióxido de carbono y agua.

La combinación de digestión y la absorción que toma lugar en este sistema provee de una reducción del CTO (Consumo Total de Oxígeno) y en la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y en las concentraciones compuestos tóxicos (metales pesados).

Estos tratamientos son capaces eliminar, hasta cierto punto, casi todos los constituyentes del agua considerada como contaminantes.

- Sólidos suspendidos
- Materia Orgánica.
- Nitrógeno.
- Fósforo.
- Elementos de traza.

- Compuestos orgánicos de traza.
- Microorganismos.

Sólidos suspendidos: Los sólidos suspendidos del agua se eliminan por sedimentación, potenciada por las reducidas velocidades de circulación y por la escasa profundidad, y por filtración a través de las formas vivas y de los desechos vegetales, En la interface suelo se produce **una** eliminación adicional.

Materia orgánica: La materia orgánica degradable presente en el agua, ya sea soluble o insoluble, se elimina por degradación microbiana. Los microbios responsables de esta degradación suelen estar asociados a películas que se desarrollan sobre la superficie de las partículas del **suelo**, vegetación y desechos vegetales. En general, éstos sistemas se **diseñan** y explotan de modo que resulte posible mantener condiciones aeróbicas, con la intención de que la degradación de la materia orgánica se realice, principalmente, gracias a la acción de microorganismos aeróbicos, ya que la descomposición aeróbica tiende a ser más rápida y completa que la anaerobia y, por lo tanto, se consiguen evitar los problemas de olores asociados a los procesos de descomposición anaerobia.

Nitrógeno: En un sistema de crustáceos, el nitrógeno es un elemento esencial puesto que es un elemento de proteínas. Las fuentes de nitrógeno en un estanque incluyen principalmente nitrógeno atmosférico (N₂) y productos de descomposición provenientes de materias orgánicas presentes en un estanque, **aunque** la **proteína** del alimento, que se agrega en el estanque es la fuente más importante de nitrógeno en un sistema comercial de **crustáceos**. La transformación y eliminación de nitrógeno en estos sistemas implica una serie de procesos y reacciones complejas. Los mecanismos implicados en la eliminación de **nitrógeno** del agua dependen de la forma en que está presente el nitrógeno.

- Nitrógeno orgánico
- Nitrógeno amoniacal (NH_3 Amoniacado libre o No Ionizado y NH_4 Amonio Ionizado).
- Nitrógeno en forma de nitratos (Nitritos NO_2 y Nitrato NO_3)
- Desnitrificación Biológica

Harvey y Fox (1973) encontraron una relación lineal entre el porcentaje de nitrógeno total de Kjeldahl y el tiempo de retención en días. Después de 2 días alrededor del 21 % de nitrógeno se había eliminado y a los 10 días se había extraído el 86 % del nitrógeno.

Nitrógeno orgánico.- El nitrógeno orgánico asociado a los sólidos suspendidos presentes en el agua, se elimina por sedimentación y filtración. El nitrógeno orgánico en fase sólida se puede incorporar directamente al humus del suelo, que consiste en moléculas orgánicas complejas de gran tamaño que contienen carbohidratos complejos, proteínas, sustancias proteínicas y ligninas. Parte del nitrógeno orgánico se hidroliza para formar aminoácidos que se pueden descomponer, adicionalmente para producir iones amonio (NH_4).

Nitrógeno amoniacal. - En estos sistemas de tratamiento, el nitrógeno amoniacal puede seguir diferentes vías de descomposición. El amoniacado soluble se puede eliminar por volatilización directa a la atmósfera en forma de amoniacado gas. Esta vía de eliminación es de un 10%.

La mayor parte del amoniacado afluente y del amoniacado convertido se absorbe temporalmente, mediante reacciones de intercambio iónico, sobre las partículas del suelo y sobre las partículas orgánicas dotadas de carga. El amoniacado absorbido es apto para el consumo por la vegetación y los microorganismos, o para la conversión a nitrógeno en forma de nitrato mediante la nitrificación biológica bajo condiciones aeróbicas.

Nitrógeno en forma de nitrato.- No sufre reacciones de intercambio iónico debido a su carga negativa, permanece en solución, y es transportado como parte del agua percolada. Si no se elimina por consumo de las plantas o por procesos de desnitrificación, el nitrato lixiviará o percolará alcanzando las aguas subterráneas subyacentes. La vegetación puede asimilar los nitratos, pero ello sólo se produce en las proximidades de las raíces durante los periodos de crecimiento activo, la que posteriormente se debería recoger y retirar del sistema.

Los nitratos son fácilmente asimilados para nuevos tejidos por las plantas, ó se convierte en nitrógeno elemental por la bacteria de desnitrificación. Algunos nitratos se pierden en los sedimentos.

Desnitrificación / Nitrificación Biológica. - Los nitratos también se eliminan por desnitrificación biológica y posterior liberación del óxido nitroso gaseoso y del nitrógeno molecular a la atmósfera.

En los sistemas acuáticos la *desnitrificación* biológica es el principal mecanismo de eliminación de nitrógeno. Para que la desnitrificación sea completa, es necesario que la relación carbono / nitrógeno sea de al menos 2: 1.

En la nitrificación, la bacteria del género *Nitrosomonas* convierte el amoníaco en nitrito, y la bacteria del género *Nitrobacter* convierte nitrito en nitrato bajo ciertas condiciones. Estas formas inorgánicas pueden ser tóxicas, es por esta razón que la amonificación, nitrificación, y desnitrificación son procesos importantes en los sistemas de Acuicultura.

Fósforo. - Los principales procesos de eliminación de fósforo que se producen son por adsorción, precipitación química, y las plantas que lo consumen. El fósforo, normalmente presente en forma de ortofosfatos, es absorbido por minerales arcillosos

y determinadas fracciones orgánicas de la matriz del suelo. La precipitación química con calcio (A PHs neutros o alcalinos) o con hierro o aluminio (A PHs ácidos), se produce a menor velocidad que los fenómenos de adsorción. Estos sistemas acuáticos, presentan un potencial de eliminación de fósforo limitado.

Referencias de Harvey y Fox (1973) , El fósforo total disminuye con el tiempo de retención y alrededor del 45% después del día 8 .El porcentaje de eliminación del fósforo fue lineal con respecto al tiempo de retención de 2 a 8 días, pero la concentración de fósforo aumentó ligeramente entre 8 y 10 días.

Elementos traza-. La eliminación de los elementos traza (Principalmente metales) se produce, fundamentalmente, por el mecanismo de adsorción / término que engloba reacciones de adsorción y precipitación) y, en menor grado, mediante la asimilación de algunos metales por parte de las plantas.

Los metales son retenidos en el suelo o en los sedimentos de los sistemas acuáticos. Los rendimientos de eliminación suelen ser menores al 80 % debido al contacto limitado con sólidos y sedimento (*Metcalf & Eddy, Inc 1995 Ingeniería de Aguas residuales*).

Compuestos Orgánicos a nivel de traza. - Los compuestos orgánicos de traza se eliminan del agua por volatilización y adsorción seguidas de degradación biológica o fotoquímica.

En general, los sistemas permiten eliminar una fracción importante de los compuestos orgánicos de traza; sin embargo los datos de que se dispone en la actualidad no permiten predecir los rendimientos de eliminación de compuestos individuales.

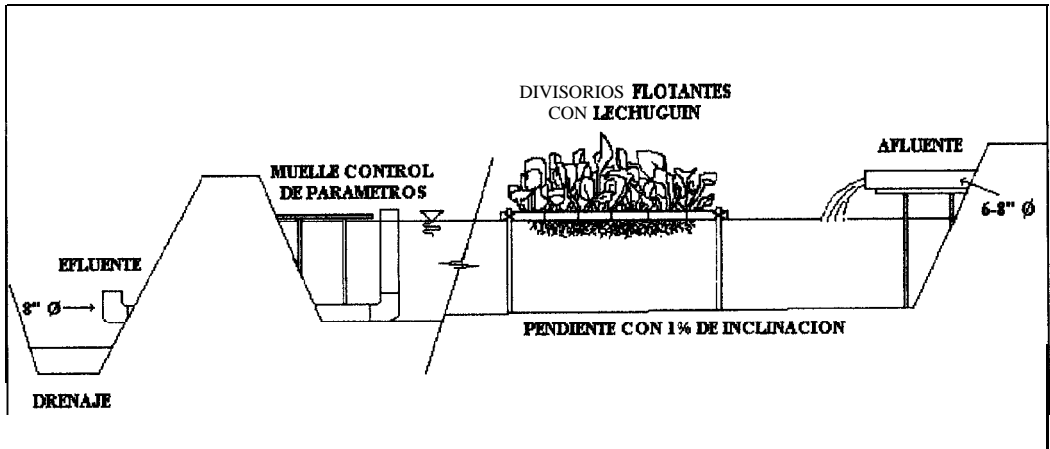
Eliminación de compuestos **orgánicos** de trazas con jacinto de agua

Química orgánica	Piscina de jacinto de agua
Cloroformo	93.61
Tolueno	99.99
Benceno	99.99
Clorobenceno	99.99
Etilbenceno	99.99
Bromoformo	
Dibromoclorometano	99.99
m- Nitrotolueno	
PCB 1242	
Naftaleno	85.71
Fenantreno	
Pentaclorofenol	
2-4 Diclorofenol	
Nitrobenceno	
m- Diclorobenceno	
Pentano	
Hexano	
Dietil ftalato	75.00
1, 1, 1 - Tricloroetano	99.99
Fenol	91.49
Butilbencil ftalato	80.95
Isoforono	66.67
1,4- Diclobenceno	99.99

Tabla 15.- Eliminación de compuestos orgánicos de trazas con jacinto de agua

Fuente: Metcalf & Eddy, In. 1995. Ingeniería de Aguas residuales

Microorganismos.- Los mecanismos de eliminación de las bacterias y parásitos (protozoos y helmintos) comunes a la mayoría de los sistemas de tratamiento natural incluyendo la muerte, retención, sedimentación, atrapamiento, depredación, radiación, desecación y adsorción. Los virus se eliminan casi exclusivamente por adsorción y posteriormente muerte. Ver Fig 8.



SECCION TRANSVERSAL DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA CON LECHUGUIN

Figura 8: Corte Transversal de un Sistema de Tratamiento de piscina con lechuguin

CAPITULO IV

4. - SISTEMA DE TRATAMIENTO

El sistema de tratamiento utilizado para controlar la calidad del agua de las piscinas fue de tipo biológico con el uso de plantas acuáticas. En el presente estudio se seleccionó la *Eichhornia crassipes* por sus características de abundancia, costo, y referencias teóricas y experimentales anteriores (Ver Fig. 9).

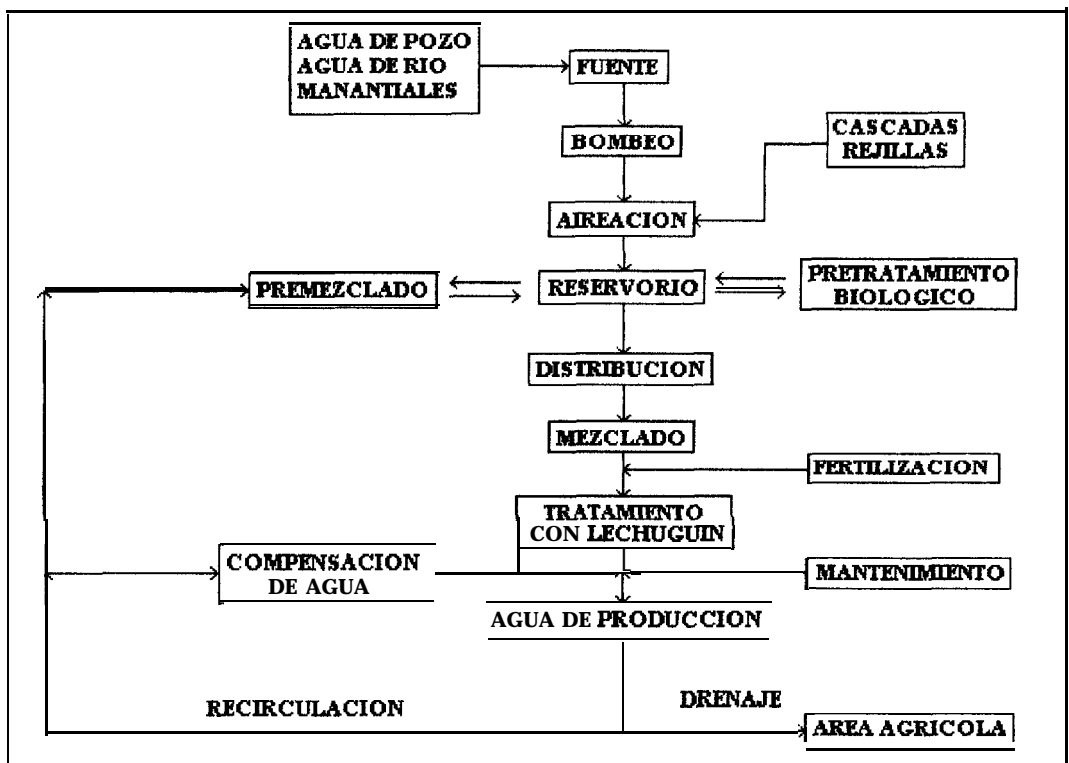


Fig.9: Diagrama de Tratamiento de agua con plantas flotantes para producción

El diseño del sistema de tratamiento fue en base a encierros por medio de divisorios flotantes de caña guadua por su fácil accesibilidad.

Se realizaron varias pruebas para determinar el área de lechuguines más efectiva de trabajo, colocándose de 50 cavetas de lechuguín por cuadro. El lechuguín se lo colocó en un cuerpo de 6 piscinas que cubrían un área del 30% del área de cada piscina.

Este porcentaje de 30 % del área fue el resultado de un sinnúmero de pruebas anteriormente realizadas con diferentes porcentajes de área (10 - 30 - 50 %) (Ver Fig. 10).



Fig 10: Vista aérea del Sistema de tratamiento

El 10% no era representativo para trabajar ya que el lechuguín demoraba mucho en prender. El 50% era demasiada cantidad ya que producía problemas de oxígeno, mantenía muy clara (poca turbidez) el agua, requería demasiado mano de obra.

Debido a esto, y a experiencias propias se decidió trabajar con el 30% ya que era el porcentaje mejor manejable. El trabajo se lo realizó con el fin de controlar factores de importancia en Acuicultura principalmente Oxígeno y Amonio además de la observación de la temperatura, turbidez, pH y fitoplancton.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Coliformes Totales (CT), Turbidez (SST), no fueron objeto de tratamiento debido a que estas variables a pesar de tener correlación positiva se mantuvieron muy por debajo de los rangos permisibles (Ver tabla 16).

Fecha	Parámetro	Unidad	Rango Optimo	Piscina Control	Piscina con Lechuguín	Remoción %
25-10-97	DBO	Mg/l	50 -150	20	20	0
22-02-98	DBO	Mg/l		18	14	30
25-10-97	SS	Mg/l	80-200	13	13	0
22-02-98	SS	Mg/l		12	7	46
25-10-97	Colif. Tot.	NMP/100ml	1000- 1500	750	750	
22-02-98	Colif. Tot.	NMP/100ml		650	412	45

Tabla 16: Datos de Parámetro evaluados en el sistema de tratamiento

4.1.- MATERIALES UTILIZADOS

Los materiales que se utilizaron en gran parte son los que se encontraron disponibles para trabajos rutinarios de producción, como son materiales de laboratorio, materiales de campo, elemento humano etc., (Ver tabla 17 Y 18).

Equipos de laboratorio.

N°	MATERIALES	REFERENCIA
1.	Oxigenometro	Oxiguard Handy MKI
2.	Colorímetro	Hach
3.	Reactivo	Nessler
4.	Phmetro de agua	Pint Point
5.	Disco Secchi	Convencional
6.	Cloro Granulado	HTH hipoclorito de Na
7.	Balanza	Ohaus digital y de reloj
8.	Tanques de Depuración	de 10 m ³

Tabla 17: Equipos y reactivos

N°	MATERIALES	REFERENCIA
1.	Lechuguín	Eichornia crassipes
2.	Caña	Guadua
3.	Gavetas	Cónicas y Caladas
4.	Estacas	madera u otros
5.	Piola	3H
6.	Recipientes	Varias capacidades

Tabla 18: Materiales de Campo.

4.2.- PREPARACION DE LA PLANTA (Lechuguin).

Se utilizó la tecnología, experiencia y asesoría disponible en el medio los pasos utilizados fueron los siguientes.

- Selección de la zona de abastecimiento de lechuguín.
- Selección de la Cepa
- Transporte
- Desinfección
- Siembra

Selección De La Zona De Abastecimiento Del Lechuguín

Se hizo la selección entre varias zonas escogiéndose aquellas que estaban lo mas alejado posible de la ciudad para evitar focos de contaminación, lejos del alcance de ríos para evitar infestaciones de organismos no deseados como peces, crustáceos o insectos. Las zonas seleccionadas fueron cerca de Nobol, Lomas de Sargentillo, Petrillo y Daule.

Selección De La Cepa

La cepa inicial se la trajo de recintos naturales de la zona de Lomas de Sargentillo transportada en carro recogida entre 4 hombres en horas de bajo sol.

Se escogían las plantas más **pequeñas** y que estén floreciendo para ayudar en los procesos reproductivos.

Las plantas grandes se las rechazaba puesto que fácilmente se estropeaban en su recolección, transporte, desinfección y siembra.

Transporte

Se lo hizo en camionetas con cajón de madera recogéndolas con gavetas plásticas **tamaño estándar** caladas cubiertas con mallas 0,3. Se lo hacia en horas de la **mañana** o bien tarde, se cosechaban a mano unas 10 plantas y se las colocaba en gavetas. Se eliminaba a primera vista **algún** tipo de planta u organismo no deseable.

Desinfección

El **lechuguín** se lo depositaba en tinas de depuración de unos 10 m³ de capacidad las que tenían agua circulante drenada por el fondo para la eliminación de sedimentos.

Posteriormente se recuperaba el nivel y se lo mantenía para proceder a aplicar cloro con una concentración aproximada de 50 ppm, para combatir microorganismos como hongos, bacterias y otros, además de rotenona a **una** concentración de 2,5 ppm., para la eliminación de peces.



Fig 11: Estación de Depuración

Siembra del lechuguín

Se lo sembraba transportando 10 en las mismas gavetas y se los depositaba en las piscinas colocándolos en sus respectivos cercos, con el máximo cuidado desechando plantas estropeadas, quebradas etc.

4.3.- PREPARACION DEL SISTEMA ACUICOLA

Esta hacienda se dedicaba al cultivo de langosta de agua dulce Red Claw, y tenía las características ideales para realizar los trabajos con el lechuguín. Contenía piscinas

piscinas (2500 a 3333 m²), manejadas en terreno plano con alto porcentaje de arcilla ideal para su impermeabilidad y además buena luminosidad.

El proyecto se lo preparo con la debida programación cuyo procedimiento es el que se menciona a continuación :

No. De Secuencia	Procedimiento
1	Visto bueno de Ing. Civil
2	Letreros de Identificación
3	Control de Vegetación
5	Control de Depredadores
6	Sistema de Salida de agua
7	Control de Suelo
8	Tubería Horizontal
9	Cabezal de Hormigón
10	Codo
11	Tubo vertical
12	Capuchón
13	Poza de pesca
14	Sistema de Entrada de agua
15	Burro de apoyo
16	Llave de 4 pulgadas
17	Tapa y seguro
18	Tubería de descarga
19	Identificación
20	Forraje
21	Balizas
22	Madrigueras
23	MallasMuelle
24	Llenado Nivel/Testigo
25	Lechuguín
26	Fertilizaciónm
27	Siembra
28	Alimentación
29	Seguimiento



Tabla 19: Cuadro de preparación de piscinas .

- Preparación de piscinas para recibir el Lechuguín.
- Divisorios Flotantes.
- Mantenimiento

Preparación De Piscinas Para Recibir El Lechuguin

La piscina fue preparada siguiendo su rutina normal es decir librándola de malezas, organismos, corrección de drenajes etc.. Se realizaron correcciones con carbonato de Calcio, Fertilizaciones en base a forrajes naturales, preparación de nichos. El llenado de las piscinas se hacia una semana antes de la siembra del lechuguín con 30 % de agua en producción y 70 % de agua nueva (*Referirse a la tabla 19*).

El animal se sembraba de 1 a 2 semanas después. de poner el lechuguín para dar tiempo a que se estabilice y prenda, ya que en estado de estrés podría morir si hay la presencia de organismos que la puedan depredar.

Divisores Flotantes

El lechuguín se lo mantenía cercado por medio de cañas de bambú, dispuestos de 2 formas unas en las esquinas y otras en el centro.

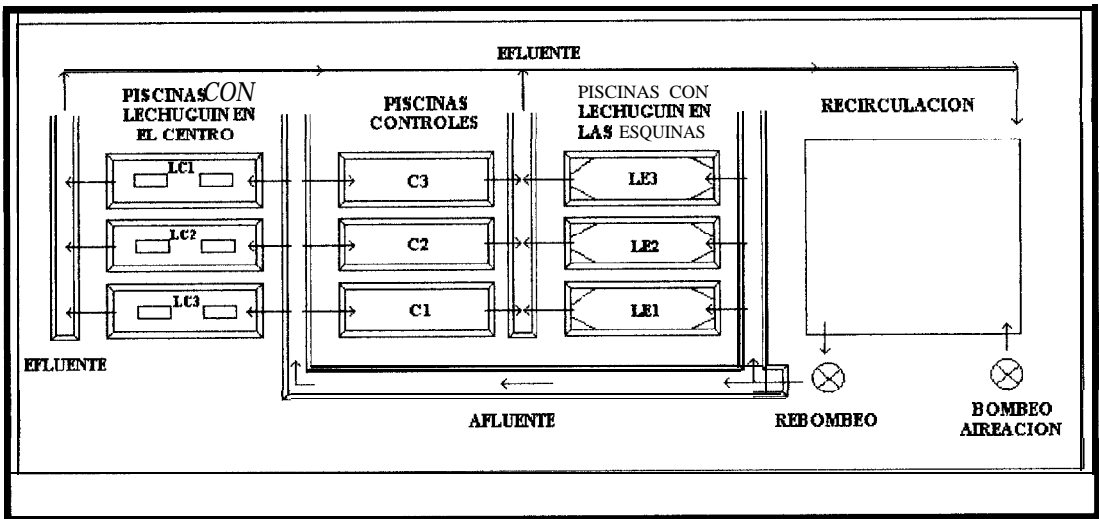


Fig 12: Disposición General del Tratamiento.

Mantenimiento

El mantener el lechuguín demandaba el trabajo de 2 hombres al día todo el tiempo ya que las cañas se podían hundir, las piolas aflojar o las validas de sostén ceder, en los cambios de niveles se podían dañar los cuadros, o por acción del viento.

El lechuguín por reproducción se sobrepoblaba y a veces había la necesidad de ralearlo para que no se salga o dañe el cuadro, al contrario había lechuguín que no prendía o se “quemaba” el cual había que reponerlo.

En las pescas parciales había que sacarlo sacudiéndolo para no extraer juveniles, y eliminando especies no deseadas, esto demandaba mano de obra adicional. Se hacían observaciones del animal. Se mezclaba con otra planta flotante y había que sanearla.



Fig 13: Piscina pescada controlada con lechuguín



Fig 14: Crustáceos con presencia de Protozoarios ectocomensales (Epistihus o Vorticella).

4.4.- PROCEDIMIENTO UTILIZADO

Se condujo el estudio en 9 piscinas siendo el hectareaje de estas de 0.33 has. Cada una con una dimensión de 100 * 300 m. Las piscinas del seguimiento pertenecían a un mismo patrón de manejo es decir sembradas bajo el mismo ciclo. Las piscinas estaban cultivadas con langosta australiana con densidades de 4 – 5/m² alimentándose en parte con balanceado al 22% (Ver tabla de guía estándar de producción), con alimentación dependiendo del manejo. Se asumieron supervivencias similares. No fue necesario la fertilización ya que el terreno era rico en nutrientes siendo a veces necesario controlar los bloom de algas (Ver tabla 20 acerca de Guía estándar de Producción).



Fig 15: Macroalgas. - Excesivo nutriente

GUÍA ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN

Semana	Población	Peso (g)	Sob. (%)	Biomasa (lb.)	ALIMENTACION			
					% Biomasa/sem.	lb/sem.	lb./Ha./dia	lb/pisc./dia
0								
1								
2	40000	30	100	2643	5,60	148,02	24,67	8,11
3	34000	32	85	2396	5,60	134,2	22,37	7,38
4	32000	34	80	2396	5,25	125,81	20,97	6,92
5	30000	36	75	2379	5,25	124,80	20,81	6,97
6	28800	38	70	2344	5,25	123,04	20,51	6,77
7	26800	40	67	2361	5,25	123,96	20,66	6,82
8	26800	43	65	2463	4,90	120,67	125,11	6,64
9	26000	46	63	2553	4,90	125,11	20,85	6,88
10	25200	50	60	2643	4,55	120,26	20,04	6,61
11	24000	53	57	2662	4,55	121,11	20,18	6,66
12	22800	57	55	2762	4,20	116,01	19,33	6,38
13	20800	64	52	2932	4,20	123,15	20,53	6,77
14	20000	70	50	3080	3,85	118,72	19,79	6,53

Nota: Este es un cuadro típico de producción en el cual se considera la siembra de 40000 animales/ha, peso promedio de 30 - 60 g. Con sobrevivencia del 50%.

Tabla 20: Guía Estándar de producción

De las nueve piscinas, tres de ellas se sembraron con lechuguín en el centro (LC), tres más con **lechuguín** en las esquinas (LE) y las tres restantes sirvieron de control (C.); como se dijo anteriormente, todas **ellas** presentaban la mismas **área** y profundidad, 0.33 ha. y 1.1 m. respectivamente y que las piscinas tratamiento utilizarían un 30% de su **área** para contener el **lechuguín** en módulos flotantes como se muestran a **continuación** en la tabla 21 y Fig 16 y 17.

Dimensiones Generales del Ensayo

PS	Ha	ESPECIFIC	CODIG.	%	AREA m ²	DIMENSIONES De los Módulos	#de Mód.	Forma
1	0.33	Control 1	C1	0 %	0	Nada	0	-
2	0.33	Control 2	C2	0 %	0	Nada	0	-
3	0.33	Control 3	C3	0 %	0	Nada	0	-
4	0.33	Lechuguin Central 1	LC 1	30 %	990	16,5 * 30 m.	2	Rectángulo
5	0.33	Lechuguin Central 2	LC 2	30 %	990	16,5 * 30 m.	2	Rectángulo
6	0.33	Lechuguin Central 3	LC 3	30 %	990	16,5 * 30 m.	2	Rectángulo
7	0.33	Lechuguin Esquina 1	LE 1	30 %	990	16,5 * 30 * 34,24 m.	4	Triángulo
8	0.33	Lechuguin Esquina 2	LE 2	30 %	990	16,5 * 30 * 34,24 m.	4	Triángulo
9	0.33	Lechuguin Esquina 3	LE 3	30 %	990	16,5 * 30 * 34,24 m.	4	Triángulo

Tabla 21: Dimensiones Generales del Ensayo

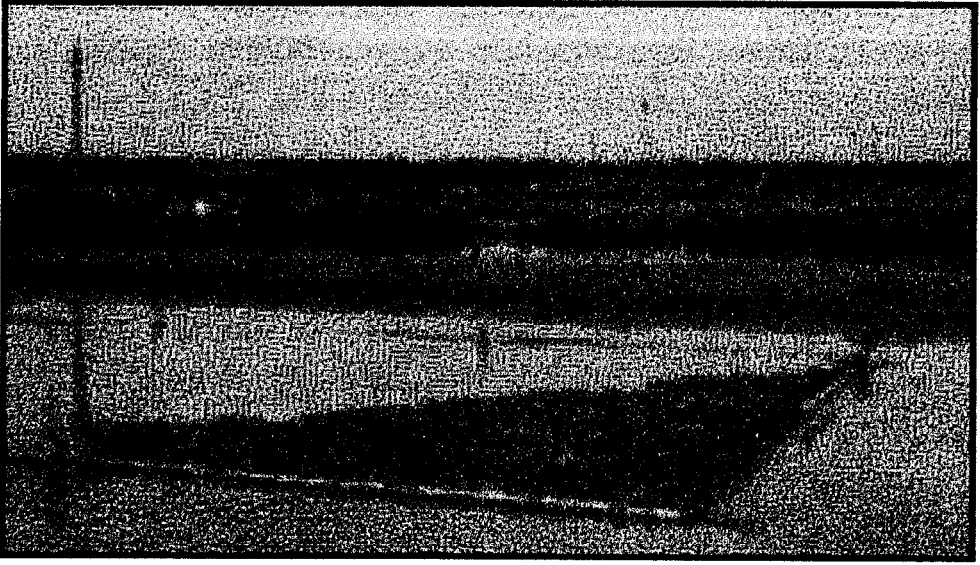


Fig. 16: Piscinas Estándar con lechuguin en cuadro centrales (LC).



Fig. 17: Piscinas estándar con lechuguin en las esquinas (LE).

Se observó que el lechuguín se desarrollaba mejor en las piscinas cuya profundidad era menor, inclusive se hicieron piscina con mesas (áreas internas) propias para el lechuguín, encontrándose en estas el lechuguín enraizado, en las piscinas de mayor profundidad exigía mayor mantenimiento de estas, se puso inclusive el lechuguín en una piscina de 3 metros haciéndose difícil desde la construcción de los cuadros y posteriormente el mantenimiento del lechuguín

Estas aguas dulces y sin recambio (poco) era fácil que se carguen de algas las observaciones que se hicieron arrojaron información de más de 1.000.000 cel/ml, principalmente cianofitas cuyos excesos contribuían a matar en varias ocasiones el lechuguín, con un buen control se podían mantener rangos de 180.000 – 250.000 cel/ml.

En cuanto a los parámetros rutinarios, se tomaron lecturas del disco secchi en horas de la tarde (14h00) las que fueron del orden de 5 – 15 cm. El oxígeno y la temperatura se midió en horas de la mañana y tarde con un Oxigenómetro Oxiguard, esto fue a las 05h00, observando valores promedio de Oxígeno disuelto de 2.0 ppm, valor aceptable, ya que la langosta tolera niveles hasta de 1 ppm.

La medición de nitrito se la realizó cada 15 días, el pH del agua se mantuvo entre 7.5 y 8.5 y la medición de color se realizó dos veces a la semana, con tendencia de colores amarillos, verdes y turbios, se mantuvo en unos 2.5 ppm (ya que la langosta toleraba niveles menores a 1 ppm) y la temperatura se la midió a las 04h00 y 16h00 con un oxigenómetro.

El manejo del agua dentro de algún cultivo acuícola es de suma importancia ya que este es uno de los más altos rubros de producción razón por la cual hay que optimizarla al máximo.

En el ensayo no se realizaron recambios fuertes de agua, ya que las condiciones del medio no las exigía, solo se introducía agua a las piscinas para recuperar el nivel perdido por evaporación y filtración o para evitar mortalidades de langostas por caídas precipitadas de oxígeno las cuales no fueron muy frecuentes.

4.5.- SEGUIMIENTO

El estudio del Ensayo en el que se sustenta nuestra tesis duró aproximadamente 3 meses y los parámetros considerados para evaluar el uso del lechuguín fueron: Oxígeno, Amonio y Producción de juveniles de langosta. El resumen de los resultados del trabajo los podemos observar en los Gráficos 3, 4 y 5.

Además de evaluarse los parámetros expresados en el cuadro anterior. También fue observada la Demanda de Oxígeno (DBO), Sólidos Totales y Coliformes Totales, cuyos resultados se anotan el siguiente cuadro.

Gráfico 3.- Variación del Oxígeno según Tratamiento

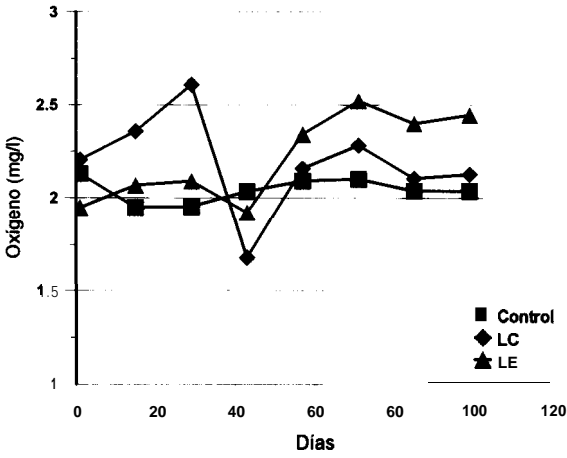


Gráfico 4.- Variación de la temperatura según Tratamiento

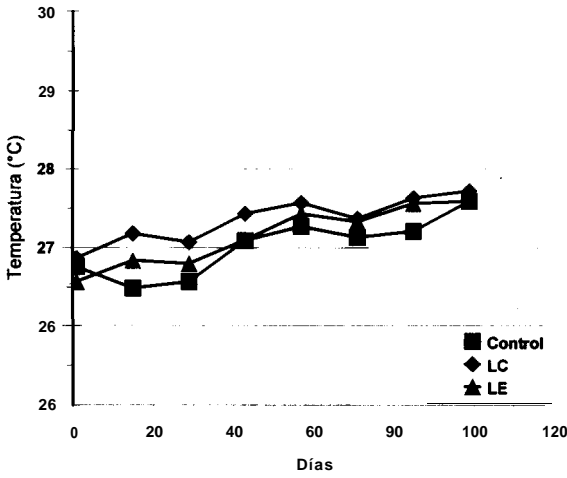
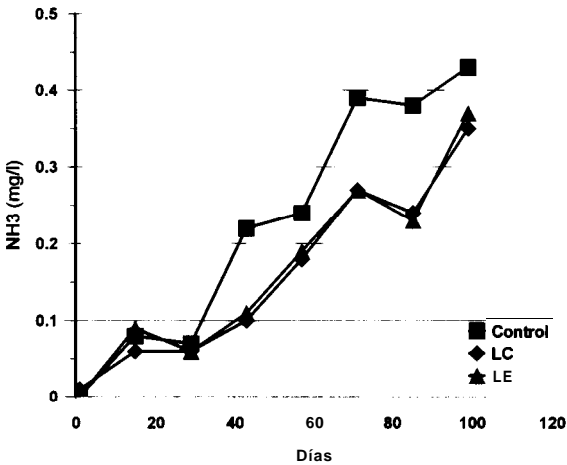


Gráfico 5.- Variación del NH3 según Tratamiento



CAPITULO V

5.- EVALUACION DEL ESTUDIO

5.1 USOS DEL LECHUGUIN

A partir de la descomposición del **lechuguin**, se obtiene un gas biológico que se puede usar para el encendido de cocina (“**biogas**”).

El jacinto **también** puede usarse en la producción de humus (abono) para la agricultura y mejorar los suelos; y como alimento para el ganado bovino y porcino, que **lo** consumen en condiciones extremas.

Además en unidades de sistemas de tratamiento como lagunas de oxidación resulta muy útil si es debidamente cercado con tubos de PVC para que no se **expanda**.

En México esta maleza se usa para elaborar tableros aglomerados y en Cuba para hacer colchones

5.2 VENTAJAS DEL USO DE LECHUGUIN

El jacinto de agua es eficaz extrayendo nutrientes del agua. El concepto es purificar el agua a través de la fotosíntesis, y al multiplicarse absorbe los nutrientes sobrantes no deseados, y emite oxígeno que restaura la pureza del agua.

No requiere gran cantidad de elementos para su **reproducción**, sino solamente agua rica en Nitrógeno, Fósforo y Potasio es decir nutrientes que se encuentran normalmente en agua con incidencia humana, de **animales** o de uso agrícola (Unidad de protección Ambiental 1997).

El jacinto de agua se lo usa como un excelente indicador biológico cuando se seca (debido a la falta de **fotosíntesis** al no captar el oxígeno del agua cuando esta demasiado contaminada) o presenta una coloración amarillenta por exceso de elementos como el Hidrógeno “Clorosis”.

Donde se deposita el **lechuguin** es un excelente refugio o zona de protección para **los** primeros estadios larvarios de la langosta.

Es un excelente retenedor de sedimentos, esto significa que ayuda a transportar sedimentos a áreas bajas, ayudando de esta manera a mantener la calidad del agua.

El jacinto de agua actúa como **purificador** de aire y **el** agua al absorber metales pesados como plomo, mercurio y cadmio.

5.3 DESVENTAJAS

Sirve como hábitat de especies silvestres como aves, gallaretas, **marías**, roedores y serpientes, que son vectores contaminantes de enfermedades en unos casos o predadores de la producción en otros casos.

Se lo **utiliza** mayormente para cultivos extensivos.

Su excesiva reproducción al aumentar la **evaporación** del agua, tiende a **tapar** la circulación de ésta.

La descomposición de la hoja expide malos olores por su alta producción de sulfuro de hidrógeno.

Puede remover metales pesados, pero la eliminación segura de la planta **llena** de metal pesado presenta inconvenientes.

El exceso **de lechuguin** capta gran cantidad de **oxígeno** del agua y deteriora el **hábitat** de vida en el fondo de la piscina.

Un mal manejo de lechuguín implica un alto costo de mantenimiento como referencia zonas de 1m de espesor por 50 m de ancho y 96 m de longitud equivale a 4800 m³ y esto representa un costo de 10 millones de sucres (Blgo. Leonardo Maridueña, 1997, Unidad de Protección ambiental).

El lechuguín se debe mantener con cosechas continuas dejando un 50% del **area** libre para oxigenar y permitir el crecimiento de nuevos organismos. Además se debe eliminar plantas que obtengan una coloración amarilla o café.

RESULTADOS

Con el tratamiento se logró aumentar la producción y también se llegó a la conclusión que el tratamiento es de gran ayuda en las etapas de reproducción y **precría** por la baja capacidad de carga de las piscinas (< 2000 lbs/ ha). No así en las etapas de engorde en las que la capacidad de carga tiende a aumentar considerablemente (>3000 lbs/ha), en cuyo caso resulta efectivo reemplazar el sistema por **Aireación** para cumplir con los objetivos.

Mediante el uso de lechuguín se logró aumentar los niveles de producción de juveniles de niveles de 500 a 1000 juveniles/ piscina/ día todo esto debido a la mejora de la calidad del agua con el tratamiento y a la presencia de mayor número de nichos naturales. Indirectamente se llegó a la conclusión de que el tratamiento influía en la calidad de los juveniles al mostrarse más limpios y con menor cantidad de impurezas.

El jacinto de agua se presenta como un indicador biológico cuando muestra sequedad, debido a la falta de fotosíntesis al no captar el oxígeno del agua cuando el agua está demasiado contaminada. Además éste **actúa** como purificador de aire y el agua al absorber metales pesados como plomo, mercurio y cadmio

El costo del Proyecto de U.S. \$ 318,00 / Ha, incluyó desde la dirección técnica, preparación de la piscina, desinfección y mantenimiento de la planta (Ver tabla 22).

Con el manejo del lechuguín se logró mejorar los niveles de producción de 590 juveniles/ piscina/día a 110 juveniles/piscina/día (Ver tabla 23 y 24), con un incremento en costo de U.S \$ 7500,00 al año, que representa el 7.24 % dentro de los costos de cultivo (Ver tabla 25)

Mediante este sistema de tratamiento se logró aumentar los ingresos de U.S \$ 21240,00 / Ha a U.S \$ 39996,00 / Ha en un año normal de producción, Es decir se logró un incremento de 188.30 %.

Considerando el aumento de la producción de juveniles y consecuentemente de los ingresos, se lograría recuperar la totalidad de la inversión en la mitad del tiempo programado

Otros sistemas de tratamiento de agua, como los **tradicionalmente** empleados (aireación mecánica y recambio de agua), representan un costo aproximado de U.S \$ 2750,00 / Ha, que comparados con los U.S \$ 3 18,00 / Ha obtenidos en la evaluación del proyecto, nos demuestra que resulta económica su aplicación bajo las condiciones estimadas (Ver tabla 26).

Para el NH₃, luego de los 71 días se mostró una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el control y los dos tratamientos, sin embargo no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los dos tratamientos. La misma tendencia y **significancia** se noto para los 85 días. Para los 99 días posiblemente debido a la acumulación de materia orgánica, la concentración de NH₃ no varió para **ningún** tratamiento ($P > 0.05$).

Por los datos obtenidos para la variable NH₃ los mejores resultados se presentaron para el tratamiento LE (75 y 85 días de cultivo). La misma tendencia aunque no **significativa** ($P > 0.05$) se presentó para el tratamiento LC (Ver Anexo 1).

La presencia de **macrofitas** y la forma de colocación mostró una correlación positiva ($P < 0.05$) con la producción (Kg/has). Los dos tratamientos para los 71, 85 y 99 días presentaron las tendencias de producciones superiores con respecto al control, éstas tendencia fueron significativas ($P < 0.05$) para todos los tratamientos a excepción del control con LC en donde la diferencia de producción no fue significativa ($P = 0.06$).

ESTIMACION DEL COSTO DEL PROYECTO (12.5 HAS)

	DESCRIPCION	ESPECIFICACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO (\$)	COSTO/HA (\$)
1	Dirección Técnica	Ing. Acuicultor	1	700	700	56.00
2	Preparación de PS.					
	Divisorios Flotantes	Cañas Guadua 6m	1221.00	0.81	989.01	79.12
	Piola	Rollo 3H	1.00	10.00	10.00	0.80
	Mano de Obra	Obreros/Ps.	4.00	74.00	296.00	23.68
3	Transporte		37.00	10.00	370.00	29.60
	Gavetas	Caladas	20.00	5.00	100.00	8.00
4	Desinfeccion					
	Tanque	1 Tonelada	4.00	170.00	680.00	54.40
	Cloro	Tipo HTH	2.00	50.00	100.00	8.00
	Veneno para peces	Barbasco Sacos	37.00	10.00	370.00	29.60
5	Mantenimiento	Obreros/Ciclo	2.00	180.00	360.00	28.80
	TOTAL				3975.01	318.00

Tabla 22: Estimación del Costo del Proyecto

PROYECTO ACUICOLA SIN LECHUGUIN

PROYECCIONES 590,00

MONTO	360000,00	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO 5	AÑO6
VENTAS			265500,00	265500,00	265500,00	265500,00	265500,00
SIEMBRA:	40000,00						
Animales/Ha							
PRODUCCIÓN:	17700,00						
Juveniles/Ha/Mes	0,10						
COSTO DE CULTIVO		96000,00	96000,00	96000,00	96000,00	96000,00	96000,00
UTILIDAD BRUTA			169500,00	169500,00	169500,00	169500,00	169500,00
AMORTIZACIÓN			90000,00	90000,00	90000,00	90000,00	0,00
			24000,00	24000,00	24000,00	24000,00	0,00
UTILIDAD NETA			55500,00	55500,00	55500,00	55500,00	55500,00
PORCENTAJE			57,81	57,81	57,81	57,81	176,56

TABLA 23 : Proyecto Acuícola sin Lechuguin.

PROYECTO ACUICOLA CON LECHUGUIN

PROYECCIONES	1110,00				
MONTO	360000,00				
		AÑO 1	AÑO2	AÑO3	AÑO 4
VENTAS			499950,00	499950,00	499950,00
SIEMBRA: Animales/Ha	40000,00				
PRODUCCIÓN:	33330,00				
Juveniles/Ha/Mes					
	OJO				
COSTO DE CULTIVO		103524,00	103524,00	103524,00	103524,00
UTILIDAD BRUTA			396426,00	396426,00	396426,00
AMORTIZACIÓN			180000,00	180000,00	
			51762,00	51762,00	
UTILIDADNETA			164664,00	164664,00	396426,00
PORCENTAJE			159,06	159,06	382,93

TABLA 24 : Proyecto Acuicola con **Lechugin**.

ANALISIS ECONOMICO

PROYECTO ACUICOLA CON LECHUGUIN

Costos de cultivo

Rubro	Costo (\$)	Cantidad	Costo (\$)	Costo (\$)	Costo (\$)	Participación
	Unitario		mes	semestre	anual	%
1.- Costo de Personal						
<i>1a.- Oficina</i>						
Gerente General	2.500,00	1	2.500,00	15.000,00	30.000,00	28,98
Contador Asistente	150,00	1	150,00	900,00	1.800,00	1,74
Secretaria	90,00	1	90,00	540,00	1.080,00	1,04
<i>Subtotal</i>	2.740,00	3	2.740,00	16.440,00	32.880,00	31,76
<i>1b.- Finca</i>						
Ing. Acuicultor	1.250,00	1	1.250,00	7.500,00	15.000,00	14,49
Asistente	300,00	1	300,00	1.800,00	3.600,00	3,48
Operario	160,00	1	160,00	960,00	1.920,00	1,85
Tuberos/Bomberos	120,00	2	240,00	1.440,00	2.880,00	2,78
Alimentador/Fertilizador	120,00	2	240,00	1.440,00	2.880,00	2,78
Guardia	120,00	2	240,00	1.440,00	2.880,00	2,78
Cocinera						
<i>Subtotal</i>	2.070,00	9	2.430,00	14.580,00	29.160,00	28,17
<i>1c.- Personal Eventual</i>						
Hombres de campo	96,00	2	192,00	1.152,00	2.304,00	2,23
Mecánico/soldador/carpintero						
<i>Subtotal</i>	96,00	2	192,00	1.152,00	2.304,00	2,23
Total	4.906,00	14	5.362,00	32.772,00	64.344,00	62,15
2.- Alimentación						
<i>2a.- Alimentación de Personal</i>						
<i>2b.- Alimentación de Langostas</i>			700,00	4.200,00	8.400,00	
<i>Total</i>			700,00	4.200,00	8.400,00	8,11
3.- Material de laboratorio			50,00	300,00	600,00	0,58
4.- Mantenimiento y Reparaciones				0,00		0,00
<i>4a.- Construcciones</i>			90,00	540,00	1.080,00	1,04
<i>4b.- Maquinarias y Equipos</i>			100,00	600,00	1.200,00	1,16
<i>4c.- Vehículos</i>			50,00	300,00	600,00	0,58
<i>Total</i>			240,00	1.440,00	2.880,00	2,78
5.- Proyecto de Tratamiento de agua			625,00	3.750,00	7.500,00	7,24
6.- Combustible			550,00	3.300,00	6.600,00	6,38
7.- Luz, Agua, teléfono, arriendo			750,00	4.500,00	9.000,00	8,69
8.- Utiles de Oficina			50,00	300,00	600,00	0,58
9.- Imprevistos			300,00	1.800,00	3.600,00	3,48
TOTAL DE EGRESOS			8.627,00	51.762,00	103.524,00	100,00



Tabla XX V: Análisis Económico del Proyecto acuícola con lechuguin

CUADRO COMPARATIVO CON OTROS SISTEMAS

	PRECIO UNITARIO \$	COSTO / HA \$	COSTO PROMEDIO / HA \$
A. - CONTROL BIOLÓGICO	106,00	318,00	318,00
B.- RECAMBIO	900,00	2700,00	2700,00
C.- AIREACIÓN			2800,00
Air O2	1500,00	4500,00	
Paletas	800,00	2400,00	
Air lift	500,00	1500,00	

TABLA 26 : Comparación de precios de tratamiento biológico utilizando lechuguín y otros sistemas.

CONCLUSIONES

El tratamiento con lechuguín sirvió para mantener la calidad de agua de las piscinas.

El lechuguín pudo mantener niveles de concentración de amonio no tóxicos para el normal desarrollo de la langosta de agua dulce. La concentración de **DBO** pudo ser reducida a pesar de encontrarse en bajas concentraciones. De igual manera, la concentración de **coliformes** totales pudo mantenerse estable.

Según observaciones realizadas la profundidad fue un factor limitante para el crecimiento del lechuguín, ya que por lo general la biomasa se encontraba verde en la superficie relacionándose directamente a la riqueza de nutrientes en el agua. Las plantas tenían raíces cortas ya que no tenían necesidad de **profundizarse** en el suelo para obtenerlos.

Se observó que el porcentaje de lechuguín utilizado (**30 %** del área de la piscina) ayudó a mantener estables las concentraciones óptimas de algas (180.000 – 250.000 **cel/ml**) cuando se midió, evitando incrementos acelerados de las mismas que **influyen** en la calidad del agua.

El uso del lechuguín ayudó a aumentar la producción de juveniles, siendo la limitante del lechuguín la capacidad de carga del estanque ($< 2000 \text{ lbs/ha}$).

La temperatura no presentó una tendencia positiva con los diferentes tratamientos, indicando que su variación se dio por factores externos ajenos a los diferentes tratamientos.

La concentración de oxígeno disuelto no mostró una diferencia significativa en los 71 y 85 días para los diferentes tratamientos. Para los 99 días la concentración de oxígeno se redujo significativamente ($P < 0.05$) para el control y LC, comparados con el tratamiento LE en donde las concentraciones fueron superiores.

Las macrofitas resultaron tener un efecto positivo sobre la concentración del amonio, para los 71 y 85 días y este efecto no fue significativo para los 99 días, posiblemente porque la capacidad de carga es limitante para su eficiencia.

Existió un efecto significativo dado por la ubicación del sistema macrofita, siendo el lechuguín en las esquinas (LE) el más eficiente.

Los efectos de la presencia de las **macrofita** tuvieron una incidencia positiva en la producción de los primeros estadios larvarios del **crustáceo**.

RECOMENDACIONES.

Se debe trabajar con mayor investigación en **periodos** más largos. Existe información de países templados, pero poca información en zonas tropicales, por lo que esta información con nuestras experiencias son una ayuda en el conocimiento de alternativas para el tratamiento de agua en cultivos acuícolas.

Evaluar otros parámetros en zonas en las que los rangos de tolerancia de las especies cultivadas puedan ser afectados directamente.

Investigar sobre algún tipo de planta que produzca los mismos beneficios en aguas con mayores salinidades, con el fin de aplicar esta alternativa de tratamiento biológico en piscina camaroneras.

ANEXOS



BIBLIOTECA

CENTRAL

MEDICIONES PROMEDIOS DE OXIGENO (ppm)

PISCINAS

	Control	Lechug. Central	Lechug.Esquinas
1	2.13	2.21	1.95
2	1.95	2.36	2.07
3	1.95	2.61	2.09
4	2.04	1.68	1.92
5	2.09	2.16	2.34
6	2.11	2.29	2.52
7	2.04	2.11	2.4
8	2.04	2.13	2.45
X	2.04	2.19	2.22

MEDICIONES PROMEDIOS DE AMONIO (ppm)

PISCINAS

	Control	Lechug. central	Lechug.Esquinas
1	0	0.01	0
2	0.08	0.09	0.03
3	0.07	0.06	0.04
4	0.22	0.1	0.11
5	0.24	0.18	0.14
6	0.39	0.27	0.14
7	0.38	0.24	0.15
8	0.43	0.35	0.19
X	0.23	0.16	0.10

MEDICIONES PROMEDIOS DE TEMPERATURA (oC)

PISCINAS

	Control	Lechug. Central	Lechug.Esquinas
1	26.70	26.90	26.67
2	26.50	27.20	26.87
3	26.60	27.10	26.80
4	27.10	27.40	27.10
5	27.30	27.60	27.43
6	27.10	27.40	27.33
7	27.20	27.60	27.57
8	27.60	27.70	27.60
X	27.01	27.36	27.17

PROMEDIOS DE PRODUCCION DE JUVENILES (Pisc./día)

PISCINAS

	Control	Lechug. Central	Lechug.Esquinas
1			
2			
3			
4			
5			
6	455	730	971
7	597	805	1120
8	718	916	1407
X	590.00	817.00	1168.00

ANEXO 1 RESUMEN RESULTADO ENSAYO

C MED	CONTROL		CI	O2		ppm		TEMP				NH3	ppm		JUV/PS DIA			
	FECHA	DIAS		C2	C3	X	C1	C2	C3	X	C1		C2	C3	X	C1	C2	C3
1	3-16/11/97	1	2.10	2.19	2.10	2.13	26.70	26.70	26.70	26.70	0.00	0.00	0.00	0.00				
2	17-30/11/97	15	1.75	2.23	1.66	1.95	26.50	26.50	26.50	26.50	0.00	0.00	0.25	0.08				
3	1-14/12/97	20	1.59	2.10	2.17	1.95	26.50	26.60	26.60	26.50	0.10	0.50	0.05	0.07				
4	15-28/12/97	4 3	2.08	2.17	1.86	2.04	27.10	27.10	27.00	27.10	0.10	0.30	0.25	0.22				
5	29-11/01/98	5 7	2.19	2.20	1.69	2.09	27.20	27.30	27.30	27.30	0.08	0.35	0.30	0.24				
6	12-25/01/98	71	1.97	2.16	2.19	2.11	27.00	27.30	27.20	27.10	0.40	0.45	0.33	0.39	465	499	402	455
7	26- 8/01/98	85	1.93	2.09	2.10	2.04	27.10	27.30	27.20	27.20	0.35	0.40	0.40	0.38	597	594	601	597
8	9-22/02/98	99	2.01	2.06	2.05	2.04	27.50	27.70	27.60	27.60	0.36	0.42	0.50	0.43	706	711	736	718
PROM			1.95	2.15	2.03	2.04	26.90	27.10	27.00	27.00	0.18	0.25	0.26	0.23	589	601	580	590

LC MED	CHUGUIN CENTRAL		LCI	O2		ppm		TEMP				NH3	ppm		JUV/PS DIA			
	FECHA	DIAS		LC2	LC3	X	LC1	LC2	LC3	X	LC1		LC2	LC3	X	LC1	LC2	LC3
1	3-16/11/97	1	1.99	2.37	2.26	2.21	26.70	27.00	27.00	26.90	0.00	0.00	0.03	0.01				
2	17-30/11/97	15	2.00	2.45	2.62	2.30	26.60	27.50	27.50	27.20	0.08	0.10	0.00	0.08				
3	1-14/12/97	20	2.09	2.88	2.67	2.61	26.70	27.20	27.30	27.07	0.05	0.08	0.05	0.06				
4	15-28/12/97	4 3	1.82	2.20	1.03	1.68	27.10	27.70	27.50	27.43	0.10	0.14	0.05	0.10				
5	29-11/01/98	5 7	2.03	2.16	2.30	2.16	27.40	27.60	27.70	27.57	0.20	0.20	0.15	0.18				
6	12-25/01/98	7 1	1.92	2.29	2.65	2.29	27.30	27.30	27.50	27.37	0.30	0.20	0.30	0.27	722	709	757	729
7	26- 8/01/98	85	1.85	2.35	2.12	2.11	27.50	27.60	27.70	27.60	0.30	0.18	0.25	0.24	754	792	870	805
8	9-22/02/98	99	2.01	2.34	2.04	2.13	27.70	27.70	27.80	27.73	0.35	0.30	0.40	0.35	876	921	952	916
PROM			1.96	2.36	2.24	2.19	27.13	27.45	27.50	27.36	0.17	0.15	0.15	0.16	784	807	860	817

LE MED	CHUGUIN ESQUINA		LEI	O2		ppm		TEMP				NH3	ppm		JUV/PS DIA			
	FECHA	DIAS		LE2	LE3	X	LE1	LE2	LE3	X	LE1		LE2	LE3	X	LC1	LC2	LC3
1	3-16/11/97	1	1.90	2.00	1.95	1.95	27.00	26.50	26.50	26.67	0.00	0.00	0.00	0.00				
2	17-30/11/97	15	2.01	2.29	1.91	2.07	26.80	27.00	26.80	26.87	0.07	0.03	0.00	0.03				
3	1-14/12/97	20	2.28	2.01	1.99	2.09	26.90	26.80	26.70	26.80	0.05	0.07	0.00	0.04				
4	15-28/12/97	4 3	1.77	2.19	1.81	1.92	27.00	27.20	27.10	27.10	0.12	0.10	0.10	0.11				
5	29-11/01/98	5 7	2.08	2.64	2.31	2.34	27.30	27.50	27.50	27.43	0.17	0.09	0.16	0.14				
6	12-25/01/98	7 1	2.29	2.68	2.60	2.52	27.30	27.50	27.20	27.33	0.08	0.22	0.11	0.14				
7	26- 8/01/98	85	2.10	2.62	2.48	2.40	27.40	27.60	27.70	27.57	0.21	0.11	0.13	0.15	902	1120	110	977
8	9-22/02/98	99	2.40	2.59	2.35	2.45	27.40	27.90	27.50	27.60	0.14	0.17	0.25	0.19	1120	1305	135	1120
PROM			2.10	2.38	2.18	2.22	27.14	27.25	27.13	27.17	0.11	0.10	0.09	0.10	1110.7	1315	1078	1166

RESULTADOS DEL ENSAYO

BIBLIOGRAFIA

1. Allende. Ignacio Dr. Seminario de “Recolección y Tratamiento de Aguas Residuales”. 1998.
2. Alvarez Arellano Henry Ac. Y Guartatanga Sonia M. Sc. Manejo de la calidad de agua y suelo en la cría de organismos acuáticos. 1997.
3. Barry A. Costa- Pierce & James E. Rakoy. Tilapia Aquaculture in the America. World Aquaculture Society. 1997.
4. Brune & Jaw-Kai Wang. Aquaculture magazine: Recirculation in Photosynthetic aquaculture Systems. 1998.
5. CNA, Exportaciones de camarón 1997, 1998.
6. CODEMET. División del Medio Ambiente, Tratamientos Biológicos.
7. Díaz León Ing. Consultor, entrevista personal.
8. Emma Robson. Tecnología del agua, Artículos técnicos. 1997.
9. Frank N. Kemmer & John McCallion. Nalco Chemical Comapany. 1989. Manual del agua. Mcgraw – Hill.
10. Frederick S. Merrit . Manual del Ingeniero Civil , Volumen 111. 1990.
11. Frederick W. Wheaton. Acuicultura: Diseño y Construcción de Sistemas.
12. Lahmeyer Asociación Cimentaciones, Proyecto de Recuperación del Estero Salado.
13. Matamoros David Ing. Apuntes del seminario de Tratamiento de Aguas Residuales. 1998.

14. Metcalf & Eddy. Ingeniería de Aguas residuales. 1997.
15. Peñafiel César Sacón Blgo. del MICIP. Entrevista personal. 1998.
16. Pnuma. El estado del medio marino, informes y estudio del programa de mares regionales No. 115, grupo mixto de expertos sobre los Aspectos Científicos de la Contaminación de las aguas del mar (GESAMP). 1990.
17. Promotora de tierras del Norte (PROTINOR). Tratamiento de Aguas Residuales.