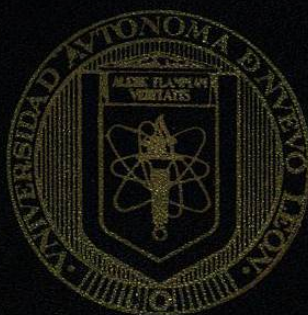


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



EFFECTO DEL AGUA RESIDUAL EN EL DESARROLLO -
INTERACCION DEL LIRIO ACUATICO (*Eichhornia
crassipes*) (Mart y Zucc) Solms.) Y EL
PERIFITON DE LA ZONA RIZOIDAL.

T E S I S

QUE EN OPCION PARCIAL AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN ECOLOGIA ACUATICA

PRESENTA

BIOL. VLADIMIR SANCHEZ HERNANDEZ

MONTERREY, N. L.

JULIO DE 1991

TM

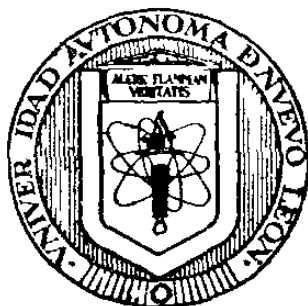
Z5320

FCB

1991

S2

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



EFFECTO DEL AGUA RESIDUAL EN EL DESARROLLO -
INTERACCION DEL LIRIO ACUATICO (*Eichhornia*
crassipes) (Mart y Zucc) Solms.) Y EL
PER FITON DE LA ZONA RIZOIDAL.

T E S I S

QUE EN OPCION PARCIAL AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN ECOLOGIA ACUATICA

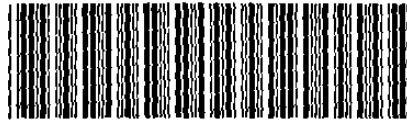
PRESENTA

BIOL. VLADIMIR SANCHEZ HERNANDEZ

MONTERREY, N. L.

JUL 0 DE 1991

TM
25320
FCB
1991
S2



1020091459



FONDO TESIS
163653

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

EFEECTO DEL AGUA RESIDUAL EN EL DESARROLLO-INTERACCION DEL LIRIO
ACUÁTICO (Eichhornia crassipes (Mart y Zucc)Solms.) Y EL
PERIFITON DE LA ZONA RIZOIDAL.

T E S I S

Q U E E N O P C I O N P A R C I A L A L G R A D O D E

M A S T R O E N C I E N C I A S

PRESENTA

BIOL. VLADIMIR SANCHEZ HERNANDEZ

DIRECTOR

DR. SALVADOR CONTERAS BALDERAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

EFFECTO DEL AGUA RESIDUAL EN EL DESARROLLO-INTERACCION DEL LIRIO ACUATICO (Eichhornia crassipes (Mart y Zucc) Solms.) Y EL PERIFITON DE LA ZONA RIZOIDAL.

T E S I S

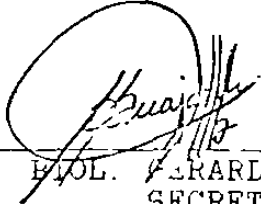
QUE EN OPCION PARCIAL AL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS


PRESENTA

BIOL. VLADIMIR SANCHEZ HERNANDEZ

COMISION DE TESIS


DR. SALVADOR CONTRERAS B.
PRESIDENTE


M.C. BIOL. GERARDO GUAJARDO MTZ.
SECRETARIO


Ph.D. , D. Sc. RATIKANTA MAITI
VOCAL

EL PRESENTA TRABAJO LLEGO A BUEN
TERMINO BAJO LA DIRECCION DEL C.
DR. SALVADOR CONTRERAS BALDERAS,
Y SE REALIZO EN EL CENTRO DE ES-
TUDIOS PARA EL REUSO DEL AGUA --
(C.E.R.A.), DE MONTERREY, NUEVO-
LEON, MEXICO, DEPENDIENTE DE LA-
COMISION NACIONAL DEL AGUA, SE--
CRETARIA DE AGRICULTURA Y RECUR-
SOS HIDRAULICOS.

VERANO 1991

DEDICATORIA

A MI PADRE RAFAEL SANCHEZ HERRERA (+) POR QUE SIEMPRE ME IMPULSO A SUPERARME EN TODOS LOS ORDENES DE LA VIDA.

A MI MADRE JUANA HERNANDEZ HERNANDEZ POR SU APOYO MORAL Y ESPIRITUAL.

A MI ESPOSA IRENE ZAVALA HERNANDEZ POR SU DINAMISMO E HIPERACTIVIDAD TAN ALENTADORAS.

A MIS HIJOS EDGAR, EDUARDO, YASODARI Y ESTRELLITA POR SER MOTIVO FUNDAMENTAL PARA PONER EJEMPLO.

A MIS HERMANOS DANTON Y ELEAZAR POR SER FUERZA DINAMICA EN MI DESARROLLO INTELECTUAL.

A MI TIO Y TUTOR JOSEPH B. SHANTI KOKRISTOS POR AUXILIARME ACTIVAMENTE EN ESTE TRABAJO, POR SUS CONSEJOS PARA LA BUENA MARCHA DEL MISMO Y POR SUS INDICACIONES GENERALES DE SUPERACION.

CON CARINO A MIS SOBRINOS, QUIENES TAMBIEN SON MOTIVO PARA DAR EJEMPLO: DEMETRIO, NELDA, RAFAEL, DEVI, ANAND, MAYA Y FERNANDO.

A MIS HERMANOS LOLITA Y RUBEN Y A SUS HIJOS, A QUIENES SIEMPRE RECUERDO CON CARINO.

A TODOS AQUELLOS QUE FUEPON MIS MAESTROS, POR QUE GRACIAS A ELLOS PUDE RECORRER EL CAMINO, DESDE SABER LEER Y ESCRIBIR HASTA DEAMBULAR EN LAS AREAS PROFESIONALES.

CON CARINO A LA MAESTRA MARIANA GARZA BAPRIENTOS PORQUE ELLA SIEMPRE DIO MAS DE LO DEBIDO A FIN DE QUE QUIENES FUIMOS SUS ALUMNOS MANEJASEMOS CRITERIOS PROFESIONALES DE CALIDAD.

C O N T E N I D O

DEDICATORIA	i
CONTENIDO	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCION	3
ANTECEDENTES	5
Bio-Ecología de <u>Eichhornia crassipes</u>	5
Experimentación y Estudios	6
MATERIALES Y METODOS	11
Unidad Biótica Experimental	11
Agua Experimental y Pruebas	12
-Pruebas y Tratamientos	12
-Origen y Tipos de Agua	12
-Calidad del Agua, Tratamientos y Repeticiones	13
-Pérdidas de Agua	14
-Análisis Físicos y Químicos	14
-Características de las Pruebas Experimentales	15
Registro de la Producción	17
Biomasa Peso Seco	17
Perifiton	18
Análisis Estadísticos	19
RESULTADOS Y DISCUSION	21
Unidad Biótica Experimental	21
Pruebas, Tratamientos y Repeticiones	21
Análisis Físicos y Químicos del Agua	22
Producción Foliar, Vegetativa por Estolones y Floral	24
Biomasa de Hojas	26
Fito y Zooperifiton	27
DISCUSION GENERAL	79
Nitrógeno Amoniacal	81
Nitratos y Nitrógeno	81
Fosfato y Ortofosfatos	82
Nitrógeno y Fósforo	82
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES	88
LITERATURA CITADA	89

AGRADECIMIENTOS

AL DR. SALVADOR CONTRERAS BALDERAS POR LA CONFIANZA DEPOSITADA EN MI, POR SUS INDICACIONES, OBSERVACIONES Y COMENTARIOS PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO.

AL PERSONAL DEL CENTRO DE ESTUDIOS PARA EL REUSO DEL AGUA QUE EN FORMA DIRECTA O INDIRECTA EN ALGUNA MEDIDA CONTRIBUYO ACTIVAMENTE.

AL BIOL. M.C. GERARDO GOJARDO MARTINEZ POR LA CONFIANZA Y COMENTARIOS POSITIVOS.

AL Ph.D., D. Sc. RATIKANTA MAITI POR TODAS SUS INDICACIONES, COMENTARIOS, OBSERVACIONES, OPTIMISMO Y BUENA DISPOSICION.

AL BIOL. CARLOS BRISEÑO POR SU OPTIMISMO Y ALIENTO PARA EFECTUAR EL TRABAJO.

AL BIOL. SERGIO RAMIREZ ALMARAZ POR SU EFICIENTE DISPOSICION EN EL MANEJO COMPUTACIONAL DEL TRABAJO.

A LAS SEÑORITAS PATRICIA GALVAN P. Y ANA MARIA PIVAS V. Y ADRIANA IBARRA C., POR SU DISPOSICION TAN EFECTIVA PARA CAPTURAR Y MANEJAR DATOS EN LA COMPUTADORA.

RESUMEN

Se investigó mediante una serie de pruebas las relaciones biológicas, físicas y químicas que hay entre el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), perifiton y agua residual de diferentes calidades. En la realización de este trabajo hubo necesidad de buscar una unidad biótica fundamentada en la planta de lirio acuático que proporcionará datos cuali y cuantitativos, a fin de establecer observaciones generales y criterios con valor estadístico. Se investigó la relación intrínseca lirio-perifiton-calidad del agua cuando los medios de cultivo constituidos por agua residual se ven afectados por la presencia o ausencia del lirio, o la adición de agua potable, destilada o agua de la misma dilución al substituir las pérdidas ocasionadas por evaporación. La evaluación factorial de la producción de biomasa de hojas de lirio reveló que los tratamientos con mayor concentración de agua residual son significativamente mejores ($p < 0.05$) que aquellos con baja concentración (testigo); a la vez, la producción de hojas y flores también es significativamente mejor. Además, esto permitió definir el mayor crecimiento (biomasa) de lirio, lo que significa alta producción del agua residual, para ello se requiere de 35 plantas por metro cuadrado y cosechas a los 25 días, siendo la primavera la mejor época. La evaluación azarizada del índice de diversidad de especies de Shannon para el perifiton mostró que los mejores ($p < 0.05$) índices se presentaron en el medio silvestre, y que los tratamientos con mayor concentración de agua residual presentaron los índices más bajos. La presencia del lirio acuático es determinante para lograr la depuración del agua residual, el perifiton por sí sólo (prueba 7 sin lirios) no depuró en la misma proporción, como lo señalan los resultados obtenidos para parámetros tales como conductancia eléctrica, color, turbidez y demanda química de oxígeno. El lirio acuático incrementa su desarrollo y aumenta significativamente su biomasa cuando crece en medios ricos en agua residual, el aumento de su biomasa coincide con una disminución de los contaminantes, lo que significa captación de compuestos químicos.

A B S T R A C T

A series of tests were devised to disclose the biological, physical and chemical relations between water hyacinth (*Eichhornia crassipes*), peryphyton and different qualities of waste waters. It was necessary to define a Basic Biological Unit, for water hyacinth growth in order to be able to measure the observed data in qualitative and quantitative approaches, to plan the observations and establish valid statistical criteria. The intrinsic relationship of water hyacinth-peryphyton-waste water was found to be affected by the presence/absence of water hyacinth, replacement of water loss by evaporation with tap water, distilled water, or waste water at the original dilution factor.

Factorial evaluation of water hyacinth leaves biomass production revealed that waste water higher concentration treatments was significantly higher than low concentration or controls at the 0.05 level. Same results were observed when considering leaves and flowers production. Also, it permitted, the higher water hyacinth biomass growth is correlated with the highest purification of the residual waters, and this is attained when reaching 35 plants per square meter - harvesting at 25 days during the spring. Randomized evaluation of Shannon diversity index for peryphyton was obtained under the wild condition (0.05), and the lowest values corresponded progressively to the higher effluent concentrations; as observed through the changes in electrical conductivity, color, turbidity, and chemical oxygen demand. Water hyacinth increases its biomass significantly when in a rich waste water medium, proportional to the observed decrement in pollutants, which means remotion of chemical components.

I N T R O D U C C I O N

Plantas de lirio acuático (Eichhornia crassipes (Mart y Zucc) Solms.) y perifiton de la zona rizoidal de estas plantas sufren un efecto cuando se desarrollan en medios ricos en agua residual, sin embargo, aún no se ha determinado el resultado de esa interacción y sinergismo activo en la transformación de aguas de este tipo. Se ha especulado mucho acerca de la acción depuradora del lirio y el subsecuente mejoramiento de la calidad física y química del agua; no obstante, ha sido desestimada la interacción perifiton plantas - medio acuático; por lo tanto, desde el punto de vista ecológico, un estudio como el presente viene a ser interesante. Además, la presencia del lirio acuático en corrientes lóxicas y lénticas sigue siendo un tema no definido totalmente, algunas opiniones piden su erradicación y otras su control, por lo tanto, el punto de vista biológico, basado en la experimentación es fundamental para decidir las medidas y condiciones a las que deberá sujetarse la vigilancia, control o exterminio de esta planta.

Ha sido muy difundido el beneficio que aporta el uso del lirio acuático en la depuración de aguas residuales (Parkinson, 1981.), a pesar de esto, actualmente estas plantas han sido utilizadas en el tratamiento de aguas, no se le ha dado la importancia ni a las plantas ni a los organismos de la rizósfera, midiéndose únicamente características físicas, químicas e ingenieriles, en tanto que los aspectos biológicos sólo han alcanzado un rango cualitativo o descriptivo. Bajo estas consideraciones tiene trascendencia el definir tres factores biológicos (a) la acción cinética del lirio cuando se encuentra en contacto con el agua residual, (b) el dinamismo y relación que guardan las comunidades perifíticas y (c) la producción del lirio acuático por metro cuadrado por día. Estos aspectos constituyen el origen del presente trabajo, en el que los conceptos generales y cualitativos que se han estado manejando en torno al lirio fueron reafirmados cuantitativamente, mientras que, el desarrollo del perifiton por su abundancia demostró la repercusión que su presencia tiene sobre el medio acuático.

HIPOTESIS

Se plantea como hipótesis de mayor trascendencia el estimar si el grado de concentración de agua residual influye el desarrollo y productividad del lirio acuático así como la dominancia de especies perifíticas. De esto se desprende que el elemento importante de investigación está en función al suceso mismo de encontrar o no diferencias significativas entre la biomasa media de las plantas o entre la concentración media de las especies perifíticas.

OBJETIVOS.

- 1.- Evaluar la producción y estimar el crecimiento (biomasa) del lirio acuático al desarrollarse bajo diferentes concentraciones de agua residual.
- 2.- Distinguir y establecer el sinergismo existente entre el lirio acuático y perifiton, y medir la dominancia de especies perifíticas.
- 3.- Clasificar la relación que existe entre lirio, perifiton y agua residual.

A N T E C E D E N T E S

BIO -ECOLOGIA DE Eichhornia crassipes.

Eichhornia crassipes (Mart y Zucc.) Solms., lirio acuático, cuyos nombres comunes son muy diversos según la región (Martínez, 1979.), es una planta acuática muy prolífica de regiones tropicales y subtropicales del mundo, dentro de las cuales se incluyen Asia, Africa, América Central, América del Sur, México y sur de los Estados Unidos (Penfound y Earle, 1948.).

Estas plantas son flotantes o fijas al fondo, las hojas presentan un pecíolo globoso de material esponjoso y aspecto inflado, con capacidad de flotación. Las plantas adheridas al fondo carecen de esta estructura por lo que el pecíolo es largo, semejante al de plantas terrestres (Penfound y Earle, 1948; Correl y Johnston, 1970).

El sistema radicular se extiende de 7 a 15 cm. bajo la superficie del agua y proveen un buen hábitat a comunidades complejas de organismos (Holm, et al, 1969). El tallo acaulis es la estructura vital originadora de rizomas, raíces, hojas e inflorescencias, y se le ubica 4 cm. bajo la superficie del agua, incluido entre el rizoma. La reproducción se efectúa mediante semillas y plantas originadas por estolón (Penfound y Earle, 1948; Holm, et al. 1969). Las plantas se duplican cada 14 días (Penfound y Earle, 1948; Wolverton y McDonald, 1976).

Las flores de color azul-violáceo, agrupadas en espigas, presentan una mancha amarilla sobre la parte superior del periantio, poseen 3 pétalos, 3 sépalos, 6 estambres y un ovario de 3 carpelos; el ovario súpero da lugar a frutos apocárpicos en cápsulas indehiscientes. De cada flor se forma un fruto capsular que contiene 50 semillas. Al finalizar la floración, los sépalos y pétalos se cierran formando una estructura tubular que más tarde presenta hidrotopismo positivo; una vez alcanzada la superficie acuática, el fruto capsular madura y las semillas quedan libres. Las semillas llegan al fondo y allí se fijan, su viabilidad es de varios años; la germinación es posible únicamente si la semilla queda expuesta al aire. El ciclo de vida dura de 60 a 75 días. (Martínez, 1979; Penfound y Earle, 1948; Holm, *et al.* 1969; Fasset, 1940; Jaime y Chapa, 1976).

EXPERIMENTACION Y ESTUDIOS.

Del lirio acuático se han estudiado muchísimos aspectos, desde lo indeseable de su presencia en cuerpos de agua (Jaime y Chapa, 1976.), hasta su factibilidad como alimento humano (Parado y Alcantar, 1975.), pasando por una serie de cuestionamientos tales como: Su digestibilidad en borregos (Rodríguez y Bravo, 1971.), su incorporación al suelo como nutriente (Parra y Hortenstine, 1976.), su control biológico (Perkins y Maddox, 1976.), su intervención en los mecanismos de conversión de nitrógeno amoniacal a nitrógeno elemental en sistemas de tratamiento de agua residual (Weber, 1983.), y otros más.

Clock (1968) reportó buena remoción de nutrientes, nitrógeno y fósforo, mediante el cultivo de lirio en canales de 20 pies de largo, 2 pies de ancho y un pie de profundidad, con efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales en sistemas de aireación extendida; el agua fue recirculada cada cinco días. Goodson y Smith (1970) trabajaron la remoción de nutrientes cultivando lirio en estanques de 1130 pies cuadrados y profundidad de 6 pies, en los que se recibía agua residual de industrias cítrícolas y efluentes municipales; en estos estanques se experimentaron dos fases de retención del agua: la primera de 2.4 días y la segunda de 5 días: los resultados mostraron buena remoción de nutrientes.

Bagnall, et al., (1974) cultivó lirio acuático en estanques de 7361 pies cuadrados y 4.5 pies de profundidad, usando efluentes de una planta de tratamiento de aguas residuales con sistemas de aireación extendida; el lirio cosechado fue empleado en pruebas experimentales para la manufactura de papel y compost. Dinges (1976), obtuvo buenos resultados en la remoción cuanti y cualitativa de substancias orgánicas e inorgánicas componentes de agua residual municipal contenida en lagunas de estabilización, con una superficie de 6300 pies cuadrados y profundidades en la primera fase de 3.3 pies, y en la segunda fase experimental 2.8 pies de profundidad; en estas lagunas se cultivó lirio acuático; el área de estudio fue dividida en 4 secciones mediante barreras.

Los científicos de la N S T L de la N A S A en Estados Unidos, han experimentado cultivos de lirio para remover compuestos orgánicos e inorgánicos (fenoles, metales pesados, otros) en estanques con aguas residuales y desechos químicos (Wolverton y McDonald, 1976; Wolverton, 1975 a,b). Pesticidas, cianuros y otras substancias se trataron en un canal abierto cuyas dimensiones fueron 800 pies de longitud, 20 pies de ancho y 2.5 pies de profundidad, cubiertos por lirio; la remoción de substancias se reportó como buena (Wolverton, 1975 c).

Parkinson (1981) describió varios puntos de vista y metas propuestas por investigadores de la E P A , N A S A , y otros; ellos ratifican el uso de lirio acuático para el tratamiento de aguas residuales de tipo primario y secundario o de canales y lagunas de estabilización. Joseph (1976 a, b) difundió experiencias de varios investigadores e hizo hincapie en el uso de lirio acuático para el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.

En un programa piloto se experimentó el cultivo de lirio en 3 estanques con longitud de 91 M , anchura 7.6 M y profundidad 0.46 M, efluente residual municipal con tratamiento secundario, con un tiempo de retención de 3 días . Se registraron como parámetros importantes las concentraciones de DBO 5 (mg/L), sólidos suspendidos (mg/L), p H , nitrógeno (orgánico, amoniacal, nitritos y nitratos, mg/L) y alcalinidad (mg/L), reportándose los siguientes resultados:

ESTANQUE 1	ESTANQUE 2	ESTANQUE 3
no cosechado	no cosechado	si cosechado
no aireado	si aireado	no aireado
VERANO reducción de nitrógeno		
70%	99%	70%
INVIERNO reducción de nitrógeno		
55 a 70%	55 a 70%	55 a 70%

En este estudio el autor concluye que la cosecha de lirio no ayuda en la remoción de nitrógeno amoniacal o nitrógeno total, y que la cosecha es necesaria únicamente para prevenir y evitar el exceso de plantas muertas en el fondo del estanque; y considera que la función primordial del lirio acuático en el proceso de nitrificación es simplemente proveer un substrato en donde se fijen las bacterias nitrificantes, ya sea sobre la raíz o en otra estructura de la planta, y que sólo cuando aparecen en este proceso los nitritos y nitratos es cuando las plantas de lirio pueden incorporar a su biomasa el nitrógeno procedente de las aguas residuales (Hauser, 1984).

En otro tipo de estudios se experimentó la validéz de varios diseños ingenieriles para remover el nitrógeno amoniacal mediante el uso de lirio acuático en aguas residuales efluentes de tratamiento por lirio, en afán de obtener datos cuantitativos y superar las informaciones cualitativas y observaciones generales que históricamente han sido registradas en la literatura, considerándose como importantes el estudio de la carga hidráulica ($M^3/M^2/día$), rango de carga hidráulica aplicada ($M^3/M^2/día$) y el rango de la carga de nitrógeno ($kg/hectárea$). En esta prueba se emplearon dos canales de 9.5 M de longitud, 0.54 M de anchura y 0.30 de profundidad; además se añadió nitrógeno amoniacal dosificado. El lirio no fue cosechado durante la investigación y sólo se consideró importante el registro de las concentraciones de nitrógeno (orgánico, amoniacal, nitratos y nitritos, mg/L), carbón orgánico (mg/L), DBO 5 (mg/L), oxígeno disuelto (mg/L), turbidéz y otros parámetros. En este estudio se concluyó que el grado de conversión de nitrógeno amoniacal a nitrógeno elemental esta en función del rango de carga hidráulica aplicada ($M^3/M^2/día$) y la longitud del estanque o canal, más no de la carga de nitrógeno (Weber y Tchobanoglous, 1985).

Weber y Tchobanoglous (1986) desarrollaron un modelo predictivo para el proceso de conversión de nitrógeno amoniacal a nitrógeno elemental en sistemas con lirio acuático para tratamiento de efluentes secundarios de agua residual municipal. En estas pruebas se empleó un canal de 9.5 M de longitud, 0.54 M de ancho y 0.30 M de profundidad; se aplicó sulfato de amonio como fuente de nitrógeno. Estos autores concluyen que el proceso de nitrificación $\text{NH}_4 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}_3$, es una función ligada a la carga hidráulica aplicada ($\text{M}^3/\text{M}^2/\text{día}$), la longitud del reactor (M) y la carga constante ($\text{M}^3/\text{M}^2/\text{día}$).

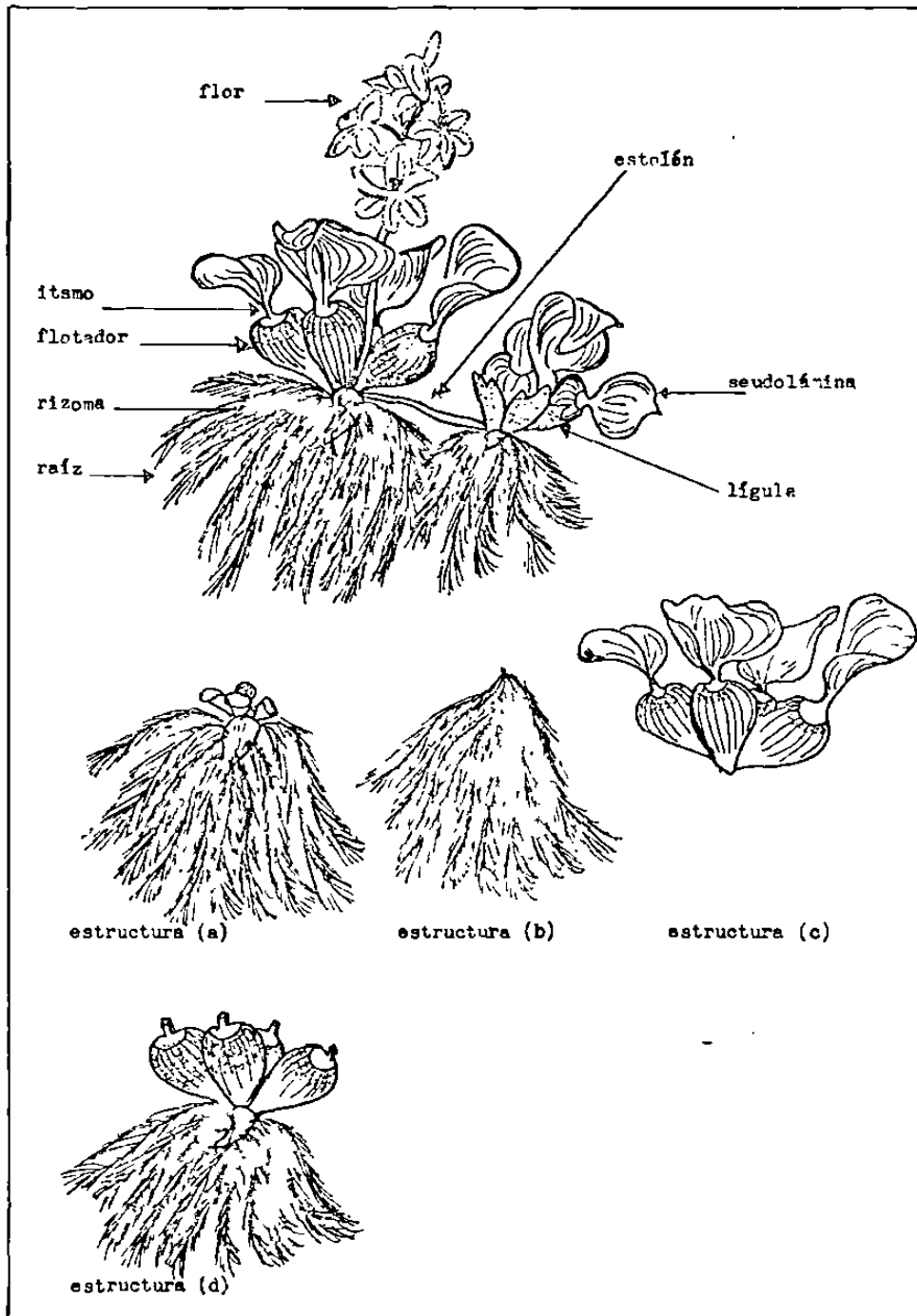


Figura 1.- En un estudio preliminar se probaron varias estructuras de la planta lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), las siguientes estructuras resultaron inadecuadas: (a) el rizoma sin peciolo, (b) la raíz totalmente libre y (c) el peciolo flotador. Únicamente la unidad compuesta de rizoma, peciolo flotador y sin hojas (d), fue capaz de generar nuevas hojas, crecimiento y reproducción.

M A T E R I A L E S Y M E T O D O S

UNIDAD BIOTICA EXPERIMENTAL

Ante la necesidad de poseer una unidad biótica de trabajo basada en el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), suficiente para llevar a cabo el estudio planeado, en un estudio preliminar se probaron varias estructuras de esta planta: (a) el rizoma sin pecíolo mostró ser inefectivo para generar crecimiento y desarrollo de nuevas plantas, (b) la raíz totalmente libre fue inadecuada y (c) el pecíolo flotador también fue incapáz. En cambio, (d) la unidad compuesta de rizoma, pecíolo flotador y sin hojas, fue la única estructura biótica capaz de generar nuevas hojas, crecimiento y reproducción sexual y vegetativa por estolones; es a ésta estructura a la que se le ha denominado unidad biótica experimental, la cual constituyó una de las partes fundamentales de la experimentación. Esta unidad reveló en los exámenes preliminares una supervivencia de 100%, mientras que su presencia a lo largo del curso normal de cada investigación mostró eficiencia y buen funcionamiento en cuanto a manejo de pruebas y observaciones, así como resultados cuantitativos y cualitativos. En cada una de las pruebas efectuadas se registró un número definido de unidades bióticas distribuidas uniformemente por tratamientos y repeticiones.

La unidad biótica fue cultivada sobre medios constituidos por diferentes calidades de agua, los efectos se midieron determinando la biomasa (peso seco) a 105°C, cuantificando hojas y producción de hojas, flores y plantas nuevas originadas por reproducción vegetativa (Figura 1).

AGUA EXPERIMENTAL Y PRUEBAS.

Pruebas y Tratamientos.

Se hicieron un total de 8 pruebas. En una de ellas sólo se experimentó agua residual en diluciones 100%, 75%, 50% y 25% hasta formar 4 tratamientos, más el tratamiento testigo integrado con agua potable de clorada (100%); en 6 de las restantes pruebas se ensayaron los mismos tipos de tratamientos mas un número definido de unidades bióticas por cada repetición. En la octava prueba los tratamientos se formaron con efluentes de una planta de tratamiento de aguas, mas los testigos y las respectivas unidades bióticas. las pérdidas de agua fueron substituidas con agua destilada, agua potable de clorada o agua de la misma dilución.

Origen y Tipos de Aguas.

El agua empleada en éste trabajo fue obtenida del Centro de Estudios para Reuso del Agua, perteneciente a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. El Centro posee una planta piloto para tratamiento de aguas residuales, ésta ha sido usada en investigaciones y estudios.

La planta de tratamiento tiene tres procesos: Primario, Secundario con lodos activados y Terciario o químico con eliminación de fósforo y nitrógeno, clorinación y filtración con arena y carbón. esta planta tiene un gasto de un litro por segundo en su efluente final.

El influente a la planta de tratamiento comúnmente es agua residual municipal, con 90% o más de desechos domésticos y escasa influencia por desechos industriales. El agua residual usada en este estudio fue obtenida directamente del influente y efluente de la planta de tratamiento.

Calidad del Agua, Tratamientos y Repeticiones.

La calidad del agua se empleó para establecer los tratamientos del experimento; en las pruebas números 1 a 7 se usó el influente crudo (Agua Residual Cruda : ARC) y mezclado con agua potable declorada (APD), como puede observarse a continuación:

tratamiento I testigo, Agua Potable Declorada (APD)	6 Repet.
tratamiento II APD 75% más ARC 25%	6 Repet.
tratamiento III APD 50% más ARC 50%	6 Repet.
tratamiento IV APD 25% más ARC 75%	6 Repet.
tratamiento V Agua Residual Cruda 100% (ARC)	6 Repet.

En la prueba No.8 se usó el influente y efluente de la planta de tratamiento en la siguiente forma:

tratamiento P 100% agua potable declorada	7 Repet.
tratamiento E 2° agua proceso secundario	7 Repet.
tratamiento E 1° agua proceso primario	7 Repet.
tratamiento N 100% agua residual cruda	7 Repet.

Las aguas fueron colocadas en recipientes de 17 litros, profundidad de 15 cm. y diámetro de 39 cm. En las pruebas se usaron 13 litros, profundidad de 12.6 cm, radio de 19 cm y 1,134 cm cuadrados de área.

Pérdidas de Agua.

El desarrollo normal de las pruebas presentó pérdidas de agua por tres causas; en los recipientes el agua se pierde por absorción de las plantas, pero además hay una pérdida continua por evapotranspiración, así como evaporación normal de la superficie acuática. Estos factores disminuyeron el volumen inicial de agua, y como consecuencia de esto surgió la necesidad de equilibrar el volumen añadiendo agua hasta el nivel fijado (12.6 cm de profundidad). El déficit de agua fue substituido en la prueba No.1 por agua de la misma dilución, las pruebas números 2,3,4,5,y 6, por agua potable sin cloro y en las pruebas 7 y 8 la substitución se hizo empleando agua destilada.

Análisis Físicos y Químicos.

Se practicaron análisis físicos y químicos al agua empleada en el desarrollo de las pruebas 6, 7 y 8; los análisis se hicieron al inicio y finalización de estas pruebas. Las técnicas analíticas empleadas se fundamentaron en los Métodos Estándar para Aguas y Aguas de Desecho (A P H A. et al., 1985), como describe a continuación:

Se determinaron aspectos físicos como la conductancia eléctrica en micro mhos/cm, (sección 205), color con el método platino-cobalto (sección 204 A), pH (sección 423), sólidos totales en mg/L (sección 209 A) y turbidez por el método nefelométrico (sección 214 A).

Se efectuaron análisis de cloruros mg/L por el método nitrato de mercurio (sección 407 B), alcalinidad total mg/L (sección 403), dureza mg/L por el método ácido etilén-diamino-tetra-acético EDTA (sección 314 B), demanda química de oxígeno mg/L por el método de reflujo abierto (sección 508 A).

Los análisis de nitrógeno orgánico mg/L se hicieron por el método macroKjeldahl (sección 420 A), mientras que los nitratos mg/L se determinaron por el método ácido cromotrópico (sección 418 D). El fósforo mg/L se analizó por el método de cloruro estanoso (sección 424 E) y los sulfatos mg/L por el método turbidimétrico (sección 426 C).

Características de las Pruebas Experimentales.

Las ocho pruebas experimentales se hicieron en diferentes períodos y estaciones del año, en cada una de ellas se cultivó lirio acuático en aguas residuales de diferentes calidades y concentraciones, siguiendo los lineamientos de un sistema definido por testigos, tratamientos, repeticiones y número de unidades bióticas de *E. crassipes*; los cultivos permitieron efectuar observaciones, obtener muestras de perifiton y cosechar hojas bajo la influencia de varios factores como se muestra a continuación:

Pr	Dc	Período	Unidades			Tr	Rp	Agua de Reemplazo	Obs del Cultivo		
			Bióticas Rp	Tr	por Pr						
1	21	15 MZO primavera	4	ABR 82	10	60	300	5	6	NISMA dilución	marchitéz
2	25	10 ABR primavera	14	MAY 83	4	24	120	5	6	potable	normal
3	47	13 JUL verano	30	AGO 83	3	18	90	5	6	potable	marchitéz por alta contaminación
4	16	30 AGO verano	14	SEP 84	3	18	90	5	6	potable	normal
5	33	17 SEP ver-otoño	19	OCT 84	3	18	90	5	6	potable	normal
6	43	23 OCT otoño	13	DIC 85	3	18	90	5	6	potable	normal
7	36	14 MAY primavera	18	JUN 86	sin unidades bióticas			5	6	agua destilada	sin cultivo
8	66	22 JUL verano	30	SEP 81	6	42	168	4	7	agua destilada	nor

Pr= prueba DC=días de cultivo/ Tr tratamientos/

Rp= repeticiones/ obs= observaciones.

REGISTRO DE LA PRODUCCION.

Diaria y continuamente se hicieron observaciones e inspecciones de los cultivos de lirio acuático, por cada planta se registró la aparición y desarrollo de hojas, flores, estolones, que es la porción reproductiva vegetativa, plantas nuevas originadas por estolón, así como de hojas y flores de plantas originadas vegetativamente. Del registro diario se obtuvieron datos que permitieron establecer cuantificaciones necesarias para la aplicación de los diseños estadísticos fijados. Las observaciones permitieron definir el número de días y orden de aparición de hojas en todos los tratamientos, así como de las plantas de origen vegetativo (estoloníferas). Los días se cuantificaron a partir del inicio de la prueba.

BIOMASA PESO SECO.

Acorde a cada prueba, las hojas fueron cosechadas en diferentes períodos, como se observa en el punto "Características de las Pruebas Experimentales"; durante la cosecha se les separó por cada planta y luego se les conservó en sobres de papel; posteriormente se les pasó a una estufa especial en donde se les sometió a temperaturas de 105°C hasta obtener peso seco constante, se les pesó individualmente y el peso seco en gramos se registró por cada planta, repetición y tratamiento. Los datos correspondientes a cada repetición constituyeron el fundamento de las evaluaciones realizadas en función al diseño estadístico aplicado.

Antes y después de cada prueba se midió la biomasa de las hojas peso seco en gramos. La biomasa antes de la prueba sirvió tan sólo como referencia antecedente a la biomasa final, en cambio, la biomasa final constituyó el fundamento para mostrar las relaciones existentes entre agua residual y plantas.

PERIFITON.

Los objetivos de la investigación dictan la metodología de muestreo de las comunidades perifíticas (Weber,1973.), sin embargo, en este trabajo se emplearon técnicas modificadas fundamentadas en los Métodos Estandar para Aguas y Aguas de Desecho descritas en la sección 1003 (A P H A., et al 1980.) y en un manual de la E P A (Weber,1973.).

La comunidad perifítica esta constituida por una amplia variedad de macro y micro organismos fito y zoo que viven epifíticos, alrededor o fijos a las plantas de lirio. La colección de muestras fue obtenida de la siguiente manera, homogenizando toda el agua contenida en el receptáculo se tomaron 200 ml y se filtraron usando una malla del No. 20 (0.076 mm), el material filtrado se removió con agua destilada, luego se lavó y captó en frascos de vidrio. La concentración final por frasco fue de 50 ml. Dos gotas de mentol se emplearon para relajar el zoo. La preservación final de las muestras se hizo añadiendo dos ml de formalina neutra y 5% de solución de glicerol.

El exámen microscópico para identificación de especies se hizo cuando fue posible. Se puso una gota de muestra homogenizada de 0.05 ml sobre portaobjetos, se identificó el perifiton y obtuvo una estimación de la densidad de la población. Las claves de identificación taxonómica empleadas fueron las de Edmonson (1980), Pennak (1980) y otras. A fin de calcular la concentración de organismos se uso la siguiente fórmula matemática:

$$\text{organismos/cm}^3 = \frac{\left[\begin{array}{l} \text{organismos} \\ \text{contados} \end{array} \right] \left[\begin{array}{l} \text{volúmen} \\ \text{concentrado cm}^3 \end{array} \right]}{\left[\begin{array}{l} \text{volúmen microscópico} \\ \text{examinado} \quad \text{cm}^3 \end{array} \right] \left[\begin{array}{l} \text{volúmen} \\ \text{filtrado cm}^3 \end{array} \right]}$$

ANALISIS ESTADISTICOS

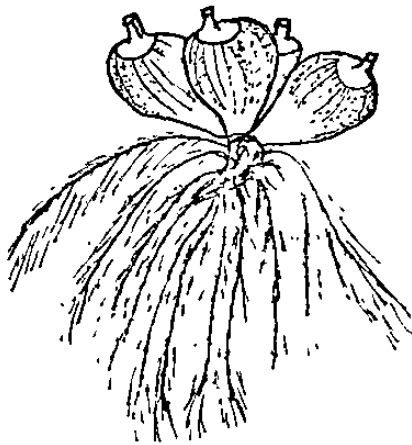
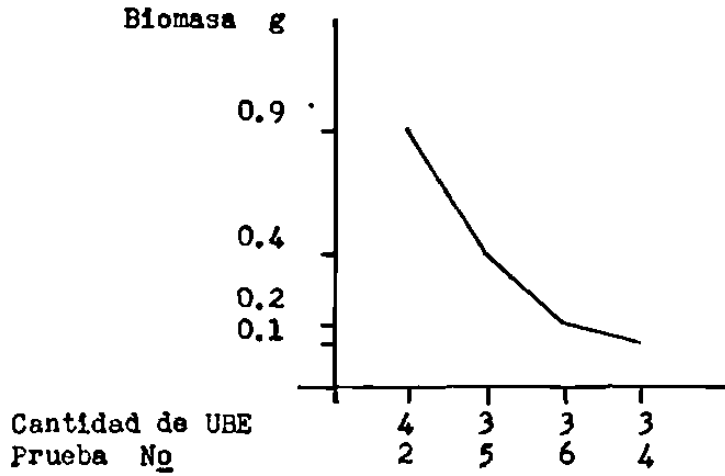
Cada una de las repeticiones y tratamientos experimentados permitieron establecer un registro de datos sobre la producción de lirio acuático en cuanto a hojas y flores, así como de plantas originadas por estolón, sus hojas y flores.

Estos datos cuantitativos fueron analizados estadísticamente por el método de bloques al azar, en cambio, las medias se evaluaron por el método sencillo de diferencias mínimas significativas en el que se usaron valores "t" de Student 0.05, este método se empleó en forma general para todas las pruebas debido a que, en este caso, las comparaciones hechas con los métodos Duncan o Tuekey mostraron resultados similares. (Chow, 1972; De La Loma, 1982; Panse, 1963).

En cada una de las pruebas se midió la biomasa de hojas y se le registró en gramos, los datos también fueron analizados por diseño de bloques al azar y comparación de medias, además, los datos correspondientes a las pruebas 2, 4, 5 y 6 se analizaron por el método factorial, en este caso las pruebas 1 y 3 no fueron consideradas por haber presentado marchitez, la 7 se descartó por ser una prueba sin lirios y la 8 por ser una prueba de substratos diferentes.

En las ocho pruebas se estableció un registro de cantidad de especies e individuos por especie para organismos fito y zooperifíticos, luego se estudiaron mediante el índice de diversidad de especies de Shannon (1948). Los índices de diversidad fito y zoo obtenidos en las pruebas 2, 4, 5 y 6 se evaluaron mediante diseño azarizado.

En todos los casos, las evaluaciones tiene 95% nivel de confiabilidad, con un alfa de 0.05.



1 UBE	0.0283	m ²
2 UBE	0.0567	"
3 UBE	0.0850	"
4 UBE	0.1134	"
5 UBE	0.1417	"
10 UBE	0.2835	"
17 UBE	0.4819	"
18 UBE	0.5103	"
35 UBE	0.9922	"
36 UBE	1.0205	"

Unidad biótica experimental

Figura 2.- Características generales de las unidades bióticas experimentales (UBE) y cantidad de unidades por metro cuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSION

UNIDAD BIOTICA EXPERIMENTAL.

En el estudio preliminar se determinó la estructura biótica básica al desarrollo experimental, fundamentada en su capacidad de sobrevivencia, desarrollo y reproducción. Habiéndose probado varias estructuras bióticas (rizoma sin pecíolo, raíz totalmente libre, pecíolo flotador), finalmente se encontró como unidad apropiada al experimento las plantas provistas de raíz, pecíolos flotadores, e intencionalmente carente de hojas. Esta estructura fue capaz de producir nuevas hojas, flores, y reproducción vegetativa, eventos dentro del desarrollo normal de *Eichhornia crassipes*. El porcentaje de supervivencia fue de cien por ciento y la mortalidad nula.

La evaluación factorial de la biomasa foliar (Tabla 16) mostró que es altamente significativo (0.05) el empleo de 4 plantas por repetición para obtener $\mu_j r$ producción, e implícitamente significa disponer de 1134 cm. cuadrados; la extrapolación de ambas características determina el uso de 35 plantas por metro cuadrado, tal y como se observa en la Figura 2.

PRUEBAS, TRATAMIENTOS Y REPETICIONES

Se hicieron un total de ocho pruebas con sus respectivos tratamientos y repeticiones (como se relata en Materiales y Métodos). Las pérdidas de agua por evaporación de la superficie, absorción de las plantas o evapotranspiración,

fueron substituidas con agua destilada, potable de clorada o agua de la misma dilución, obteniéndose resultados diferentes; la misma dilución produjo declinamiento y muerte de las plantas, debido a la constante acumulación de contaminantes del agua residual, acontecimiento visible en todos los tratamientos, más no en el testigo. El agua destilada permitió la observación clara del sinergismo lirio-perifiton para transformar su propio ambiente, como puede observarse por la disminución de fosfatos (90%), cloruros (50%), sulfatos (50%), alcalinidad (23 a 40%) y otros parámetros, (Tabla 4, Gráficas 1 a 6). En cambio, el agua potable de clorada, debido a sus características químicas (como por ejemplo concentraciones altas de cloruros, sulfatos y otras substancias), enmascaró en cierto grado los cambios originados por la interacción lirio-perifiton; los cloruros aumentaron 50% o más, los sulfatos incrementaron desde 22% hasta 110%; la alcalinidad registró aumentos de 69% en los tratamientos con mayor concentración de agua potable y disminuciones de 13 a 40% en aquellos tratamientos con mayor cantidad de agua residual (Gráficas 1 a 6).

ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL AGUA.

Se efectuaron análisis físicos y químicos a muestras de agua obtenidas en cada una de las repeticiones de las pruebas números 6, 7 (sin lirios) y 8, tanto al inicio como al final del experimento, (ver Tabla 1 a 3), paralelamente se evaluaron los porcentajes de aumento o disminución de algunos parámetros (ver Tabla 4).

El pH se registró para las pruebas números 7 y 8, sufriendo aumentos que medidos en porcentaje variaron desde 0.3% hasta 12%.

La conductancia eléctrica (micro Mhos/cm) disminuyó en la prueba Nº 8 desde 32% hasta 48%, sin embargo el testigo mostró aumentos de 47%. La prueba Nº 6 mostró aumentos desde 2% hasta 36% y la prueba Nº 7 desde 18% hasta 60%. El efecto resultante de la Interacción lirio-perifiton-calidad del agua se

observaron claramente en la prueba N° 8; mientras que en la prueba N° 6 la conductancia eléctrica aumentó paralelamente al aumento en la concentración de cloruros (Cl mg/l), sulfatos ($\text{SO}_4 \text{ mg/l}$) y dureza ($\text{CaCO}_3 \text{ mg/l}$), ésto refleja la influencia que ejerce el agua potable cuando substituye las pérdidas por evaporación; no obstante, se observa el efecto del sinergismo lirio-perifiton, puesto que el porcentaje de aumento es menor que el registrado en la prueba N° 7, en donde habiéndose usado agua destilada para substituir pérdidas por evaporación, la ausencia del lirio influyó notablemente como se ve en el registro de porcentajes. En cambio, en la prueba N° 8 se observaron disminuciones en el porcentaje de cloruros y sulfatos, desde 50% hasta 88%. En todos los casos, los testigos mostraron aumentos de concentración, desde 4% hasta 851%, en cuanto a conductancia eléctrica, cloruros, sulfatos y dureza. La remoción de compuestos químicos, cloruros y otras sustancias, indudablemente se encuentran asociadas al crecimiento del lirio.

El color (Pt -Co) no siendo un parámetro muy importante mostró claramente la resultante del sinergismo lirio-perifiton, como se observa en los porcentajes, con disminuciones desde el 67% hasta 80% en la prueba N° 6, y aumentos desde 20% hasta 200% en la prueba N° 7; registrándose aumentos significativos en los testigos.

La turbidez ($\text{TiO}_2 \text{ mg/l}$) mostró disminuciones desde el 87% hasta 95% en los tratamientos III, IV y V de la prueba N° 6, y tratamiento V de la prueba N° 7; registrándose aumentos significativos en los testigos y tratamientos II de ambas pruebas, así como los tratamientos III y IV de la prueba N° 7.

Se observó que el nitrógeno amoniacal ($\text{NH}_3 \text{ mg/l}$) mostró disminuciones significativas con porcentajes de 97% a 99% para los tratamientos en la prueba N° 8, no así el testigo que registró aumentos del 1400%.

Comúnmente los nitratos ($\text{NO}_3 \text{ mg/l}$) tienen concentraciones mínimas en el agua residual, debido a que es la forma química final del proceso de nitrificación desarrollado por bacterias específicas que no se encuentran en este tipo de agua, no

obstante puede ser portadora de nitratos. En la prueba N^o 8 el agua residual mostró buena concentración de nitratos, la remoción fue de 78% a 99%, excepto el testigo que registró aumentos 75%. En la prueba N^o 6 se observaron concentraciones iniciales menores a 0.1 mg/l, sin embargo, al finalizar se registraron aumentos de 347% a 3850%, no así el testigo que inicialmente presentó una concentración de 0.4 mg/l y concluyó con una remoción de 78%. En cuanto a la prueba N^o 7 (sin lirios), todas las concentraciones iniciales fueron menores a 0.1 mg/l y las concentraciones finales también.

La absorción y aprovechamiento del fósforo por las plantas de lirio repercuten en la remoción de este nutriente. En los tratamientos III, IV, V, E 1^o, E 2^o y N 100%, se observaron remociones desde 44% hasta 96%, en las pruebas números 6, 7 y 8. El tratamiento II de la prueba N^o 6 incrementó 18%; en la prueba N^o 7 la remoción fue de 36%. Los testigos de las pruebas números 7 y 8 no mostraron incrementos; en cambio, en la prueba N^o 6 el testigo sufrió aumentos de 200%.

Debido a que la oxidación química de las sustancias demanda oxígeno del medio ambiente, el parámetro demanda química de oxígeno DQO (mg/l) es fundamental para estudios de contaminación. En los tratamientos IV, V, E 1^o y N 100% se observaron disminuciones desde 9% hasta 82%. En los tratamientos III se registraron disminuciones de 87% para la prueba N^o 6 y aumento de 12% para la prueba N^o 7. En las pruebas números 6 y 8 las disminuciones fueron de 67% y 59% para los tratamientos II y E 2^o respectivamente; sin embargo, la prueba N^o 7 presentó aumentos de 2136%. En cuanto los testigos, todos presentaron aumentos de 240% hasta 3555%.

PRODUCCION FOLIAR, VEGETATIVA POR ESTOLONES Y FLORAL.

Se estudió la producción foliar, vegetativa por estolones y floral mediante observaciones diarias cuali y cuantitativas. El análisis estadístico (α 0.05) mostró que existe una tendencia

definida por abundante producción de hojas en los tratamientos con mayor concentración de agua residual que en los restantes, siendo siempre menor la producción en los tratamientos testigo. El registro y análisis foliar de plantas estoloníferas también mostró diferencias altamente significativas de la producción en los tratamientos con mayor concentración de agua residual, y baja producción en los testigos (Tablas 5, 6, 10 Y 11 Gráficas 7 Y 8).

El orden de aparición de hojas, así como de plantas originadas por estolón fue de la siguiente manera:

(a) En todos los tratamientos las primeras hojas aparecen a los seis días, no obstante, la producción en los testigos siempre es significativamente más baja que en los restantes tratamientos.

(b) En los tratamientos efluente secundario (E 20) las plantas originadas vegetativamente aparecen a los 22 días y las hojas de estas plantas a los 29 días.

(c) En los tratamientos efluente primario (E 10) las plantas originadas vegetativamente aparecen entre los 14 y 22 días, y las hojas de 21 a 29 días.

(d) En el tratamiento agua residual cruda las plantas de origen vegetativo aparecen entre los 15 a 21 días y las hojas de estas plantas de 23 a 29 días.

Se estimó que la producción de hojas de cualquier tratamiento, exceptuando el testigo, es similar (sin diferencias significativas) entre los 16 a 20 días.

Se encontró que la producción floral es significativamente mejor (α 0.05) en los tratamientos con alta concentración de agua residual (Tablas 7, 8, 9 y 11, Gráfica 8).

BIOMASA DE HOJAS.

La evaluación estadística mostró significativamente mayor biomasa en los tratamientos con alta concentración de agua residual que en los restantes, siendo el testigo el tratamiento con menor producción de biomasa (Tablas 12, 13 Y 14, Gráfica 9).

Debido a que las pruebas se efectuaron bajo la influencia de diferentes períodos y estaciones del año, se evaluó factorialmente la biomasa de 4 pruebas (Tabla 16), no se consideró la prueba N° 8 por tener tratamientos diferentes, ni la N° 1 y N° 3 por que ambas presentaron fenómeno de marchitez. En la prueba N° 1 se presentó declinamiento de las plantas debido a la constante y continua acumulación de contaminantes del agua residual, ya que las pérdidas de agua se substituyeron con agua de la misma dilución; en cambio, en la prueba 3 la marchitez se originó por la presencia de contaminantes muy fuertes procedentes de industrias con procesos de galvanización de metales.

Los resultados mostraron que los tratamientos son altamente significativos en el siguiente orden: V mejor que IV, mejor que II, mejor que II, mejor que I; esta relación establece que el desarrollo de cada una de las plantas está influido directamente por la calidad del agua, como se observa en la Gráficas 9 y 10.

El análisis factorial también mostró diferencias altamente significativas (α 0.05) por interacción tratamientos/pruebas (Tabla 16); con esto se establece que la edad de plantas, condiciones particulares de cada planta y su estado biológico general influyeron en la variabilidad encontrada en las diferentes pruebas.

A la vez se descarta la influencia ejercida por factores tales como período, estación del año y cantidad de plantas, ésto se establece al verificar el grado significativo correspondiente como se advierte en la Gráfica 11.

Los niveles significativos encontrados permitieron especificar los elementos necesarios para obtener mejor producción mediante cultivos con cuatro plantas, superficie de 1134 cm cuadrados, desarrollados en primavera y cosechados a los 25 días; la Gráfica 12 revela los elementos mencionados.

En la prueba N° 8 el registro de la biomasa de hojas presentó las siguientes diferencias significativas entre los tratamientos: N 100% (residual cruda) mejor que E 1º (efluente primario), mejor que E 2º (efluente secundario), mejor que P 100% (agua potable declorada). En esta relación se observa como la biomasa es mayor en los tratamientos con alta concentración de agua residual que en los restantes, teniendo el testigo el nivel de producción más bajo, (ver Gráfica 13). Esta tendencia es similar a la registrada en las pruebas anteriores (números 2, 4, 5, 6) en donde el nivel significativo de los tratamientos mostró que: V (Agua Residual Cruda 100 %) es mejor que IV (ARC 75 % + APD 25 %), mejor que III (ARC 50 % + APD 50 %), mejor que II (ARC 25 % + APD 75 %), mejor que I (Agua Potable Declorada 100 %).

FITO Y ZOO PERIFÍTICO.

Los organismos fito y zoo -perifíticos fueron registrados como cantidad de especies, de individuos por especie y cantidad total de individuos, (ver Tablas 17 a 32), estos datos se evaluaron, posteriormente, por el índice de diversidad de especies de Shannon (Tabla 33).

La evaluación azarizada de índices de diversidad fitoperifíticos (Tabla 34) registrados en las pruebas números 2, 4, 5 y 6 mostraron que las especies silvestres 0 tienen un índice mejor que el de los tratamientos I, II, III,

IV Y V. Además son significativamente mejores los índices de los tratamientos I, II y III que los correspondientes a IV y V. Los índices obtenidos para I, II y III son similares y no presentan diferencias significativas; de la misma forma, los índices de IV y V son similares, sin diferencias significativas (Gráfica 14).

Lo anterior pone de manifiesto que en estado natural el fito-perifiton siempre tuvo mejores condiciones de desarrollo y diversidad de especies; en cambio, la diversidad en el testigo (I) y los tratamientos II y III fue menor que la encontrada en estado natural 0; sin embargo, aún es menor la diversidad en los tratamientos IV y V, cuya concentración de agua residual es la más alta, (ver Gráfica 14). La prueba N^o 8 mostró que los índices de los tratamientos , P 100 %, E 20 Y E 10, son tan solo comparables con el índice obtenido para especies silvestres 0 (Gráfica 16).

En cuanto a los índices de diversidad fitoperifíticos registrados para la prueba N^o 7 (sin lirios), se encontró que no hay diferencias significativas entre los resultados de los tratamientos I, III, IV y V; estos tratamientos tienen un índice similar al observado para IV y V de las pruebas números 2, 4, 5 y 6, así como el tratamiento N 100 % de la prueba N^o 8, correspondientes a la diversidad más baja. Estas relaciones demuestran la asociación substancial entre fito-perifiton, lirios y calidad del agua residual sin embargo, por razones de conocidas el tratamiento II fue significativamente más alto que cualquiera de los registros para especies silvestres 0 (Gráfica 16).

La evaluación azarizada de índices de diversidad zoo-perifíticos (Tabla 35) para las pruebas números 2, 4, 5 y 6, mostraron que es mejor la diversidad de las especies silvestres 0 que la observada en los tratamientos I, II, III, IV y V. Se encontró el índice más bajo en el tratamiento V, y el más alto en el I; siendo la dominancia de mayor a menor: I, IV, II, III y V; en donde I y IV son significativamente mejores que II, III y V; no obstante, I, IV, II y III son significativamente mejores que V, (ver Gráfica 15). La comparación entre estas pruebas y la N^o 7 (sin lirios) mostró similaridad entre los siguientes índices: V igual a I (7), II y III igual a II (7), IV y I iguales a III y V (7); habiéndose encontrado como caso no conocido la similaridad entre el índice para especies silvestres y el observado en el tratamiento IV (7). La estimación general de éstos índices

muestra evidente tendencia a encontrar menor diversidad zoo-perifítica a medida que aumenta la concentración de agua residual (Gráfica 17).

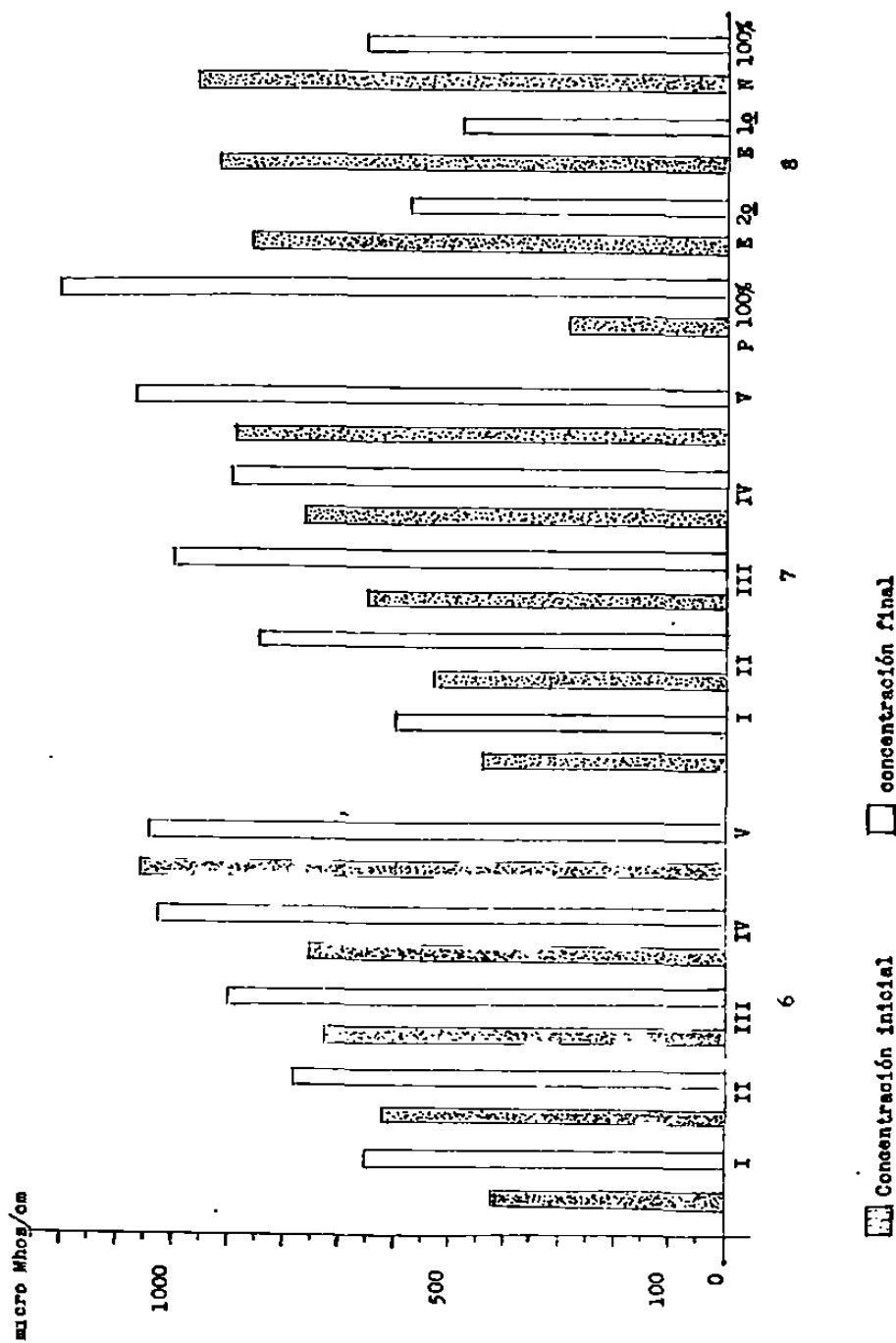
La comparación entre los índices zoo-perifíticos de las pruebas números 8,7 y el bloque 2, 4, 5 y 6, mostró que hay similitud entre los siguientes tratamientos:

- (a) P 100% (8)=III (7), V (7)=I (2,4,5,6), IV (2,4,5,6)
- (b) E 20 (8)=II (7)=II (2,4,5,6)
- (c) E 10 (8), N 100% (8)=I (7)=V (2,4,5,6)

Desde el punto de vista de calidad del agua las comparaciones anteriores se expresan como se muestra a continuación:

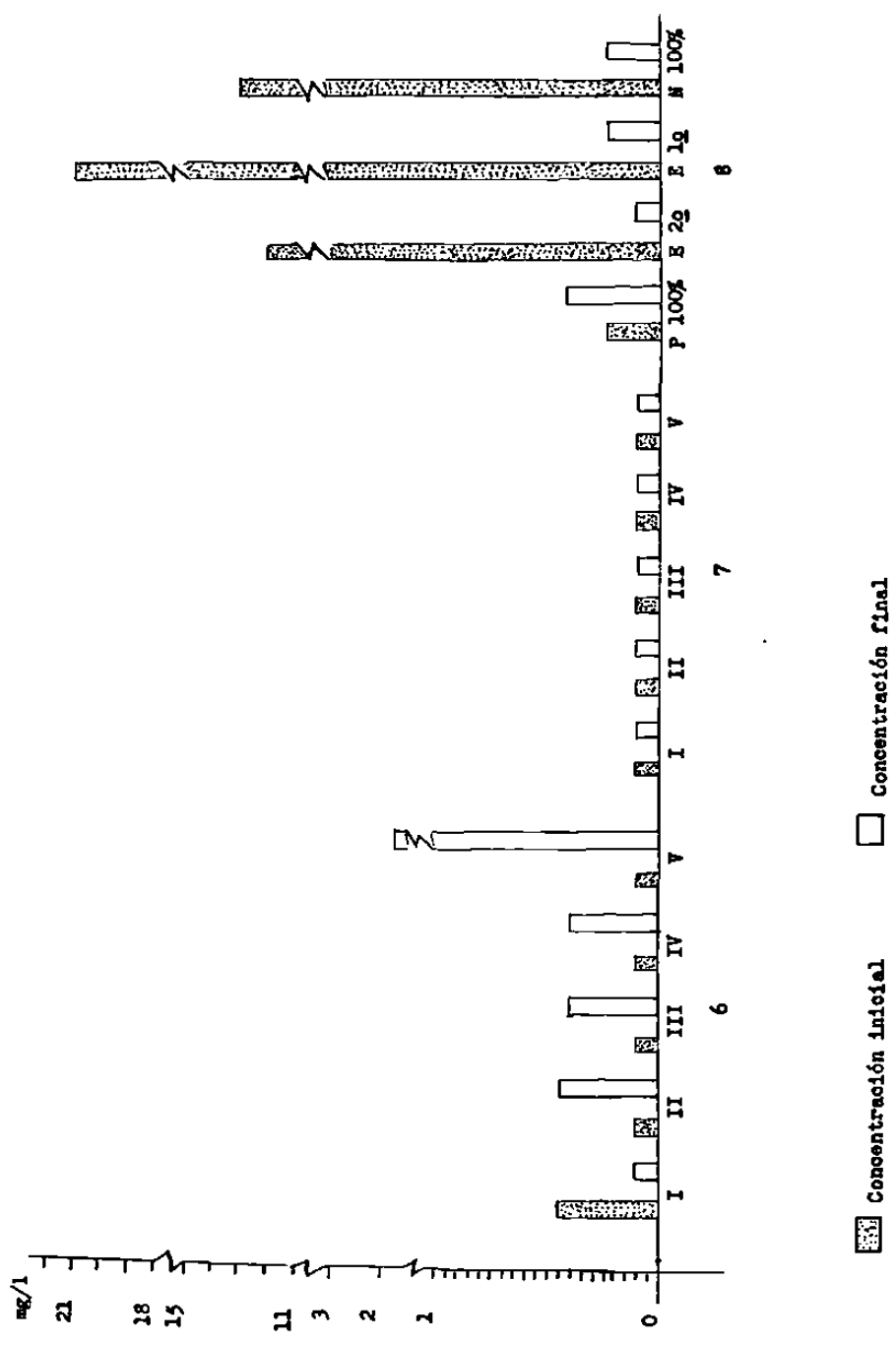
- (a) Potable (8)=residual 50% (7)=residual 100% (7)= potable (2,4,5,6)= residual 75% (2,4,5,6).
- (b) Efluente secundario (8)=residual 25% (7)= residual 25% (2,4,5,6).
- (c) Efluente primario (8)=residual 100% (8)=potable (7)=residual 100% (2,4,5,6).

La similitud zoo-perifítica en los tratamientos efluente secundario y residual 25% y 50% evidenciaron probable semejanza en cuanto a condiciones ambientales físico-químicas del agua en éstos tratamientos.

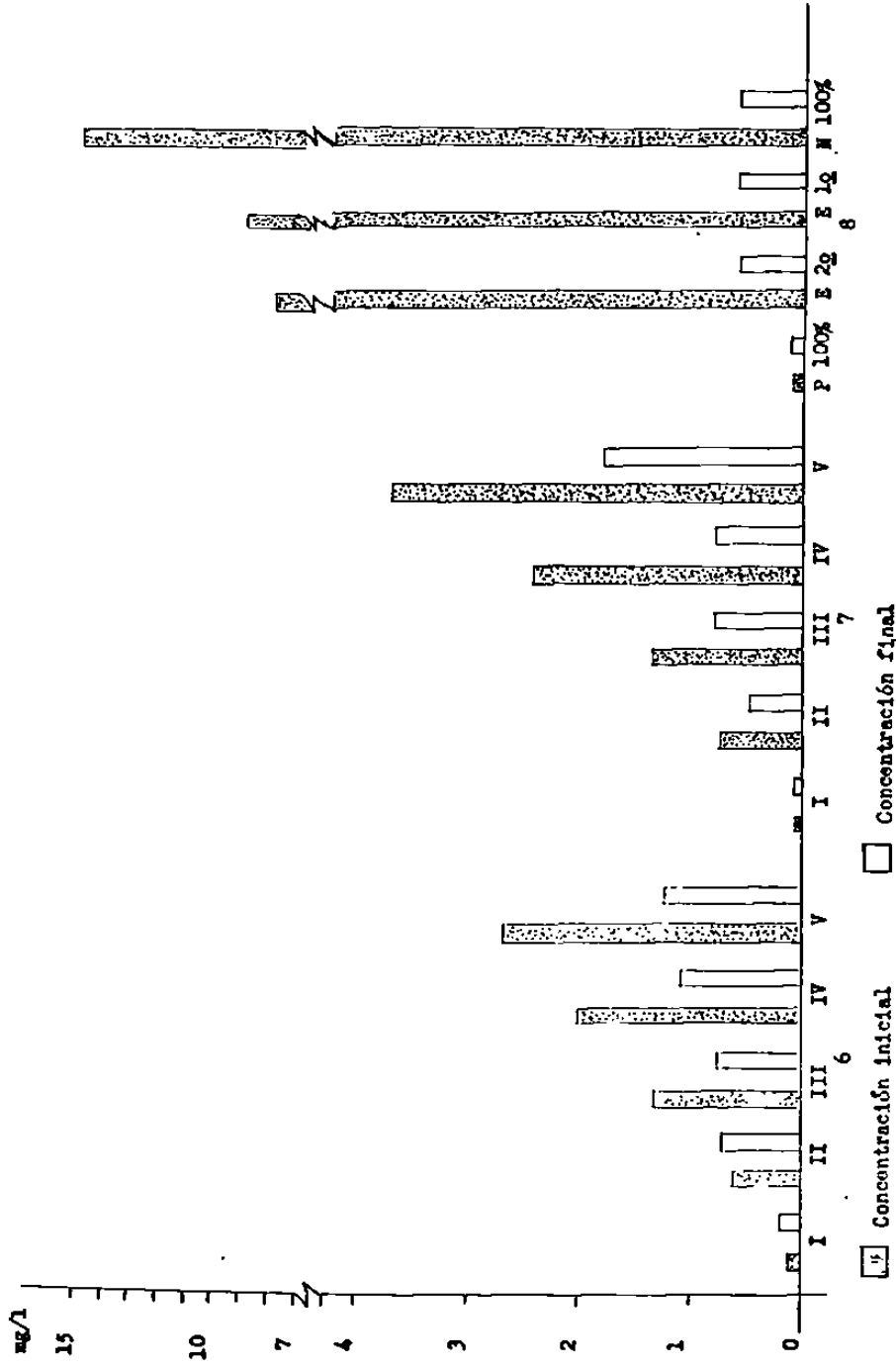


Gráfica 1.- Concentración inicial y final de la conductancia eléctrica correspondiente a las pruebas 6, 7 y 8

I... agua potable declarada (APD) V... agua residual cruda (ARC)
 II... APD 75 ARC 25 III... APD 50 ARC 50 IV... APD 25 ARC 75

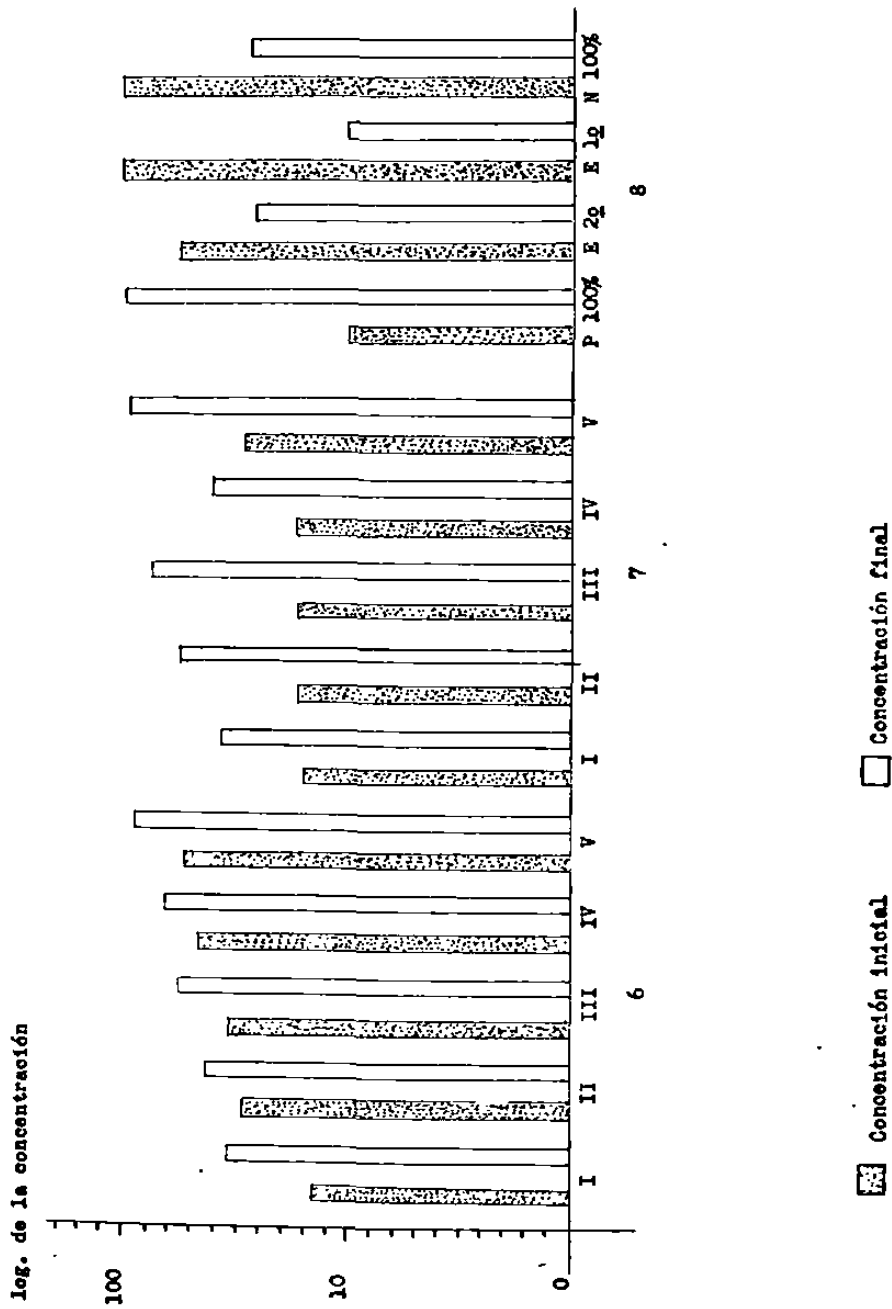


Gráfica 2.- Concentración inicial y final de nitratos correspondientes a las pruebas 6, 7 y 8
 I...agua potable decolorada (APD) V...agua residual cruda (ARC)
 II... APD 75 ARC 25 III...APD 50 ARC 50 IV...APD 25 ARC 75



Gráfica 3.- Concentración inicial y final de fosfatos correspondientes a las pruebas 6, 7 y 8

I...agua potable de clo (APD) V...agua residual cruda (ARC)
 II... APD 75 ARC 25 III... APD 50 ARC 50 IV... APD 25 ARC 75



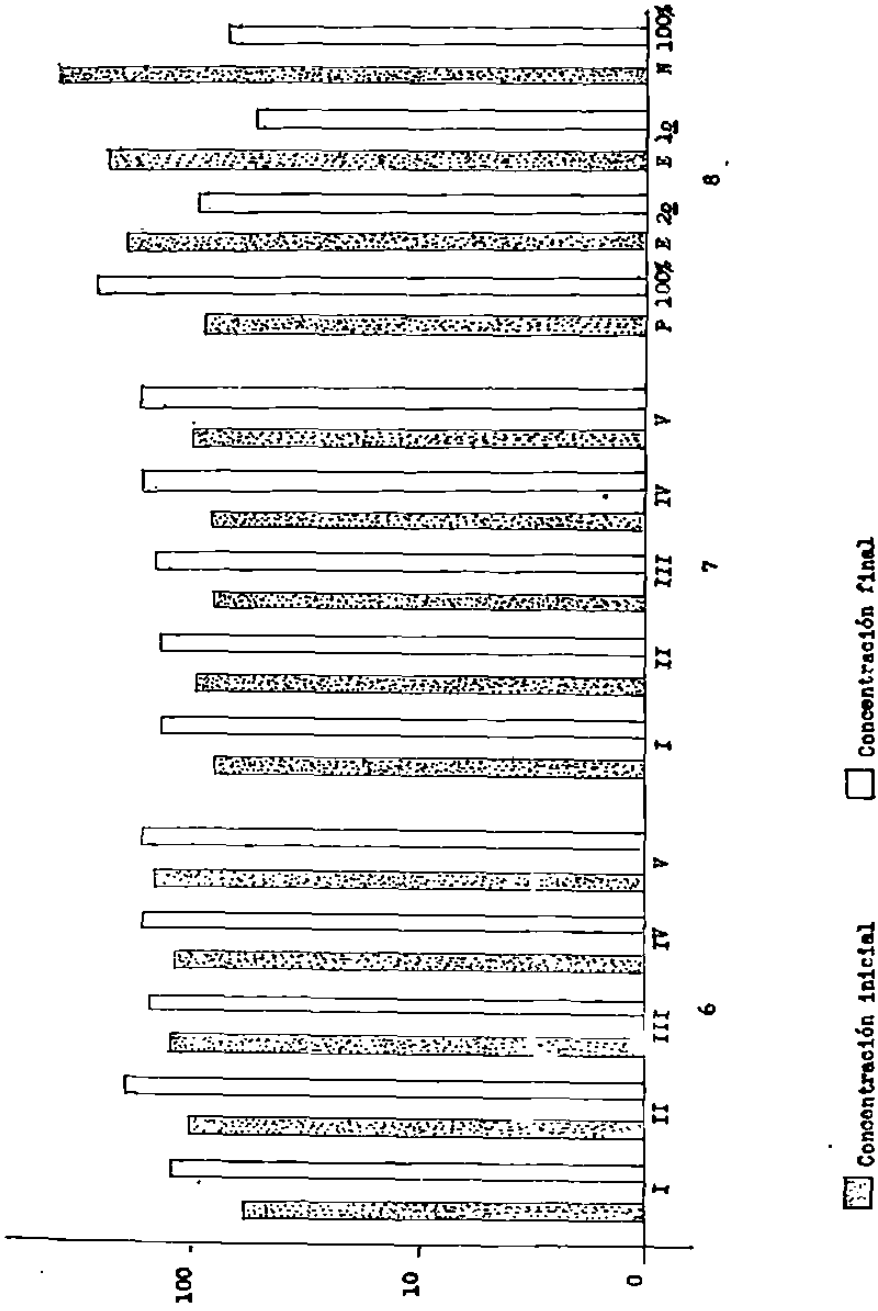
Gráfica 5.- Concentración inicial y final de cloruros correspondientes a las pruebas 6, 7 y 8

I...agua potable decolorada (APD) V...agua residual cruda (ARC)

II... APD 75 ARC 25 III...APD 50 ARC 50 IV... APD 25 ARC 75

Log. de la concentración

1000 -



Gráfica 6.- Concentración inicial y final de sulfatos correspondientes a las pruebas 6, 7 y 8

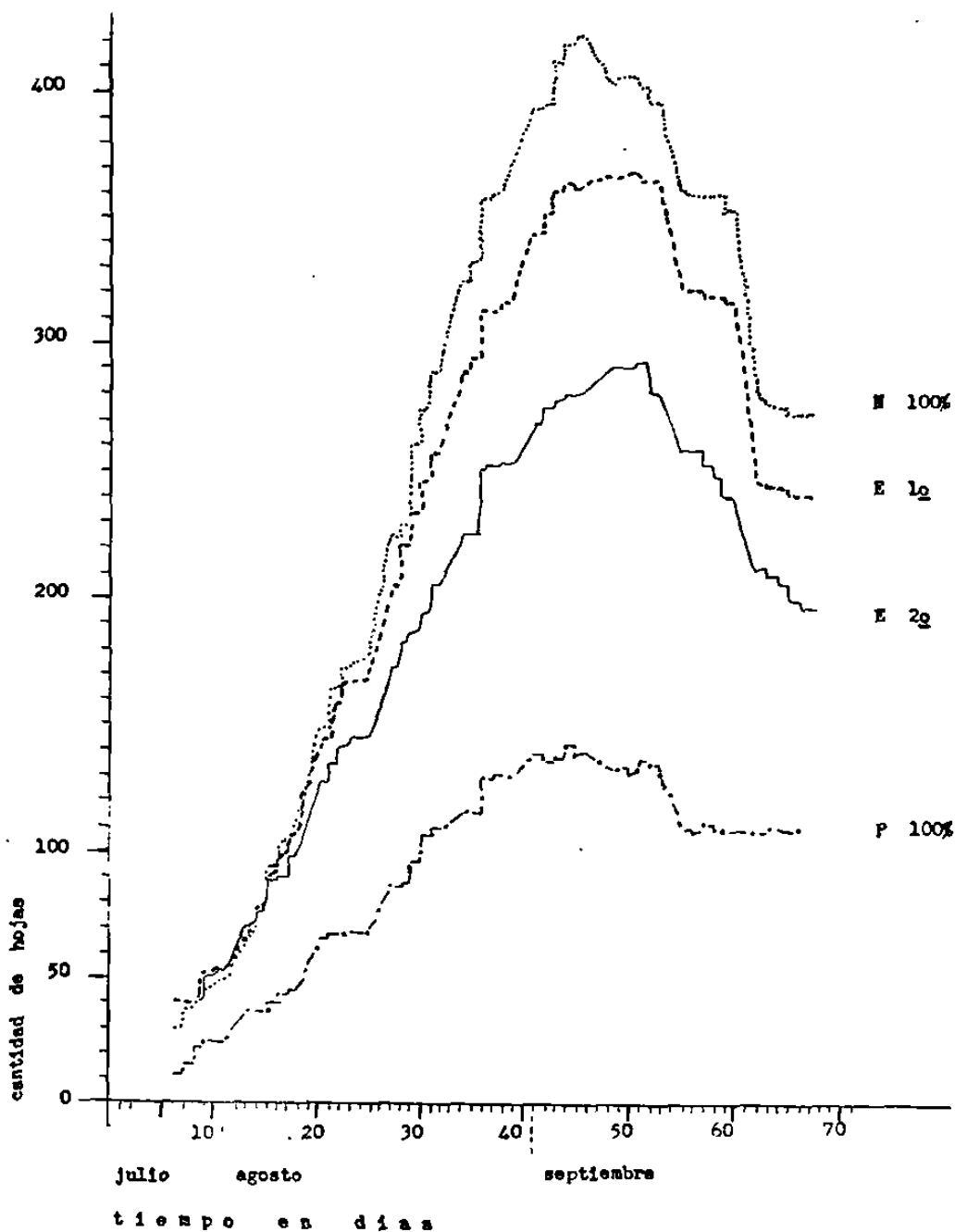
I.... agua potable clorada (APD)

II.... APD 75 ARC 25

III.... APD 50 ARC 50

V.... agua residual cruda (ARC)

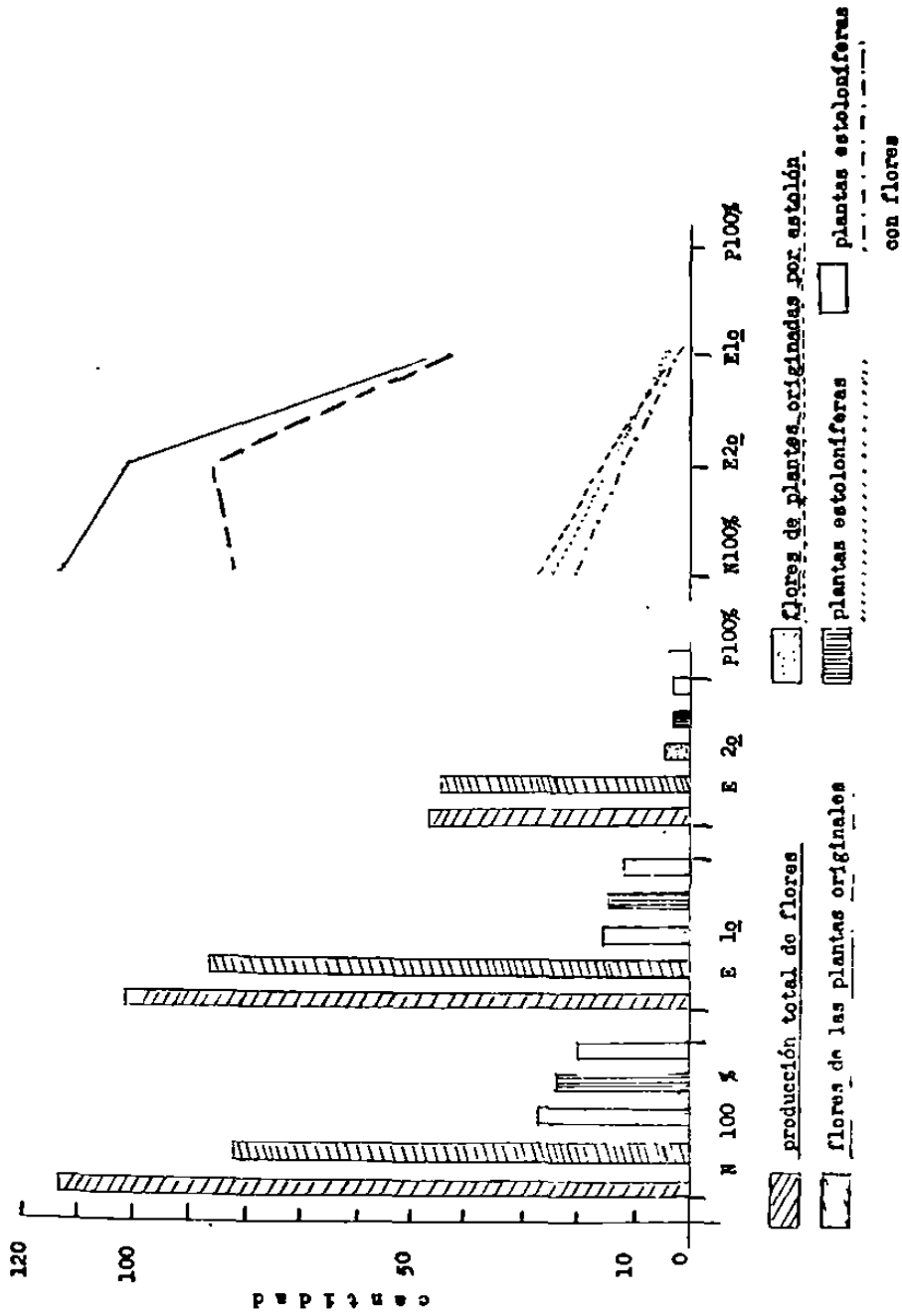
IV.... APD 25 ARC 75



Gráfica 7.- Producción diaria de hojas de lirio acuático correspondientes a la prueba 8.

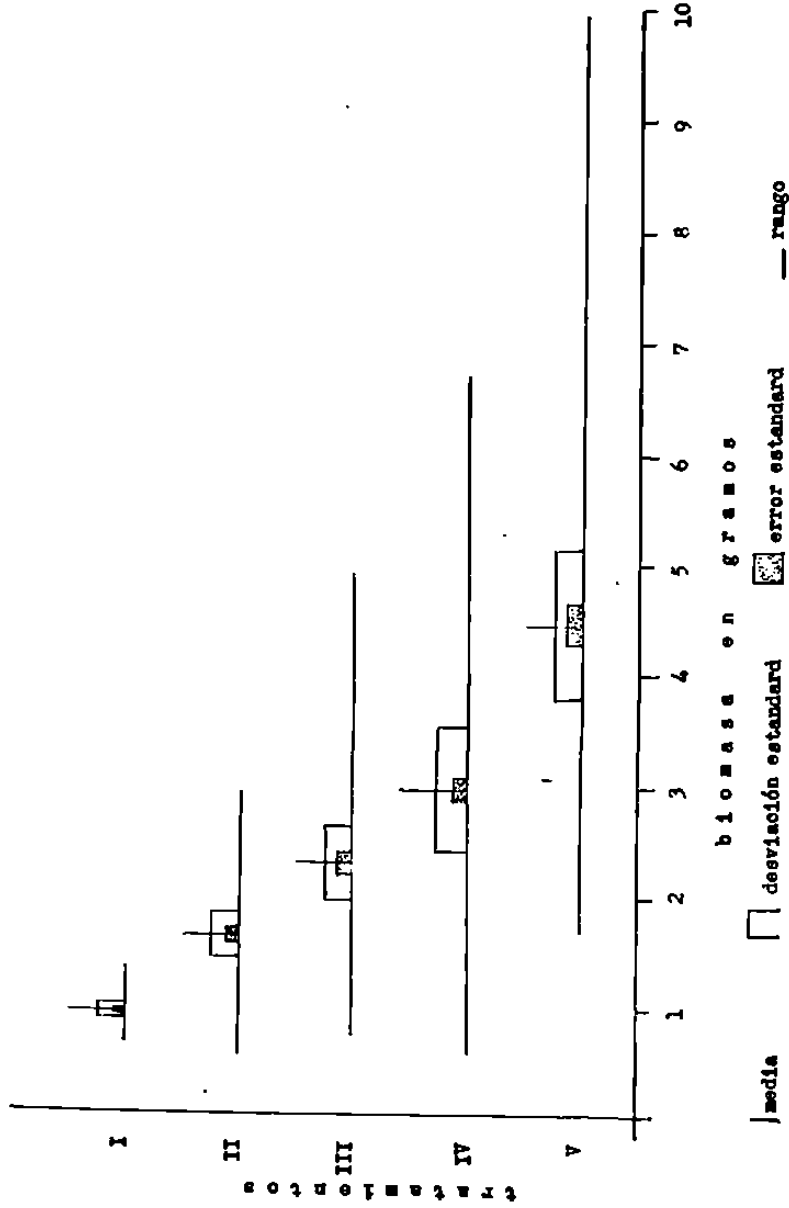
P 100% ... agua potable declorada
E 2g efluente secundario

N 100% ...agua residual cruda
E 1gefluente primario



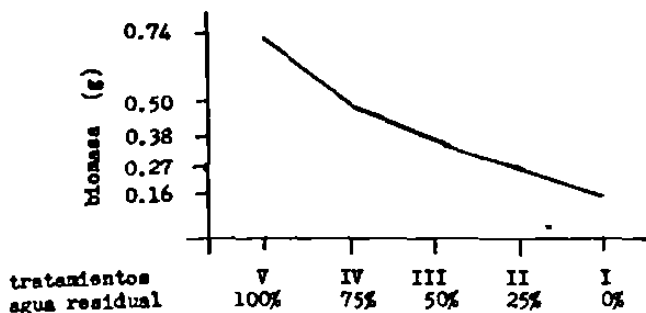
Gráfica 8.- Producción normal de flores, plantas originadas por estolón y plantas estoloníferas con producción floral corriente. La prueba 8.

P 100% ...agua potable a cloro
 E 2qefluente secundario
 N 100% ...agua residual clorada
 E 1qefluente primario

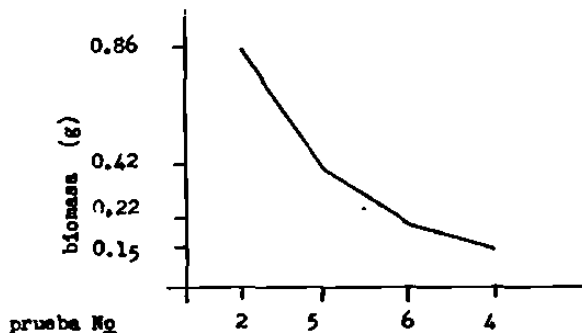


Gráfica 9.- Representación gráfica de la biomasa final de hojas de lirio acuático considerando cinco tratamientos de las pruebas 2,4,5,6 de acuerdo a los resultados obtenidos en un análisis factorial. La biomasa aumenta a medida que aumenta la concentración de agua residual.

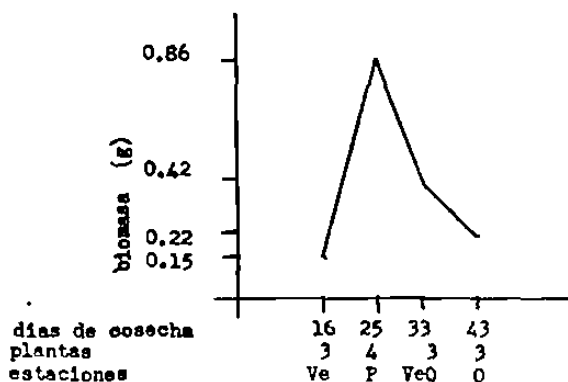
I...agua potable declorada (APD) V... agua residual cruda (ARC)
 II... APD 75 ARC 25 III...APD 50 ARC 50 IV... APD 25 ARC 75



Gráfica 10.- La biomasa aumenta a medida que aumenta la concentración de agua residual.



Gráfica 11.- La variabilidad de las diferentes pruebas fue afectada por el estado biológico de las plantas, acorde a la interacción tratamientos/pruebas.



Gráfica 12.- Los factores para considerar la mejor producción son los días de cosecha, cantidad de plantas y estación del año.

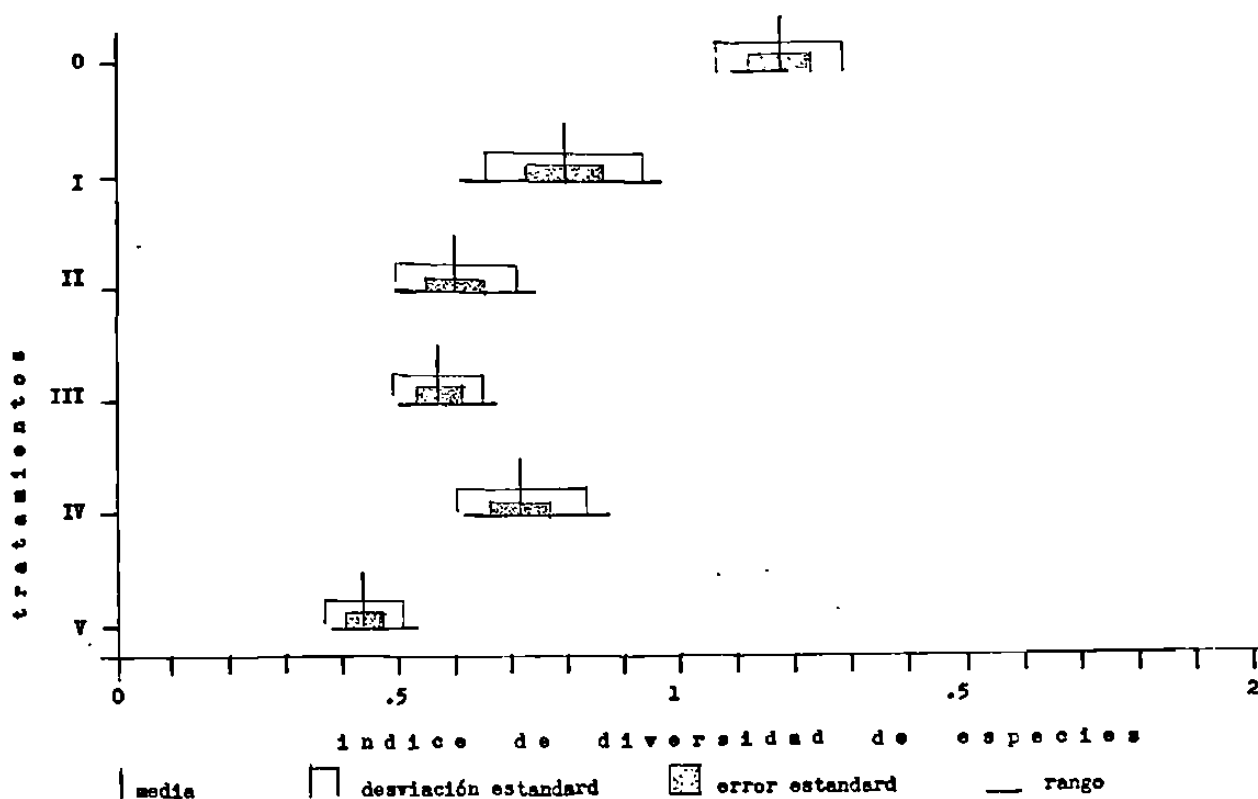
Iagua potable dechlorada (APD)
 II ...APD 75 ARC 25
 III ..APD 50 ARC 50
 IV ...APD 25 ARC 75
 Vagua residual cruda (ARC)

P...primavera
 Ve...verano
 O...otoño



Gráfica 13.- Comparación de la producción total de la biomasa (g) de hojas de lirio acuático de la prueba 8.

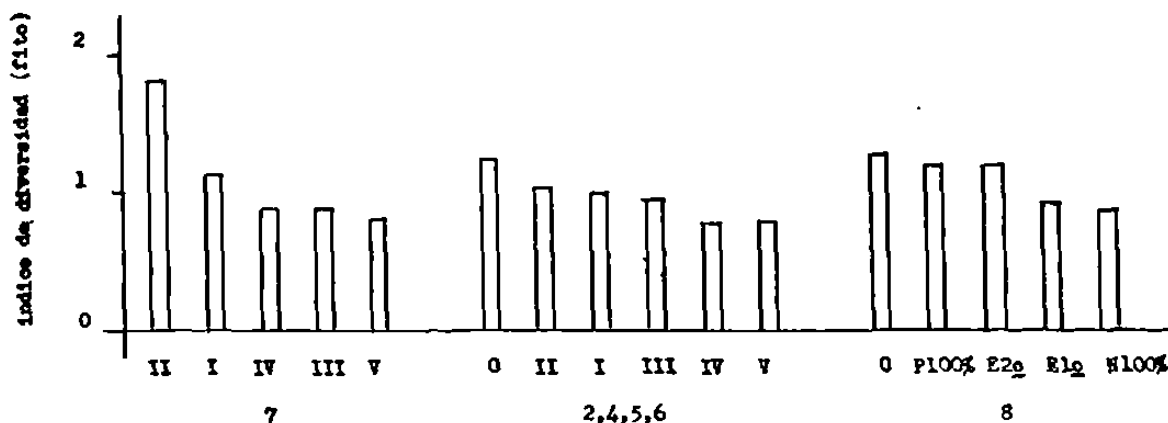
P 100% ... agua potable dechlorada
 E 2o ... agua del efluente secundario
 E 1o ... agua del efluente primario
 N 100% ... agua residual cruda



Gráfica 15.- Representación gráfica del índice de diversidad de especies zooperifíticas considerando cinco tratamientos de las pruebas 2, 4, 5, 6 de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis azarizado.

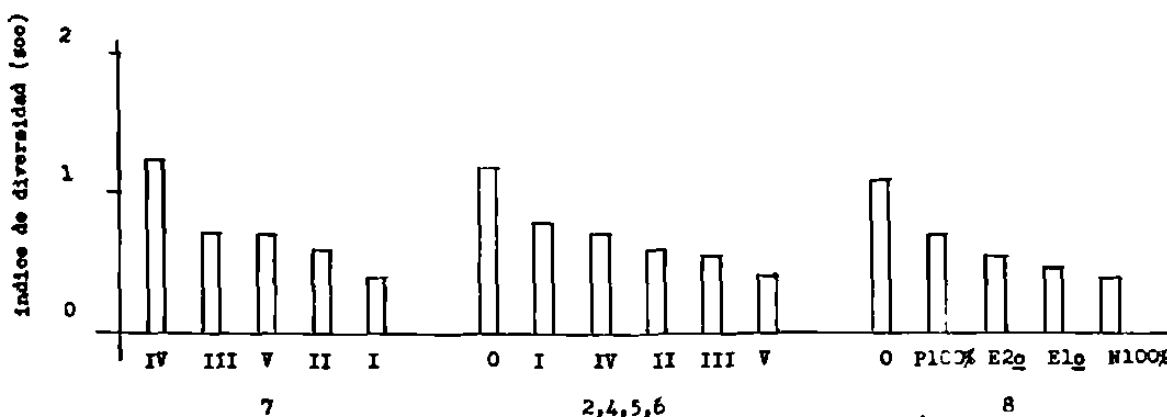
0... silv stre
 I y P100% ... agua potable declorada (APD)
 II... APD 75 ARC 25
 III.. APD 50 ARC 50
 IV .. APD 25 ARC 75
 V y N100% ... agua residual cruda (ARC)

E2o ... efluente secundario
 Elo ... efluente primario



Gráfica 16.- Índices de diversidad fitoperifíticos de las pruebas 7, 2,4,5,6 y 8.

0... silvestre	E2o ...efluente secundario
I y P100% ...agua potable declorada (APD)	Elo ...efluente primario
II... APD 75 ARC 25	
III.. APD 50 ARC 50	
IV .. APD 25 ARC 75	
V y N100% ... agua residual cruda (ARC)	



Gráfica 17.- Índices de diversidad zooperifíticos de las pruebas 7, 2,4,5,6 y 8.

0... silvestre	E2o ...efluente secundario
I y P100% ...agua potable declorada (APD)	Elo ...efluente primario
II... APD 75 ARC 25	
III.. APD 50 ARC 50	
IV .. APD 25 ARC 75	
V y N100% ... agua residual cruda (ARC)	

TABLE 1.-
 WATER QUALITY DATA FROM EXPERIMENTAL
 TREATMENTS

TREATMENTS	PAPAM ROS														
	2	3	4	5	8	9	10	11	12	13	14	15			
	4.5	5	382	2.50	0.464	0.05	6.00	15.28	61	168	236	180			
I	610	10	630	3	0.1	0.05	7	30	110	167	118	98			
II	654	13	58	5.50	0.1	0.15	20.41	33	126	184	248	203			
III	710	15	705	0	0.1	0.92	35.3	35	155	197	340	266			
IV	755	20	735	3	0.16	0.63	27.12	40	135	209	355	291			
V	770	20	763	7	0.447	0.71	29.35	43	200	218	374	299			
	777	20	777	7	0.153	0.76	33.06	47	309	224	389	310			
	832	20	832	7	0.2	0.60	30.09	54	158	224	389	310			
II	904	20	5	0.377	0.75	0.75	34.55	56	164	231	404	323			
III	952	20	1033	1.5	7.32	1.00	40.50	59	175	237	419	345			
IV	985	20	935	2.45	2.45	0.6	46.43	63	163	239	389	320			
	1025	25	1071	6.93	3.95	1.09	60.09	67	184	256	414	328			
	1067	30	1208	7.50	6.52	1.60	80.61	72	197	269	448	345			
	1032	30	1064	5.50	0.24	0.96	19.69	87	188	251	404	320			
	1048	30	1131	7.83	1.75	1.26	52.28	88	185	251	414	327			
	1140	30	1212	9.07	4.02	1.27	69.3	89	192	251	428	330			

- 2.- Conductancia eléctrica (micro Mhos -cm)
- 3.- Color (Pt.-Co)
- 4.- Sólidos totales (mg/l)
- 5.- Turbidez SiO2 (mg/l)
- 6.- Nitratos NO3 (mg/l)
- 7.- Fosfatos totales PO4 (mg/l)
- 8.- Demanda química de oxígeno (mg/l)
- 9.- Cloruros (mg/l)
- 10.- Sulfatos SO4 (mg/l)
- 11.- Alcalinidad total CaCO3 (mg/l)
- 12.- Dureza total CaCO3 (mg/l)
- 13.- Dureza cálcica CaCO3 (mg/l)
- 14.- min.- mínima
- 15.- med.- media
- 16.- max.- máxima
- I.- Testigo Agua Potable Decolorada (AID)
- II.- APD 75% ARC 25%
- III.- APD 50% ARC 50%
- IV.- APD 25% ARC 75%
- V.- Agua Residual Cruda 100%

TABLA 2.- PRUEBA No 7.- Calidad físico - química de agua experimental.

TRATAMIENTOS	PARÁMETROS														
	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	13	14	15		
	7.15	437	0	3.0	1	0.1	0.05	0.43	16.6	82.6	138	234	195		
I	7.60	528	35	1156	4.80	0.1	0.74	17.80	18.3	101	191	298	205		
II	7.85	651	60	170	16.50	0.1	1.57	242.10	16.4	86	239	298	254		
III	7.82	703	80	270	41	0.1	2.44	442.50	18.3	86	301	312	259		
V	7.85	803	100	1236	124	0.1	3.70	666	28	113.5	377	342	322		
	CONCENTRACION INICIAL														
I	min	534	30	74	24	0.1	0.05	118	28	139	59	270	180		
	med	601	52	70	29	0.1	0.05	153.3	36.2	143.7	100	304	203		
	max	550	60	56	42	0.1	0.05	230.1	48	148	167	335	230		
II	min	720	40	724	9.80	0.1	0.34	67.7	40.5	132	132	345	300		
	med	845	105	1011	41.50	0.1	0.47	398	57.4	140	200	431	345		
	max	1006	200	1370	82	0.1	0.93	1036	79	147	279	540	430		
III	min	574	40	74	11.40	0.1	0.50	105	57	157	197	415	335		
	med	1004	72	1215	42	0.1	0.79	271	75.6	165.7	270	507	423		
	max	1209	105	2076	76	0.1	1.09	518	104	183	302	575	540		
IV	min	840	100	744	64	0.1	1.26	206	39.5	165	158	350	290		
	med	901	208	1551	95	0.1	0.81	374.2	71.7	181	258	477	392		
	max	1450	500	2352	134	0.1	1.84	866	112	203	400	693	600		
V	min	845	100	808	20	0.1	1.45	355.5	60	171	131	325	230		
	med	1071	203	1727	76	0.1	1.80	608	92.5	185	225	407	300		
	max	1450	400	2700	141	0.1	2.28	945.4	125	201	388	460	355		
	CONCENTRACION FINAL														
I	min	534	30	74	24	0.1	0.05	118	28	139	59	270	180		
	med	601	52	70	29	0.1	0.05	153.3	36.2	143.7	100	304	203		
	max	550	60	56	42	0.1	0.05	230.1	48	148	167	335	230		
II	min	720	40	724	9.80	0.1	0.34	67.7	40.5	132	132	345	300		
	med	845	105	1011	41.50	0.1	0.47	398	57.4	140	200	431	345		
	max	1006	200	1370	82	0.1	0.93	1036	79	147	279	540	430		
III	min	574	40	74	11.40	0.1	0.50	105	57	157	197	415	335		
	med	1004	72	1215	42	0.1	0.79	271	75.6	165.7	270	507	423		
	max	1209	105	2076	76	0.1	1.09	518	104	183	302	575	540		
IV	min	840	100	744	64	0.1	1.26	206	39.5	165	158	350	290		
	med	901	208	1551	95	0.1	0.81	374.2	71.7	181	258	477	392		
	max	1450	500	2352	134	0.1	1.84	866	112	203	400	693	600		
V	min	845	100	808	20	0.1	1.45	355.5	60	171	131	325	230		
	med	1071	203	1727	76	0.1	1.80	608	92.5	185	225	407	300		
	max	1450	400	2700	141	0.1	2.28	945.4	125	201	388	460	355		

- 1.- pH
 - 2.- Conductancia eléctrica (micro Mhos -cm)
 - 3.- Color (Pt -Co)
 - 4.- Sólidos totales (mg/l)
 - 5.- Turbidez SiO2 (mg/l)
 - 8.- Nitratos NO3 (mg/l)
 - 9.- Fosfatos totales PO4 (mg/l)
 - 10.- Demanda química de oxígeno (mg/l)
 - 11.- Cloruros (mg/l)
 - 12.- Sulfatos SO4 (mg/l)
 - 13.- Alcalinidad total CaCO3 (mg/l)
 - 14.- Dureza total CaCO3 (mg/l)
 - 15.- Dureza cálcica CaCO3 (mg/l)
 - min.- mínima
 - med.- media
 - max.- máxima
- I.- Testif Agua Potable Decolorada (APD) III.- APD 50% ARC 50%
 IV.- APD 25% ARC 75% V.- Agua Residual Cruda 100%

TABLA 3.-
 UBA No 8.- Calidad físico-química de agua experimental.

TRATAMIENTOS	PARAMETROS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
P 100%	7.60	284			0.08	0.2	0.24	0.10	12	10		89	144	236	185
E 20	7.35	863.30			11.76	1.80	12.30	8.15	219.07	56		204	230	286.4	207.40
E 10	7.00	925.60			20.72	2.75	21	9	606.93	100		250	390	284.4	191.60
N 100%	6.98	964.60			35.68	4.97	13	15	786.12	100		420	390	298.2	201.40
CONCENTRACION FINAL															
P 100% min	7.50	846	2.60	0.27	0.23	0.1	0.23	0.1	108.69	54		202	211		
med	7.61	1215	9.07	1.80	0.42	0.1	363	0.1	363	95.14		269.71	244.14		
max	7.75	1421	15.60	2.75	0.71	0.1	666.6	0.1	666.6	129		330	302		
E 20 min	7.50	510	1.36	0.22	0.10	0.55	40.84	0.55	40.84	21		80	160		
med	7.57	570.14	2.97	0.34	0.11	0.60	90	0.60	90	26.57		101.14	177.86		
max	7.70	662	4.97	0.92	0.13	1.10	167.63	1.10	167.63	35		109	213		
E 10 min	7.13	410	1.79	0.13	0.16	0.51	30.10	0.51	30.10	4.2		40	169.9		
med	7.15	483.00	3.27	0.49	0.20	0.60	48	0.60	48	11.73		55.71	184.33		
max	7.18	530	6.73	0.81	0.26	0.96	78.10	0.96	78.10	16.49		67.60	200.60		
N 100% min	7.54	569.7	1.74	0.03	0.10	0.50	158.8	0.50	158.8	15.40		55.80	207.10		
med	7.81	654.51	3.07	0.28	0.13	0.58	222.13	0.58	222.13	29.36		73.43	224.36		
max	7.98	840	3.94	0.65	0.25	1.07	305.40	1.07	305.40	61.90		100.80	236.70		

- 1.- pH
- 2.- Conductancia eléctrica (micro mhos/cm)
- 6.- Nitrogeno orgánico (mg/l)
- 7.- Nitrogeno amoniacal NH3 (mg/l)
- 8.- Nitratos NO3 (mg/l)
- 9.- Fosfatos totales PO4 (mg/l)
- 10.- Demanda química de oxígeno (mg/l)
- 11.- Cloruros (mg/l)
- 12.- Sulfatos SO4 (mg/l)
- 13.- Alcalinidad total CaCO3 (mg/l)
- 14.- Dureza total CaCO3 (mg/l)
- 15.- Dureza cálcica CaCO3 (mg/l)

P 100%.- Agua potable decolorada
 N 100%.- Agua residual cruda 100 %

E 20.- Efluente secundario
 E 10.- Efluente primario

TABLA 3.- PRUEBA N° 8.- Calidad físico-química del agua experimental.

TRATAMIENTOS	PARAMETROS														
	1	2	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
P 100% E 20 E 10 N 100%	7.60	284	0.08	0.12	0.24	0.10	12	10	89	144	236	185			
	7.35	863.30		11.76	12.30	8.15	219.07	56	204	230	286.4	207.40			
	7.00	925.60		20.72	21	9	606.93	100	250	390	284.4	191.60			
	6.98	964.60		35.68	13	15	786.12	100	420	390	298.2	201.40			
CONCENTRACION FINAL															
P 100% E 20 E 10 N 100%	7.50	846	2.60	0.27	0.23	0.1	108.69	54	202	211					
	7.61	1215	9.07	1.80	0.42	0.1	363	95.14	269.71	244.14					
	7.75	1421	15.60	2.75	0.71	0.1	666.6	129	330	302					
E 20 E 10 N 100%	7.50	510	1.36	0.22	0.10	0.55	40.84	21	80	160					
	7.57	570.14	2.97	0.34	0.11	0.60	90	26.57	101.14	177.86					
	7.70	662	4.97	0.92	0.13	1.10	167.63	35	109	213					
E 10 N 100%	7.13	410	1.79	0.13	0.16	0.51	30.10	4.2	40	169.9					
	7.15	483.89	3.27	0.49	0.20	0.60	48	11.73	55.71	184.33					
	7.18	530	6.73	0.81	0.26	0.96	78.10	16.40	67.60	200.60					
N 100%	7.54	560.7	1.74	0.03	0.10	0.50	158.8	15.40	55.80	207.10					
	7.81	654.51	3.07	0.28	0.13	0.58	222.13	29.36	73.43	224.36					
	7.98	840	3.94	0.65	0.25	1.07	305.40	61.90	100.80	236.70					

- 1.- pH
- 2.- Conductancia eléctrica (micro Mhc -cm)
- 6.- Nitrogeno orgánico (mg/l)
- 7.- Nitrogeno amoniacal NH3 (mg/l)
- 8.- Nitratos NO3 (mg/l)
- 9.- Fosfatos totales PO4 (mg/l)
- 10.- Demanda química de oxígeno (mg/l)
- 11.- Cloruros (mg/l)
- 12.- Sulfatos SO4 (mg/l)
- 13.- Alcalinidad total CaCO3 (mg/l)
- 14.- Dureza total CaCO3 (mg/l)
- 15.- Dureza cálcica CaCO3 (mg/l)

P 100%.- Agua potable desclorada
N 100%.- Agua residual cruda 100 %

E 20.- Efluente secundario
E 10.- Efluente primario

min.- mínima
med.- media
max.- máxima

TABLA 4.-

Concentraciones finales de diversos parámetros medidos como porcentaje de aumento (+) o disminución (-).

P	TRAT.	1	2	3	4	5	7	8
6	I		54 (+)	160 (+)	72 (+)	120 (+)		78 (-)
7	I	0.30(+)	31 (+)	5100 (+)	100 (+)	2800 (+)		0 (-)
8	P 100%	0.13(+)	47 (+)				1400 (+)	75 (+)
6	II		25 (+)	67 (-)	41 (+)	117 (+)		347 (+)
7	II	4.30(+)	60 (+)	200 (+)	12 (-)	765 (+)		0 (-)
8	E 2o	3.00(+)	34 (-)				97 (-)	99 (-)
6	III		23 (+)	73 (-)	47 (+)	87 (-)		297 (+)
7	III	11.00(+)	54 (+)	20 (+)	96 (+)	154 (+)		0 (-)
6	IV		36 (+)	75 (-)	62 (+)	87 (-)		3850 (+)
7	IV	9.00(+)	18 (+)	160 (+)	65 (+)	132 (+)		0 (-)
8	E 1o	2.00(+)	48 (-)				98 (-)	99 (-)
6	V		2 (+)	80 (-)	16 (-)	95 (-)		1650 (+)
7	V	7.00(+)	20 (+)	103 (+)	40 (+)	23 (-)		0 (-)
8	N 100%	12.00(+)	32 (-)				99 (-)	99 (-)

P	TRAT	9	10	11	12	13	14	15
6	I	200 (+)	240 (+)	116 (+)	107 (+)	9 (+)	5 (+)	13 (+)
7	I	0 (-)	3555 (+)	118 (+)	74 (+)	27 (-)	30 (+)	4 (+)
8	P 100%	0 (-)	2925 (+)	851 (+)	203 (+)	69 (+)		
6	II	18 (+)	67 (-)	54 (+)	96 (+)	13 (+)	36 (+)	35 (+)
7	II	36 (-)	2136 (+)	214 (+)	39 (+)	5 (+)	45 (+)	68 (+)
8	E 2o	93 (-)	59 (-)	52 (-)	50 (-)	23 (-)		
6	III	44 (-)	87 (-)	70 (+)	22 (+)	0.4 (-)	30 (+)	45 (+)
7	III	50 (-)	12 (+)	361 (+)	93 (+)	13 (+)	70 (+)	66 (+)
6	IV	45 (-)	80 (-)	42 (+)	51 (+)	30 (+)	40 (+)	36 (+)
7	IV	67 (-)	15 (-)	292 (+)	110 (+)	14 (-)	53 (+)	51 (+)
8	E 1o	93 (-)	92 (-)	88 (-)	78 (-)	53 (-)		
6	V	53 (-)	91 (-)	72 (+)	26 (+)	29 (-)	5 (+)	28 (+)
7	V	49 (-)	9 (-)	230 (+)	63 (+)	40 (-)	19 (+)	7 (-)
8	N 100%	96 (-)	72 (-)	71 (-)	82 (-)	42 (-)		

- 1.- pH
- 2.- Conductancia eléctrica
- 3.- Color
- 4.- Sólidos totales
- 5.- Turbidéz
- 7.- Nitrógeno amoniacal
- 8.- Nitratos
- 9.- Fosfatos totales
- 10.- Demanda química de oxígeno
- 11.- Cloruros
- 12.- Sulfatos
- 13.- Alcalinidad total
- 14.- Dureza total
- 15.- Dureza cálcica

- P. Pruebas
 TRAT. Tratamientos
 I Estigo Agua Potable Decolorada (APD)
 II APD 75% ARC 25%
 III APD 50% ARC 50%
 IV APD 25% ARC 75%
 V Agua Residual Cruda (ARC)
 P 100% Agua potable decolorada
 E 2o Efluente secundario
 E 1o Efluente primario
 N 100% Agua residual cruda 100%

TABLA 5.- Producción foliar de lirio acuático.

	PRUEBAS	TRATAMIENTOS	TOTAL	MINIMA	MEDIA	MAXIMA
	1	I	180.00	27.00	30.00	37.00
	2	I	39.00	2.00	6.50	10.00
	3	I	88.00	13.00	14.67	17.00
	4	I	23.00	3.00	3.83	6.00
	5	I	47.00	5.00	7.83	9.00
	6	I	27.00	3.00	4.50	6.00
TOTAL	8	AP100	165.00	22.00	23.57	25.00
ORIGINAL	8	AP100	165.00	22.00	23.57	25.00
ESTOLON	8	AP100	.00	.00	.00	.00
	1	II	241.00	35.00	40.17	49.00
	2	II	108.00	13.00	18.00	22.00
	3	II	249.00	30.00	41.50	48.00
	4	II	24.00	3.00	4.00	6.00
	5	II	74.00	10.00	12.33	15.00
	6	II	37.00	4.00	6.17	8.00
TOTAL	8	E 20	313.00	27.00	44.71	51.00
ORIGINAL	8	E 20	294.00	27.00	42.00	47.00
ESTOLON	8	E 20	19.00	.00	2.71	11.00
	1	III	261.00	37.00	43.50	52.00
	2	III	167.00	19.00	27.83	34.00
	3	III	246.00	26.00	41.00	55.00
	4	III	26.00	3.00	4.33	6.00
	5	III	74.00	10.00	12.33	15.00
	6	III	44.00	6.00	7.33	18.00
	1	IV	208.00	32.00	34.67	38.00
	2	IV	169.00	17.00	31.50	48.00
	3	IV	185.00	17.00	30.83	46.00
	4	IV	26.00	2.00	4.33	6.00
	5	IV	83.00	12.00	13.83	16.00
	6	IV	47.00	4.00	7.83	10.00
TOTAL	8	E 10	402.00	50.00	57.42	66.00
ORIGINAL	8	E 10	334.00	45.00	47.71	50.00
ESTOLON	8	E 10	68.00	.00	9.71	18.00
	1	V	194.00	28.00	32.33	36.00
	2	V	309.00	40.00	51.50	60.00
	3	V	184.00	21.00	30.67	46.00
	4	V	27.00	3.00	4.50	6.00
	5	V	104.00	16.00	17.33	20.00
	6	V	40.00	2.00	6.67	9.00
TOTAL	8	N 100	453.00	62.00	64.71	71.00
ORIGINAL	8	N 100	341.00	46.00	48.71	51.00
ESTOLON	8	N 100	112.00	11.00	16.00	21.00

TABLA 6.- Análisis estadístico de la producción foliar del lirio acuático.

	PROEBA	CAUSAS DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALCULADA	F. TABLAS α 0.05
	1	GENERAL	29	1191.500	41.090	2.5500	2.0463
	2	GENERAL	29	7873.870	271.510	6.6200	2.0463
	3	GENERAL	29	4751.870	163.860	.9400	2.0463
	4	GENERAL	29	50.800	1.750	.8000	2.0463
	5	GENERAL	29	361.870	12.480	3.9900	2.0463
	6	GENERAL	29	113.500	3.910	1.3400	2.0463
TOTAL	8	GENERAL	27	7640.680	282.980	8.3260	2.1284
ORIGINAL	8	GENERAL	27	3191.000	118.180	8.3100	2.1284
ESTOLON	8	GENERAL	27	1572.680	158.247	2.4900	2.1284
	1	TRATAMIENTO	4	748.500	187.200	11.6100	2.8661
	2	TRATAMIENTO	4	6734.540	1683.630	41.0300	2.8661
	3	TRATAMIENTO	4	1180.200	295.050	1.6900	2.8661
	4	TRATAMIENTO	4	1.800	.450	.2000	2.8661
	5	TRATAMIENTO	4	280.200	70.050	22.4000	2.8661
	6	TRATAMIENTO	4	39.670	9.920	3.4000	2.8661
TOTAL	8	TRATAMIENTO	3	6826.390	2275.460	66.9400	3.1599
ORIGINAL	8	TRATAMIENTO	3	2858.428	952.810	67.0000	3.1599
ESTOLON	8	TRATAMIENTO	3	1089.820	362.270	15.5900	3.1599
	1	BLOQUES	5	120.800	24.160	1.5000	2.7109
	2	BLOQUES	5	318.670	63.730	1.5500	2.7109
	3	BLOQUES	5	98.270	19.650	.1100	2.7109
	4	BLOQUES	5	5.600	1.120	.5200	2.7109
	5	BLOQUES	5	19.070	3.810	1.2200	2.7109
	6	BLOQUES	5	15.500	3.100	1.0600	2.7109
TOTAL	8	BLOQUES	6	202.430	33.730	.9920	2.6613
ORIGINAL	8	BLOQUES	6	76.500	12.750	.8900	2.6613
ESTOLON	8	BLOQUES	6	63.430	10.570	.4500	2.6613
	1	ERROR	20	322.200	16.110		
	2	ERROR	20	820.660	41.030		
	3	ERROR	20	3473.400	173.670		
	4	ERROR	20	43.400	2.170		
	5	ERROR	20	62.600	3.130		
	6	ERROR	20	58.330	2.920		
TOTAL	8	ERROR	18	611.860	33.990		
ORIGINAL	8	ERROR	18	256.070	14.220		
ESTOLON	8	ERROR	18	419.430	23.300		

TABLA 7.- Producción floral de lirio acuático.

	PROEBA	TRATAMIENTOS	TOTAL	MINIMA	MEDIA	MAXIMA
	1	I	.00	.00	.00	.00
	2	I	.00	.00	.00	.00
	3	I	5.00	1.00	.83	2.00
	4	I	3.00	1.00	.50	2.00
	5	I	.00	.00	.00	.00
	6	I	.00	.00	.00	.00
TOTAL	8	AP100	.00	.00	.00	.00
ORIGINAL	8	AP100	.00	.00	.00	.00
ESTOLON	8	AP100	.00	.00	.00	.00
	1	II	.00	.00	.00	.00
	2	II	.00	.00	.00	.00
	3	II	6.00	1.00	1.00	4.00
	4	II	5.00	1.00	.83	2.00
	5	II	2.00	1.00	.33	1.00
	6	II	.00	.00	.00	.00
TOTAL	8	E 2º	46.00	2.00	6.57	13.00
ORIGINAL	8	E 2º	44.00	2.00	6.28	13.00
ESTOLON	8	E 2º	2.00	1.00	.29	1.00
	1	III	.00	.00	.00	.00
	2	III	.00	.00	.00	.00
	3	III	7.00	1.00	1.17	3.00
	4	III	5.00	1.00	.83	2.00
	5	III	3.00	1.00	.50	1.00
	6	III	.00	.00	.00	.00
	1	IV	.00	.00	.00	.00
	2	IV	5.00	1.00	1.00	4.00
	3	IV	13.00	1.00	2.17	4.00
	4	IV	6.00	1.00	1.00	2.00
	5	IV	3.00	1.00	.50	1.00
	6	IV	.00	.00	.00	.00
TOTAL	8	E 1º	101.00	11.00	14.42	17.00
ORIGINAL	8	E 1º	86.00	11.00	12.28	16.00
ESTOLON	8	E 1º	15.00	1.00	2.14	5.00
	1	V	.00	.00	.00	.00
	2	V	2.00	1.00	.40	1.00
	3	V	16.00	2.00	2.67	4.00
	4	V	8.00	1.00	1.33	3.00
	5	V	3.00	1.00	.50	1.00
	6	V	.00	.00	.00	.00
TOTAL	8	N 100	113.00	11.00	16.14	20.00
ORIGINAL	8	N 100	82.00	11.00	11.71	16.00
ESTOLON	8	N 100	27.00	1.00	3.86	7.00

TABLA 8.- Análisis estadístico de la producción floral del lirio acuático.

PROEBA	CAUSAS DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALCULADA	F. TABLAS α 0.05
1	GENERAL	29	.000	.000	.000	2.0463
2	GENERAL	29	17.370	.599	1.092	2.0463
3	GENERAL	29	61.370	2.116	.990	2.0463
4	GENERAL	29	18.700	.640	1.060	2.0463
5	GENERAL	29	6.970	.240	.990	2.0463
6	GENERAL	29	.000	.000	.000	2.0463
TOTAL	8 GENERAL	27	1375.710	50.950	6.150	2.1284
ORIGINA	8 GENERAL	27	868.860	32.180	3.929	2.1284
ESTOLON	8 GENERAL	27	116.860	4.320	2.410	2.1284
1	TRATAMIENTOS	4	.000	.000	.000	2.8661
2	TRATAMIENTOS	4	3.200	.800	1.4580	2.8661
3	TRATAMIENTOS	4	15.540	3.885	1.8100	2.8661
4	TRATAMIENTOS	4	2.200	.550	.900	2.8661
5	TRATAMIENTOS	4	1.140	.285	1.1700	2.8661
6	TRATAMIENTOS	4	.000	.000	.000	2.8661
TOTAL	8 TRATAMIENTOS	3	1169.420	389.800	47.0700	3.1599
ORIGINA	8 TRATAMIENTOS	3	688.570	229.520	28.0200	3.1599
ESTOLON	8 TRATAMIENTOS	3	67.710	22.570	12.6000	3.1599
1	BLOQUES	5	.000	.000	.000	2.7109
2	BLOQUES	5	4.170	.834	1.520	2.7109
3	BLOQUES	5	2.970	.594	.277	2.7109
4	BLOQUES	5	4.300	.860	1.410	2.7109
5	BLOQUES	5	.970	.194	.800	2.7109
6	BLOQUES	5	.000	.000	.000	2.7109
TOTAL	8 BLOQUES	6	57.215	9.530	1.150	2.6613
ORIGINA	8 BLOQUES	6	32.800	5.470	.660	2.6613
ESTOLON	8 BLOQUES	6	16.860	2.810	1.560	2.6613
1	ERROR	20	.000	.000		
2	ERROR	20	10.970	.548		
3	ERROR	20	42.860	2.143		
4	ERROR	20	12.200	.610		
5	ERROR	20	4.860	.243		
6	ERROR	20	.000	.000		
TOTAL	8 ERROR	18	149.075	8.280		
ORIGINA	8 ERROR	18	147.430	8.190		
ESTOLON	8 ERROR	18	32.290	1.790		

TABLA 9.-
PRUEBA No 8.- Análisis estadístico de: plantas originadas por estolón con producción floral.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES							TOTAL	MEDIA	DESV. ESTNRD.	ERROR ESTNRD.	VARIANZA
	1	2	3	4	5	6	7					
P 100 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E 20	0	1	0	0	0	0	1	2	0.29	0.49	0.18	0.20
E 10	2	0	2	1	1	3	3	12	1.71	1.11	0.42	1.06
N 110 %	3	2	3	3	3	4	2	20	2.86	0.69	0.26	0.41

CAUSAS DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALCULADA	F. TABLAS (95 % CONF.)
GENERAL	27	48.72	1.80	3.6	2.13
TRATAMIENTOS	3	31.00	12.33	24.66	3.16
BLOQUES	6	2.72	0.45	0.9	2.66
ERROR	18	9	0.50		

DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS Y OBSERVACIONES

IV ≠ III, II, I II = I

III ≠ II, I

TABLA 10.- PRUEBA No 8.- Análisis estadístico de la cantidad de plantas originadas por estolón.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES							TOTAL	MEDIA	DESV. ESTNRD.	ERROR ESTNRD.	VARIANZA
	1	2	3	4	5	6	7					
P 100 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E 20	0	2	0	0	0	0	2	4	0.57	0.98	0.37	0.81
E 10	3	0	2	2	1	3	3	14	2	1.15	0.43	1.143
N 100 %	3	2	3	4	5	4	3	24	3.43	0.98	0.37	0.82

CAUSAS DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALCULADA	F. TABLAS (95 % CONF.)
GENERAL	27	69.00	2.55	2.71	2.1284
TRATAMIENTOS	3	49.57	16.52	17.57	3.1599
BLOQUES	6	2.5	0.41	0.43	2.6613
ERROR	18	16.93	0.94		

DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS Y OBSERVACIONES

IV ≠ III, II, I
 III ≠ II, I
 II = I

TABLA 11.- Resultados obtenidos de la producción foliar, estolonifera y floral de diferentes tratamientos correspondientes a siste pruebas.

PRUEBAS	DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS	TRATAMIENTOS NO SIGNIFICATIVOS
1	III ≠ IV, V, I II ≠ IV, V, I IV ≠ I	III = II IV = V V = I
2	V ≠ IV, III, II, I IV ≠ III, II, I III ≠ II, I II ≠ I	
3		V = IV = III = II = I
4		V = IV = III = II = I
5	V ≠ IV, III, II, I IV, III, II, ≠ I	IV = III = II
6	IV, III, V, II, ≠ I	IV = III = V = II
8 PROD. TOTAL	N 100 ≠ E 10, E 20, P 100 E 10 ≠ E 20, P 100 E 20 ≠ P 100	
8 PROD. DE PLANTAS ORI- GINALES.	N 100 ≠ E 20, P 100 E 10 ≠ E 20 P 100 E 20 ≠ P 100	N 100 = E 10
8 PROD. DE PLANTAS ESTOLONIFERAS.	N 100 ≠ E 10, E 20, P 100 E 10 ≠ E 20, P 100	E 20 = P 100
	PRODUCCION FLORAL.	
2		V = IV = III = II = I
3		V = IV = III = II = I
4		V = IV = III = II = I
5		V = IV = III = II = I
8 PROD. TOTAL	N 100 ≠ E 20, P 100 E 10 ≠ E 20, P 100 E 20 ≠ P 100	N 100 = E 10
8 PROD. DE PLANTAS ORI- GINALES.	N 100 ≠ E 20, P 100 E 10 ≠ E 20, P 100 E 20 ≠ P 100	N 100 = E 10
8 PROD. DE PLANTAS ESTOLONIFERAS.	N 100 ≠ E 10, E 20, P 100 E 10 ≠ E 20, P 100	E 20 = P 100
	CANTIDAD DE PLANTAS ORIGINAS POR ESTOLON.	
8	N 100 ≠ E 10, E 20, P 100 E 10 ≠ E 20, P 100	E 20 = P 100

TABLA 12.- Producción de biomasa foliar de lirio acuático (g)

	PRUEBAS	TRATAMIENTOS	TOTAL	MINIMA	MEDIA	MAXIMA
	1	I	5.3142	.7898	.8857	1.0715
	2	I	1.0378	.0623	.1730	.2747
	3	I	2.4770	.3395	.4128	.5246
	4	I	.6897	.0737	.1149	.2003
	5	I	1.3468	.1032	.2245	.3156
	6	I	.7252	.0822	.1209	.1844
TOTAL	8	AP100	4.5796	.5392	.6542	.7264
ORIGINAL	8	AP100	4.5796	.5392	.6542	.7264
ESTOLON	8	AP100	.0000	.0000	.0000	.0000
	1	II	6.4412	.9188	1.0735	1.2911
	2	II	2.9225	.3716	.4870	.6173
	3	II	6.5396	.8055	1.0899	1.2715
	4	II	.5383	.0592	.0897	.1361
	5	II	2.0671	.2010	.3445	.5053
	6	II	.9844	.1188	.1641	.2435
TOTAL	8	E 20	8.2185	.7134	1.1741	1.3845
ORIGINAL	8	E 20	7.7244	.7134	1.1035	1.2352
ESTOLON	8	E 20	.4941	.2107	.0706	.2834
	1	III	9.5839	1.4215	1.5973	1.8882
	2	III	4.9390	.5183	.8230	1.0110
	3	III	6.4081	.6612	1.0680	1.5584
	4	III	.7577	.0751	.1263	.1784
	5	III	2.1013	.1947	.3502	.5552
	6	III	1.3686	.1835	.2281	.2665
	1	IV	5.7402	.7429	.9567	1.0780
	2	IV	6.9246	.6357	1.1541	1.7791
	3	IV	7.4021	.7267	1.2336	1.6594
	4	IV	.5341	.0588	.0973	.1283
	5	IV	2.7703	.3144	.4617	.6665
	6	IV	1.6728	.1790	.2788	.3589
TOTAL	8	E 10	11.1052	1.3906	1.5865	1.8146
ORIGINAL	8	E 10	9.3758	1.2682	1.3394	1.3906
ESTOLON	8	E 10	1.7294	.1031	.2471	.4646
	1	V	5.1025	.7754	.8504	.9572
	2	V	9.9045	1.2406	1.6510	1.9992
	3	V	6.8900	.7066	1.1483	1.8999
	4	V	1.7954	.1087	.2992	.9871
	5	V	4.3662	.4341	.7277	1.0092
	6	V	1.7490	.1912	.2915	.4042
TOTAL	8	N 100	14.0710	1.8136	2.0101	2.1979
ORIGINAL	8	N 100	10.4396	1.4180	1.4914	1.5479
ESTOLON	8	N 100	3.6311	.3655	.5187	.6500

TABLA 13.- Análisis estadístico de la biomasa foliar (g)
del lirio acuático.

PRUEBAS	CAUSAS DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALCULADA	F. TABL α 0.05
1	GENERAL	29	2.6050	.0898	7.0710	2.0463
2	GENERAL	29	9.7290	.3355	5.2420	2.0463
3	GENERAL	29	5.0161	.1730	1.4686	2.0463
4	GENERAL	29	.7903	.0272	1.0990	2.0463
5	GENERAL	29	1.4520	.0501	2.3970	2.0463
6	GENERAL	29	.2001	.0069	2.6540	2.0463
TOTAL	8 GENERAL	27	7.6282	.2825	11.9700	2.1284
ORIGINAL	8 GENERAL	27	3.0454	.1128	12.0000	2.1284
ESTOLON	8 GENERAL	27	1.4622	.0542	3.3400	2.1284
1	TRATAMIENTOS	4	2.2380	.5595	44.0550	2.8661
2	TRATAMIENTOS	4	7.9450	1.9860	31.0300	2.8661
3	TRATAMIENTOS	4	2.6019	.6505	5.5220	2.8661
4	TRATAMIENTOS	4	.1822	.0455	1.8370	2.8661
5	TRATAMIENTOS	4	.8713	.2178	10.4210	2.8661
6	TRATAMIENTOS	4	.1293	.0323	12.4230	2.8661
TOTAL	8 TRATAMIENTOS	3	7.0450	2.3483	99.5000	3.1599
ORIGINAL	8 TRATAMIENTOS	3	2.8023	.9341	99.3700	3.1599
ESTOLON	8 TRATAMIENTOS	3	1.1215	.3738	23.0200	3.1599
1	BLOQUES	5	.1130	.0226	1.7795	2.7109
2	BLOQUES	5	.5090	.1018	1.5900	2.7109
3	BLOQUES	5	.0589	.0118	1.0000	2.7109
4	BLOQUES	5	.1122	.0224	.9050	2.7109
5	BLOQUES	5	.1631	.0326	1.5598	2.7109
6	BLOQUES	5	.0182	.0036	1.4040	2.7109
TOTAL	8 BLOQUES	6	.1583	.0264	1.1200	2.6613
ORIGINAL	8 BLOQUES	6	.0739	.0123	1.3100	2.6613
ESTOLON	8 BLOQUES	6	.0484	.0081	.5000	2.6613
1	ERROR	20	.2540	.0127		
2	ERROR	20	1.2750	.0640		
3	ERROR	20	2.3553	.1187		
4	ERROR	20	.4959	.0248		
5	ERROR	20	.4176	.0209		
6	ERROR	20	.0526	.0026		
TOTAL	8 ERROR	18	.4249	.0236		
ORIGINAL	8 ERROR	18	.1692	.0094		
ESTOLON	8 ERROR	18	.2923	.0162		

TABLA 14.- Resultados obtenidos de la biomasa foliar (g) de diferentes tratamientos correspondientes a siete pruebas.

1	III ≠ II, I, V II ≠ IV, I, V	IV = I = V
2	V ≠ IV, III, II, I IV ≠ III, II, I III ≠ II, I	
3	I ≠ IV, V, II, III	IV = V = II = III
4		V = IV = III = II = I
5	V ≠ IV, III, III, I IV ≠ I	IV = III = II II = I
6	V ≠ III, II, I IV ≠ III, II, I III ≠ II, I	V = IV II = I
8	N 100 ≠ E 10, E 20, P 100 PROD. TOTAL E 10 ≠ E 20, P 100 E 20 ≠ P 100	
8	N 100 ≠ E 10, E 20, P 100 PROD. DE E 10 ≠ E 20, P 100 PLANTAS ORI- E 20 ≠ P 100 GINALES.	
8	N 100 ≠ E 10, E 20, P 100 PROD. DE E 10 ≠ E 20, P 100 PLANTAS ESTOLONIFERAS.	E 20 = P 100

TABLA 15.-
Comparación de la biomasa de hojas de lirio acuático.

BIOMASA (g)		PRUEBA	TRATAMIENTOS				
			I	II	III	IV	V
INICIAL	TOTAL	1	4.4492	4.6447	5.2397	4.5202	5.0787
		2	6.3436	10.1008	6.9169	9.7637	9.8211
		3					
		4					
		5	1.6123	1.6596	1.6312	1.4714	1.5042
		6	4.1932	3.5393	3.3898	3.7429	3.5426
	MEDIA	1	0.7415	0.7741	0.8733	0.7534	0.8465
		2	1.0573	1.6846	1.1528	1.6273	1.6369
		3					
		4					
		5	0.2687	0.2766	0.2719	0.2452	0.2507
		6	0.6982	0.5899	0.5650	0.6238	0.5904
FINAL	TOTAL	1	5.3142	6.4412	9.5839	5.7402	5.1025
		2	1.0378	2.9225	4.9390	6.9246	9.9745
		3	2.4770	6.5396	6.4081	7.4021	6.8900
		4	0.6897	0.5383	0.7577	0.5841	1.7954
		5	1.3468	2.0671	2.1013	2.7703	4.3662
		6	0.7252	0.9844	1.3686	1.6728	1.7490
	MEDIA	1	0.857	1.0735	1.5973	0.9567	0.8504
		2	0.1730	0.4871	0.8232	1.1541	1.6508
		3	0.4128	1.0899	1.0680	1.2336	1.1483
		4	0.1149	0.0897	0.1263	0.0973	0.2992
		5	0.2245	0.3445	0.3502	0.4617	0.7277
		6	0.1209	0.1641	0.2281	0.2788	0.2915
			P 100 %	E 20	E 10	N 100%	
INICIAL	TOTAL	8					
	MEDIA						
FINAL	TOTAL	8	4.5796	8.2185	11.1052	14.0710	
	MEDIA		0.6542	1.1741	1.5865	2.0101	

TABLA 16.-
Análisis factorial de la biomasa final de hojas de lirio acuático, considerando 4 pruebas.

TRATAMIENTOS	PRUEBAS				TOTAL	MEDIA POR N° DE PRUEBAS	MEDIA POR N° DE OBSERVACIONES
	2	4	5	6			
I	1.0378	0.6897	1.3468	0.7252	3.7995	0.9499	0.1583
II	2.9225	0.5383	2.0671	0.9844	6.5123	1.6281	0.2713
III	4.9390	0.7577	2.1013	1.3686	9.1666	2.2916	0.3819
IV	6.9246	0.5841	2.7703	1.6728	11.9518	2.9879	0.4980
V	9.9045	1.7954	4.3662	1.7490	17.8151	4.4538	0.7423
TOTAL	25.7284	4.3652	12.6517	6.5000			
MEDIA POR N° DE TRATAMIENTOS	5.15	0.873	2.53	1.30			
MEDIA POR N° DE OBSERVACIONES	0.8576	0.1455	0.4217	0.2167			

CAUSAS DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALCULADA	F. TABLAS (95 % CONF.).
GENERAL	119	21.41	0.1799	5.90	1.3916
TRATAMIENTOS TOTALES	19	18.36	0.9663	31.68	1.59
ERROR	100	3.05	0.0305		
TRATAMIENTOS	4	4.84	1.2100	39.67	2.37
PRUEBAS	3	9.23	3.0767	100.87	2.60
INTERACCION	12	7.34	0.6117	20.06	1.75

DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS Y OBSERVACIONES

tratamientos: V ≠ IV ≠ III ≠ II ≠ I Pruebas: 2 ≠ 5 ≠ 6 ≠ 4

TABLA 17.-

60.-

PRUEBA No 1.- Concentración de organismos por cada 10 Ml de muestra.

TRATAMIENTOS FITO-PERIFITON	ORIGINAL	P 100 %	P75 N25	P50 N50	P25 N75	N 100 %
Cyanophyta						
<u>Oscillatoria</u> sp.	90	20	10			
<u>Anabaena</u> sp.	55		6	5		
Dinophyceae						
<u>Hypnodinium</u> sp.		5	5			
Bacillariophyta						3
<u>Anomoneis</u> sp.	20	18				
<u>Brebissonia</u> sp.	15					
<u>Campylodiscus</u> sp.					10	
<u>Cymbella</u> sp.	30					
<u>Diatoma</u> sp.	80					
<u>Fragillaria</u> sp.				20		
<u>Frustulia</u> sp.	55	42	30			
<u>Gomphonema</u> sp.	52	38	35	23		
<u>Navicula</u> sp.	72	65	30	18	7	
<u>Rhopalodia</u> sp.			15			
<u>Stephanodiscus</u> sp.		15	10			
<u>Surirella</u> sp.	60					
<u>Synedra</u> sp.	60	55		15		
<u>Tabellaria</u> sp.	48					
Chlorophyta						
<u>Closterium</u> sp.	20					4
<u>Coelastrum</u> sp.	28					
<u>Chlorococcum</u> sp.		25				
<u>Hormidium</u> sp.		12				
<u>Lesotaenium</u> sp.						3
<u>Microspora</u> sp.	15					
<u>Oedogonium</u> sp.	32					
<u>Planktosphaeria</u> sp.					5	
<u>Scenedesmus</u> sp.		58	40	25	10	3
<u>Spirogyra</u> sp.	70	12				
<u>Tetradesmus</u> sp.	40	40	28	17	3	
<u>Ulothrix</u> sp.	48					
<u>Zygnema</u> sp.	17					
Estados palmeloides					4	3

PRUEBA No 1.- Concentración de organismos por cada 10 Ml de muestra.

TRATAMIENTOS	ORIGINAL	P 100 %	P75 N25	P50 N50	P25 N75	N 100 %
ZOO-PLANCTON						
Phy. PROTOZOOA						
Cls. SARCODINA						
Sub Cls. RHIZOPODEA						
<u>Amoeba</u> sp.			2	2		1
<u>Centropixis</u>						2
<u>C. hemisphaerica</u>		52	65	51	15	1
<u>C. arcelloides</u>			4			
<u>Chaos</u> sp.			2	2		
<u>Diffugia</u> sp.	17	5	5	3		
<u>Dinamoeba horrida</u>					1	
<u>Sexangularia</u> sp.		9				
Cls. CILIATA						
<u>Halteria</u> sp.		15				
<u>Vorticella</u> sp.	27	6				
Phy. GASTROTRICHA						
<u>Chaetonotus</u> sp.					2	
Phy. NEMATODA						
Cls. ADENOPHOREA						
<u>Achromodora minima</u>	10					
Cls. SECERNENTEA						
<u>Tylenchus</u> sp.	6		7		2	
Phy. ANNELIDA						
Cls. OLIGOCHAETA						
<u>Aelosoma</u> sp.	10	4				
Cls. HIRUDINEA						
<u>Helobdella sternalis</u>	4					
Phy. ROTIFERA						
Cls. BDELLOIDEA						
<u>Ascomorpha</u> sp.	43					
<u>Diplois</u> sp.	41					
<u>Habrotrocha</u> sp.	25					
<u>Harringia</u> sp.	23					
<u>Lepadella</u> sp.	15					
<u>Monostyla</u> sp.	20	8	1			
<u>Ptygura</u> sp.	8					
Rotíferos	12					
Phy. ARTHROPODA						
Cls. CRUSTACEA						
Copepodos (w, x,)	30					
Cladoceros	2					
<u>Daphnia</u> sp.	25					
<u>Diaptomus</u> sp.	4					
Ostracodos	10					
Cls. INSECTA						
<u>Lestes</u> sp. (larva)	.06					
<u>Culex</u> sp. (larva)	.02	.04				

TRATAMIENTOS	ORIGINAL	P 100 %	P75 N25	P50 N50	P25 N75	N 100 %
FITO-PERIFITON						
Cyanophyta						
<u>Anabaena</u> sp.	18		8	2	2	
<u>Anacystis</u> sp.	15	10	8	12		
<u>Coccochloris</u> sp.		15	7			
<u>Lyngbya</u> sp.	7			15		
<u>Oscillatoria</u> sp.	10		35			
<u>Seytonema</u> sp.	4					
Bacillariophyta						
<u>Amphora</u> sp.	7					
<u>Brebissonia</u> sp.	4					
<u>Campylodiscus</u> sp.	7					
<u>Cymbella</u> sp.	5					
<u>Diatoma</u> sp.	28		17	20		
<u>Epithemia</u> sp.	17	13				
<u>Fragillaria</u> sp.	17					
<u>Frustulia</u> sp.	10					
<u>Gomphonema</u> sp.	20	6	8	8	6	3
<u>Navicula</u> sp.	38	20	23	20	100	17
<u>Nidium</u> sp.	7	13	5	5	4	10
<u>Nitzschia</u> sp.	28		43	38	15	
<u>Pinnularia</u> sp.	13	29	9	80	27	11
<u>Rhopalodia</u> sp.	14					
<u>Stephanodiscus</u> sp.	4					
<u>Surirella</u> sp.	5					
<u>Synedra</u> sp.	30	18	10		8	
<u>Stauroneis</u> sp.	10		20			
<u>Tabellaria</u> sp.	16	5				
Chlorophyta						
<u>Ankistrodesmus</u> sp.	17	47				
<u>Closterium</u> sp.	15	15	5	10	2	2
<u>Coelastrum</u> sp.	28	16				
<u>Cosmarium</u> sp.	11	8	12	7	11	3
<u>Calanidomonas</u> sp.	10	24	16	16	18	8
<u>Oocronium</u> sp.	20	70				
<u>Oocystis</u> sp.		4			7	7
<u>Pediastrum</u> sp.	22	30	17	18	6	
<u>Protococcus</u> sp.	13	7	3	3	4	8
<u>Scenedesmus</u> sp.	43	35	32	25	15	10
<u>Selenastrum</u> sp.					10	
<u>Spirogyra</u> sp.	7	27	3	4	3	
<u>Sphaerocystis</u> sp.			11			
<u>Staurastrum</u> sp.	18	8				
<u>Tetraedron</u> sp.	7	7		6		2
<u>Ulothrix</u> sp.			43	38	30	10
<u>Volvox</u> sp.	12	17				
<u>Zyrenema</u> sp.	4	8				
Euglenophyta						
<u>Euglena</u> sp.		1	7	2		

PRUEBA No 2.- Concentración de organismos por cada 10 Ml de muestra.

TRATAMIENTOS	ORIGINAL	P 100 %	P75 N25	P50 N50	P25 N75	N 100 %
ZOO-PERIFITON						
Phy. PROTOZCOA						
Cls. SARCODINA						
Sub Cls. RHIZOPODEA						
<u>Arcella</u> sp	5		5		1	1
<u>Amoeba</u> sp.	2				3	25
<u>Centropixis</u>						
<u>C. hemisphaerica</u>	18		110	90	53	14
<u>C. arcelloides</u>	15		40	26	15	
<u>C. aculeata</u>	10			30		
<u>Chaos</u> sp	1		12	7		
<u>Diffugia</u> sp.	12		12	18		
<u>Dinamoeba horrida</u>	2				6	
<u>Lesquereusia</u> sp.	4					
<u>Sexangularia</u> sp.	5	10				
Cls. CILIATA						
<u>Halteria</u> sp.	18	17				
<u>Vorticella</u> sp.	7	30				
Phy. GASTROTRICHA						
<u>Chaetonotus</u> sp.	4				2	
Phy. NEMATODA						
Cls. ADENOPHOREA						
<u>Achromodora minima</u>	1					
Cls. SECERNENTEA						
<u>Tylenchus</u> sp.	2		6		9	
Phy. ANNELIDA						
Cls. OLIGOCHAETA						
<u>Aelosoma</u> sp.	10	8			2	
Phy. ROTIFERA						
Cls. BDELLOIDEA						
<u>Ascomorpha</u> sp.	12					
<u>Lepadella</u> sp.	10					
<u>Monostyla</u> sp.	11	47	10			
<u>Ptygura</u> sp.	10					
Phy. ARTHROPODA						
Cls. CRUSTACEA						
Copepodos (w, x.)	43					
<u>Laphnia</u> sp.	38					
<u>Diaptomus</u> sp.	7					
Cls. INSECTA						
<u>Cu x</u> sp. (larva)		.06	.03	.02	.02	.09
<u>Chironomus</u> sp. (larva)			2.14	1.45	1.13	.85
<u>Pseudocloeon</u> sp. (lrv)			.02			

TABLA 21.-

PRUEBA No 3.- Concentración de organismos por cada 10 ml de muestra.

64.-

TRATAMIENTOS	ORIGINAL	P 100 %	P75 N25	P50 N50	P25 N75	N 100 %
FITO-PERIFITON						
Cyanophyta						
<u>Oscillatoria</u> sp.	75	7				
<u>Anabaena</u> sp.	54	6	2	3	2	
Dinophyceae						
<u>Hypnodinium</u> sp.	18					
Bacillariophyta						
<u>Anomoneis</u> sp.	27	35				
<u>Cymbella</u> sp.	170	25				
<u>Diatoma</u> sp.	68	15				
<u>Frustulia</u> sp.	25	13				
<u>Gomphonema</u> sp.	43	11	7	3	1	1
<u>Navicula</u> sp.	50	14	11	12	7	4
<u>Rhopalodia</u> sp.	27					
<u>Stephanodiscus</u> sp.		17				
<u>Surirella</u> sp.	32					
<u>Synedra</u> sp.	45	19				
<u>Tabellaria</u> sp.	120					
Chlorophyta						
<u>Closterium</u> sp.	12	10				
<u>Coelastrum</u> sp.	7					
<u>Chlorococcum</u> sp.	45	27	20	19	4	1
<u>Formidium</u> sp.		2				
<u>Microspora</u> sp.	10					
<u>Oedogonium</u> sp.	18	7				
<u>Planktosphaeria</u> sp.	7	6				
<u>Protococcus</u> sp.	60					
<u>Scenedesmus</u> sp.	60	23	13	7	4	2
<u>Spirogyra</u> sp.	95	18				
<u>Ulothrix</u> sp.	38	3	2	2	1	1
<u>Zygnema</u> sp.	14					

TRATAMIENTOS		ORIGINAL	P 100%	P75 N25	P50 N50	P25 N75	N 100%
ZOO-PERIFITON							
Phy. PROTOZOOA							
Cls. SARCODINA							
Sub Cls. RHIZOPODEA							
<u>Arcella</u> sp.	10			17			2
<u>Amoeba</u> sp.			7		5	5	2
<u>Centropixis ecornis</u>			7	7			
<u>C. hemisphaerica</u>		158		75	68	7	4
<u>C. aculeata</u>		32			15	9	
<u>Chaos</u> sp.				8	5		
<u>Diffflugia</u> sp.	14	14		7			
<u>Sexangularia</u> sp.	11	8					
Cls. CILIATA		48					
<u>Halteria</u> sp.	10	28					
<u>Vorticella</u> sp.	15	13					
Phy. GASTROTRICHA							
<u>Chaetonotus</u> sp.				2			
Phy. NEMATODA							
Cls. ADENOPHOREA							
<u>Achromodora minima</u>	7						
Cls. SECERNANTEA							
<u>Tylenchus</u> sp.			7				
Phy. ANNELIDA							
Cls. OLIGOCHAETA							
<u>Aelosoma</u> sp.	19	17		5			
Cls. HIRUDINEA							
<u>Helobdella stagnalis</u>	6						
Phy. ROTIFERA							
Cls. BDELLOIDEA							
<u>Ascomorpha</u> sp.	15						
<u>Diplois</u> sp.	23						
<u>Habrotrocha</u> sp.	13						
<u>Harringia</u> sp.	13						
<u>Lepadella</u> sp.	15	5		1	1		
<u>Monostyla</u> sp.	44	32		15	1		
<u>M. bulla</u>	10						
Rotíferos (w,x,y,z)	20						
Phy. ARTHROPODA							
Cls. CRUSTACEA							
Copepodos (w, x)	15						
Cladoceros	2						
<u>Daphnia</u> sp.	78						
<u>Hyalella azteca</u>	25						
Ostracodos	42						
Cls. INSECTA							
<u>Lestes</u> sp. (larva)	.02						
<u>Culex</u> sp. (larva)	.02	.06	.06	.06	.08	.09	.11

TRATAMIENTOS						
FITO-PERIFITON	ORIGINAL	P 100 %	P75 N25	P50 N50	P25 N75	N. 100 %
Cyanophyta						
<u>Anabaena</u> sp.	18		37	12	12	
<u>Anacystis</u> sp.	15	17	17	11		
<u>Lyngbya</u> sp.	13			12		
<u>Oscillatoria</u> sp.	20		13			
<u>Scytonema</u> sp.	15		10			
Bacillariophyta.						
<u>Brebissonis</u> sp.						4
<u>Diatoma</u> sp.	88			31		
<u>Epithemia</u> sp.	21		20	15		
<u>Fragillaria</u> sp.	71		33		15	
<u>Frustulia</u> sp.	50		15		10	
<u>Gomphonema</u> sp.	82	42	30	30	10	7
<u>Navicula</u> sp.	103	40	33	30	12	5
<u>Neidium</u> sp.	28	15		12		4
<u>Nitzschia</u> sp.	78		18	19	2	
<u>Pinnularia</u> sp.	37	22	16	10	7	3
<u>Rhopalodia</u> sp.	45		10	10		
<u>Stephanodiscus</u> sp.	11					
<u>Synedra</u> sp.	67	51	21		15	
<u>Stauroneis</u> sp.	20		15			
<u>Tabellaria</u> sp.	38	15			13	
Chlorophyta						
<u>Ankistrodesmus</u> sp.	15		12			
<u>Closterium</u> sp.	23	24	18	17		
<u>Coelastrum</u> sp.	18	16		3		3
<u>Cosmarium</u> sp.	18	25	20	10		
<u>Chlamidomonas</u> sp.	15					4
<u>Chlorococcum</u> sp.	15					
<u>Gloeocystis</u> sp.	10				5	
<u>Hormidium</u> sp.					5	
<u>Microspora</u> sp.	10				5	
<u>Oedogonium</u> sp.	16	15				1
<u>Oocystis</u> sp.					2	1
<u>Ourococcus</u> sp.					2	
<u>Pediastrum</u> sp.	48	16		6		
<u>Protococcus</u> sp.	17				4	4
<u>Rhizoclonium</u> sp.				5		
<u>Scenedesmus</u> sp.	75	50	42	24	12	5
<u>Selenastrum</u> sp.					10	
<u>Schizogonium</u> sp.	20		10			
<u>Spirogyra</u> sp.	7	19				
<u>Sphaerocystis</u> sp.	10		10			
<u>Staurastrum</u> sp.	19	22				
<u>Tetradesmus</u> sp.	11		7			
<u>Tetraedron</u> sp.	7			8		
<u>Ulothrix</u> sp.	20	28	12	7	7	4
<u>Volvox</u> sp.	15		12	6		2
<u>Zygnema</u> sp.	2					1
Euglenophyta						
<u>Euglena</u> sp.		12	14	10		

PRUEBA N^o 4.- Concentración de organismos por cada 10 Ml de muestra.

TRATAMIENTOS	ORIGINAL	P 100%	P75 N25	P50 N50	P25 N75	N 100 %
ZOO-PERIFITON						
Phy. PROTOZOOA						
Cls. SARCODINA						
Sub Cls. RHIZOPODEA						
<u>Arcella</u> sp.	10		8			2
<u>Amoeba</u> sp.	7		10	12	8	10
<u>Centropixis</u>						
<u>C. hemisphaerica</u>	42		125	75	48	20
<u>C. arcelloides</u>	47		55	40		
<u>C. aculeata</u>	10				13	
<u>Chaos</u> sp.	7		20	10		
<u>Diffugia</u> sp.	21	17	15	12		
<u>Dinamoeba horrida</u>	7	5	9	10	10	
<u>Lesquereusia</u> sp.	12					
<u>Sexangularia</u> sp.	13	14				
Cls. CILIATA						
<u>Halteria</u> sp.	18	12				
<u>Vorticella</u> sp.	12	12				
Phy. GASTROTRICHA						
<u>Chaetonotus</u> sp.	7	4	2	1	2	
Phy. NEMATODA						
Cls. SECERNENTEA						
<u>Tylenchus</u> sp.	10		8		7	
Phy. ANNELIDA						
Cls. OLIGOCHAETA						
<u>Aelosoma</u> sp.	22	15	3	3	4	
Phy. ROTIFERA						
Cls. BDELLOIDEA						
<u>Habrotrocha</u> sp.	10					
<u>Harringia</u> sp.	5					
<u>Lepadella</u> sp.	5					
<u>Monostyla</u> sp.	8	14	13	3	1	
Phy. ARTHROPODA						
Cls. CRUSTACEA						
Copepodos (w, x)	7					
Cladoceros	3					
<u>Daphnia</u> sp.	18					
<u>Hyalella azteca</u>	5					
Ostracodos	12					
Cls. INSECTA						
<u>Culex</u> sp. (larva)	.01	.05	.06	.09	.10	.12

TRATAMIENTOS	ORIGINAL	P 100 %	P75 N25	P50 N50	P25 N75	N 100 %
FITO-PERIFITON						
Cyanophyta						
<u>Anabaena</u> sp.	43		15	7	5	
<u>Anacystis</u> sp.	20	28	17	15		
<u>Lyngbya</u> sp.	3			8		
<u>Oscillatoria</u> sp.	68		25			
<u>Scytonema</u> sp.	14		10			
Bacillariophyta						
<u>Brebissonia</u>	10	3				
<u>Diatoma</u> sp.	88			20		
<u>Epithemia</u> sp.	75					
<u>Fragillaria</u> sp.	63		23			
<u>Frustulia</u> sp.	15		30			
<u>Gomphonema</u> sp.	40	75	50	20	10	4
<u>Navicula</u> sp.	68	60	51	18	12	3
<u>Neidium</u> sp.	25	17		15		2
<u>Nitzschia</u> sp.	38		38	29	18	
<u>Pinnularia</u> sp.	35	45	27	20	17	10
<u>Rhopalodia</u> sp.	18		19	19		
<u>Synedra</u> sp.	47	40	31			
<u>Tabellaria</u> sp.	58	45				
Chlorophyta						
<u>Ankistrodesmus</u> sp.	12					
<u>Closterium</u> sp.	17					
<u>Coelastrum</u> sp.	17	23		10		2
<u>Costarium</u> sp.	63	35	30	25		
<u>Chlamidomonas</u> sp.	10				4	5
<u>Chlorococcum</u> sp.			18	15	10	
<u>Gloeocystis</u> sp.	7					
<u>Hormidium</u> sp.	5					
<u>Microspora</u> sp.	10					
<u>Oedogonium</u> sp.	33	18				5
<u>Pediastrum</u> sp.	53	45		20		
<u>Protococcus</u> sp.	13	5				
<u>Scenedesmus</u> sp.	112	27	20	17	15	8
<u>Spirogyra</u> sp.	22	20				
<u>Staurostrum</u> sp.	30	18				
<u>Tetraedron</u> sp.				10		
<u>Ulothrix</u> sp.	50		13	12	10	4
<u>Volvox</u> sp.	20		10			
Euglenophyta						
<u>Euglena</u>	14		19	17		

TRATAMIENTOS	ORIGINAL	P 100 %	P75 N25	P50 N50	P25 N75	N 100 %
ZOO-PERIFITON						
Phy. PROTOZOOA						
Cls. SARCODINA						
Sub Cls. RHIZOPODEA						
<u>Arcella</u> sp.	9	3	1	2		
<u>A. dentata</u>	5	1	1			
<u>Amoeba</u> sp.			3	2		
<u>Centropixis ecornis</u>		4	2	1	1	1
<u>C. hemisphaerica</u>		30	217	170	1	
<u>C. arcelloides</u>		25	13	11	3	
<u>C. aculeata</u>		13	119	48	17	5
<u>Chaos</u> sp.			4	2	1	
<u>Difflogia</u> sp.	10	6	4	1		
<u>D. rubescens</u>			5	2		
<u>Dinamoeba horrida</u>					3	
<u>Lesquereusia</u> sp.					1	
<u>Sexangularia</u> sp.		7			2	
<u>Vahlkamphia</u> sp.					5	
Cls. CILIATA	70			20	13	5
<u>Halteria</u> sp.		13				
<u>Vorticella</u> sp.	25	4	15			
Phy. GASTROTRICHA						
<u>Chaetonotus</u> sp.					2	
Phy. NEMATODA						
Cls. ADENOPHOREA						
<u>Aciromodora minima</u>	10					
Cls. SECERNENTEA						
<u>Tylenchus</u> sp.		4	4	3	1	
Phy. ANNELIDA						
Cls. OLIGOCHAETA						
<u>Aelosoma</u> sp.	13	5		2	1	
Cls. HIRUDINEA						
<u>Helobdella stagnalis</u>	7					
Phy. ROTIFERA						
Cls. BELLCIDEA						
<u>Ascomorpha</u> sp.	15					
<u>Diplois</u> sp.	32					
<u>Harringia</u> sp.	17					
<u>Lepadella</u> sp.	17					
<u>Molostyla</u> sp.	28					
<u>M. bulle</u>	19	13	7			
Rotíferos (w,x,y,z)	32					
Phy. ARTHROFODA						
Cls. CRUSTACEA						
Copepodos (w, x)	15					
<u>Daphnia</u> sp.	138					
<u>Diatomus</u> sp.	93					
<u>Hyalella azteca</u>	23					
Cls. INSECTA						
<u>Lestes</u> sp. (larva)	.03	.05	.07	.08	.08	.10
<u>Culex</u> sp. (larva)	.05					

TRATAMIENTOS	ORIGINAL	P 100 %	P75 N25	F50 N50	P25 N75	N 100 %
FITO-PERIFITON						
Cyanophyta						
<u>Anabaena</u> sp.	42	18	15	15	16	
<u>Anacystis</u> sp.		31	20	11		
<u>Lyngbye</u> sp.				13		
<u>Oscillatoria</u> sp.	75	20	25			
Bacillariophyta						
<u>Brebissonia</u> sp.	10					
<u>Diatoma</u> sp.	102			7		
<u>Frustulia</u> sp.	65	11	12		7	7
<u>Gomphonema</u> sp.	78	50	30	10	7	4
<u>Navicula</u> sp.	133	33	19	15	22	8
<u>Nitzschia</u> sp.	81			10	7	
<u>Rhopalodia</u> sp.	19			8		
<u>Stauroneis</u> sp.	38	18	18			
<u>Synedra</u> sp.	75	44	15			
<u>Pinnularia</u> sp.	63	30	15	13	11	3
<u>Tabellaria</u> sp.	53	43				
Chlorophyta						
<u>Ankistrodesmus</u> sp.	20	19				
<u>Chlamidomonas</u> sp.	12					5
<u>Chlorococcum</u> sp.	30	23	13	14		9
<u>Closterium</u> sp.	40	15	13	10		
<u>Cosmarium</u> sp.	12	18	11			
<u>Microspora</u> sp.	13				12	
<u>Oedogonium</u> sp.	15	18				5
<u>Oocystis</u> sp.	11				7	3
<u>Pediastrum</u> sp.	40	10	14	12		
<u>Protococcus</u> sp.	10					
<u>Scenedesmus</u> sp.	153	81	53	33	16	8
<u>Schizogonium</u> sp.	33	22	18			
<u>Sphaerocystis</u> sp.	7		10			
<u>Spirogyra</u> sp.	53	10				
<u>Staurastrum</u> sp.	50	66				
<u>Tetradismus</u> sp.	46		30	25		
<u>Tetradron</u> sp.	41			15		
<u>Rhizoclonium</u> sp.	7			5		
<u>Ulothrix</u> sp.	22		15	12	10	5
<u>Zygnema</u> sp.	7					
<u>Volvox</u> xp.	10		10			
Euglenophyta						
<u>Euglena</u> sp.	17		23	29		

TRATAMIENTOS	ORIGINAL	P100 %	P75 N25	P50 N50	P25 N75	N 100 %
ZOO-PERIFITON						
Phy. PROTOZOOA						
Cls. SARCODINA						
Sub Cls. RHIZOPODEA						
<u>Arcella</u> sp.				2		1
<u>A. dentata</u>			3			
<u>Amoeba</u> sp.			10			1
<u>Centropixis ecornis</u>				10		
<u>C. hemisphaerica</u>		42	281	190	7	
<u>C. arcelloides</u>		30	18	15	10	
<u>C. aculeata</u>			150	62	24	5
<u>Chaos</u> sp.			8	5	5	
<u>Diffugia</u> sp.	15	10	5	2		
<u>D. rubescens</u>			4	4		
<u>Dinamoeba horrida</u>					2	
<u>Lesquereusia</u> sp.					1	
<u>Sexangularia</u> sp.		5				
<u>Vahlkamphia</u> sp.					2	
Cls. CILIATA						3
<u>Halteria</u> sp.		15				
<u>Vorticella</u> sp.	38	22				
Phy. GASTROTRICHA						
<u>Chaetonotus</u> sp.				1	1	
Phy. NEMATODA						
Cls. ADENOPHOREA						
<u>Achromodora minima</u>	7					
Cls. SECERNENTEA						
<u>Tylenchus</u> sp.	11		3	3	1	
Phy. ANNELIDA						
Cls. OLIGOCHAETA						
<u>Aelosoma</u> sp.	15	5				
Cls. HIRUDINEA						
<u>Helobdella stagnalis</u>	4					
Phy. ROTIFERA						
Cls. MONOGONONTA						
Fam. NOTOMMATIDAE					1	
Cls. BDELLOIDEA						
<u>Habrotrocha</u> sp.	8					
<u>Harringia</u> sp.	2					
<u>Lepadella</u> sp.	8					
<u>Ponostyla</u> sp.	5		2			
<u>P. bulla</u>		6	2			
<u>Ptygura</u> sp.	10					
Rotíferos (w,x,y,z)	10					
Phy. ARTHROPODA						
Cls. CRUSTACEA						
Copepodos (w, x)	35					
Cladoceros	2					
<u>Daphnia</u> sp.	31					
<u>Diaptomus</u> sp.	5					
<u>Hyalella azteca</u>	4					
Ostracodos	7					
Cls. INSECTA						
<u>Lestes</u> sp. (larva)	.05					
<u>Culex</u> sp. (larva)	.04	.05	.06	.08	.08	.09

PRUEBA No 7.- Concentración de organismos por cada 10 Ml de muestra.

TRATAMIENTOS	P 100 %	P75 N25	P50 N50	P25 N75	N 100 %
FITO-PERIFITON					
Cyanophyta					
<u>Anabaena</u> sp.		35	27	33	
<u>Chroococcus</u> sp.		38			
<u>Gloeocapsa</u> sp.		67			
<u>Gloeotricha</u> sp.	38				
<u>Lyngbya</u> sp.		43			
<u>Nostoc</u> sp.	35				
<u>Oscillatoria</u> sp.		40	22	16	37
<u>Scytonema</u> sp.		33			
Bacillariophyta					
<u>Cymbella</u> sp.	44	13			
<u>Diatoma</u> sp.	81				
<u>Fragillaria</u> sp.	72	26			
<u>Gomphonema</u> sp.			35		
<u>Navicula</u> sp.	107	63		42	
<u>Synedra</u> sp.	38				
Chlorophyta					
<u>Actinastrum</u> sp.		17			
<u>Arthrodesmus</u> sp.				20	31
<u>Basicladia</u> sp.				18	30
<u>Cladophora</u> sp.				37	
<u>Chlamydomonas</u> sp.	71				34
<u>Chlorella</u> sp.	65				33
<u>Cosmarium</u> sp.		25	77		
<u>Cosmocladium</u> sp.		22			
<u>Euastropsis</u> sp.	32				
<u>Microasterias</u> sp.			48	30	
<u>Microthamnion</u> sp.		13			
<u>Oedogonium</u> sp.			31	30	43
<u>Oocystis</u> sp.			34		
<u>Pleurotaenium</u> sp.			41		
<u>Protococcus</u> sp.		33		42	
<u>Scenedesmus</u> sp.	173	79	66	44	16
<u>Selenastrum</u> sp.	33				2
<u>Sphaerocystis</u> sp.	40				
<u>Spirogyra</u> sp.	75			35	
<u>Staurastrum</u> sp.		24	34		
<u>Tetraedron</u> sp.	121	93	17	24	18
<u>Tetradesmus</u> sp.	17	30	19		
<u>Treubaria</u> sp.			30		
<u>Ulothrix</u> sp.	82	60	33	69	25
<u>Uronema</u> sp.	25				
<u>Volvox</u> sp.			30	17	30
Chrysophyta					
<u>Dinobryon</u> sp.	31				
<u>Vaucheria</u> sp.					9

PRUEBA No 7.- Concentración de organismos por cada 10 ml de muestra.

TRATAMIENTOS	P 100 %	P75 N25	P50 N50	P25 N75	N 100 %
ZOO-PERIFITON					
Phy. PROTOZOOA					
Cls. SARCODINA					
Sub Cls. RHIZOPODEA					
<u>Cucurbitella</u> sp.			12	3	
<u>Diffugia</u> sp.			17	5	
<u>Parmulina</u> sp.					7
<u>Pseudodiffugia</u> sp.			24	28	12
<u>Trinema</u> sp.		16	28	34	57
Cls. MASTIGOPHORA					
<u>Colacium</u> sp.			9		
<u>Phacus</u> sp.			4	3	2
Cls. CILIATA					
<u>Actinobolina</u> sp.				4	
<u>Enchelys</u> sp.				12	
<u>Holophrya</u> sp.	13	76	111	142	62
<u>Paramecium</u> sp.	58	221	141	334	73
<u>Platyophrya</u> sp.		38	50	31	9
<u>Tetrahyreana</u> sp.	66	71	59		
Phy. ARTHROPODA					
Cls. INSECTA					
<u>Culex</u> sp.	1.67	2.67	5.33	6.28	19.60
<u>Chironomus</u> sp.	.07	2.05	1.30	1.21	0.92

TABLA 31.-

PRUEBA No 8.- Concentración de organismos por cada 10 Ml de muestra.

74.-

TRATAMIENTOS	ORIGINAL	P 100 %	E 20	E 10	N 100 %
FITO-PERIFITON					
Cyanophyta					
<u>Anabaena</u> sp.	10	25	25	16	6
<u>Anacystis</u> sp.	10	17	15		
<u>Lyngbya</u> sp.	5	4	16	11	11
<u>Oscillatoria</u> sp.	4				
<u>Scytonema</u> sp.	4		19		
Bacillariophyta					
<u>Brebissonia</u> sp.	7			4	4
<u>Cymbella</u> sp.	13				
<u>Diatoma</u> sp.	24	17	18	11	5
<u>Epithemia</u> sp.	30	18	7		
<u>Fragillaria</u> sp.	43	35		10	
<u>Frustulia</u> sp.			10	10	
<u>Gomphonema</u> sp.	58	40	33	22	10
<u>Navicula</u> sp.	75	35	22	15	5
<u>Neidium</u> sp.	25	10	5		3
<u>Nitzschia</u> sp.	35		17	15	
<u>Pinnularia</u> sp.	68	30	15	11	3
<u>Rhopalodia</u> sp.	60		13		
<u>Stauroneis</u> sp.	20				
<u>Synedra</u> sp.	73	42	20	10	
<u>Tabellaria</u> sp.	55	40		10	
Chlorophyta					
<u>Cocomyxa</u> sp.	12	10			
<u>Coelastrum</u> sp.	18	15	11		4
<u>Cosmarium</u> sp.	30	28	21		
<u>Chlamydomonas</u> sp.	23	17	18	10	10
<u>Dispora</u> sp.	15	9			
<u>Gloeocystis</u> sp.				7	
<u>Hornidium</u> sp.				7	
<u>Microspora</u> sp.				9	
<u>Oocystis</u> sp.				5	
<u>Oedogonium</u> sp.	20	10	11	6	4
<u>Ourococcus</u> sp.				7	
<u>Pediastrum</u> sp.	33	29	21		
<u>Protococcus</u> sp.	28	14	7	3	3
<u>Rhizoclonium</u> sp.	21	18			
<u>Scenedesmus</u> sp.	75	48	42	28	15
<u>Schizogonium</u> sp.	20	18	11	7	
<u>Scenastrum</u> sp.			3	12	
<u>Sphaerocystis</u> sp.	22	16			
<u>Spirogyra</u> sp.	25	25	10	7	7
<u>Staurastrum</u> sp.	38	28	10		
<u>Tetraedron</u> sp.	20	12	10	9	
<u>Ulothrix</u> sp.					
<u>Volvox</u> sp.	15	10	5	1	
<u>Zygnema</u> sp.					4
Euglenophyta					
<u>Euglena</u> sp.	15	15	12		

PRUEBA No 8.- Concentración de organismos por cada 10 Ml de muestra.

TRATAMIENTOS	ORIGINAL	P 100 %	E 20	E 10	N 100 %
ZOO-PERIFITON					
Phy. PROTOZOOA					
Cls. SARCODINA					
Sub Cls. RHIZOPODEA					
<u>Arcella</u> sp.	21				2
<u>Amoeba</u> sp.	15			4	4
<u>Centropixis ecornis</u>	7		5		
<u>C. hemisphaerica</u>	104		178	170	23
<u>C. arcelloides</u>	13		8		
<u>C. aculeata</u>	73		72	35	5
<u>Chaos</u> sp.	10		25		
<u>Diffugia</u> sp.	15	14	11		
<u>D. rubescens</u>			7		
<u>Dinamoeba horrida</u>	10			5	
<u>Sexangularia</u> sp.	7	10			
Cls. CILIATA					
<u>Halteria</u> sp.	25	35			
<u>Vorticella</u> sp.	18	20			1
Phy. GASTROTRICHA					
<u>Chaetonoths</u> sp.				5	
Phy. NEMATODA					
Cls. SECERNENTEA					
<u>Tylenchus</u> sp.	10			6	
Phy. ANNELIDA					
Cls. OLIGOCHAETA					
<u>Aelosoma</u> sp.	22	15		6	
Phy. ROTIFERA					
Cls. BDELLOIDEA					
<u>Diplois</u> sp.	7				
<u>Habrotrocha</u> sp.	13				
<u>Lepadella</u> sp.	10				
<u>Monostyla</u> sp.	5	13			
Phy. ARTHROPODA					
Cls. CRUSTACEA					
<u>Daphnia</u> sp.	32				
<u>Hvalella azteca</u>	7				
Ostracodos	15				
Cls. INSECTA					
<u>Culex</u> sp. (larva)		.03	.06	.01	.11

TABLA 33.-
Registro de valores importantes fito y zoo -perifiticos.

VALORES PARA OCHO PRUEBAS	TRATAMIENTOS															
	0		I		II		III		IV		V					
	FITO	ZOO	FITO	ZOO	FITO	ZOO	FITO	ZOO	FITO	ZOO	FITO	ZOO				
INDICE DE DIVERSIDAD (SHANNON)	1.246	1.175	0.938	0.651	0.918	0.413	0.814	0.216	0.738	0.354	0.696	0.451				
"	1.505	1.194	1.263	0.613	1.226	0.605	1.061	0.581	0.963	0.610	1.005	0.404				
"	1.255	1.171	1.173	0.796	0.666	0.700	0.649	0.409	0.682	0.475	0.620	0.477				
"	1.487	1.342	1.184	0.868	1.331	0.743	1.249	0.672	1.190	0.646	1.101	0.370				
"	1.509	1.104	1.150	0.972	1.209	0.560	1.164	0.521	0.915	0.869	0.897	0.425				
"	1.368	1.110	1.223	0.788	1.255	0.497	1.206	0.496	0.964	0.741	0.971	0.525				
"	1.460	1.144	1.121	0.433	1.805	0.582	1.086	0.736	1.097	1.247	1.023	0.733				
"			1.404	0.738	1.403	0.561			1.360	0.408	1.139	0.471				
CANTIDAD DE ESPECIES	20	21	13	8	10	7	7	4	6	4	5	4				
"	38	23	25	6	22	10	19	7	17	10	12	5				
"	24	24	18	13	6	10	6	7	6	4	5	4				
"	40	25	17	9	24	12	21	10	18	9	14	4				
"	35	21	16	14	18	14	18	13	9	14	9	4				
"	35	20	20	9	20	12	18	11	10	11	10	4				
"			19	5	19	7	15	12	14	12	12	5				
"	37	21	30	7	29	8			26	8	16	6				
CANTIDAD DE INDIVIDUOS	007	332.08	405	99.04	209	86	123	58	39	20	16	4				
"	554	247	453	112.06	342	197.24	329	172.53	298	92.21	91	21.94				
"	1120	455.04	258	328.06	55	113.06	46	95.08	19	21.09	9	8.11				
"	1211	318.01	429	93.05	445	268.06	288	166.09	148	93.10	48	32.12				
"	1216	608.08	504	128.05	446	395.07	297	266.08	101	51.08	43	11.10				
"	1483	217.09	580	135.05	379	486.06	257	294.08	115	54.08	57	10.09				
"	1083	439	1180	138.74	754	426.72	544	461.63	457	603.49	308	242.52				
"			663	107.03	447	316.06			258	231.08	105	35.11				

TABLA 34.-
Análisis estadístico azarizado del índice de diversidad de especies fitoperifíticas.

TRATAMIENTOS	PRUEBAS	TOTAL				DESVIACION ESTANDARD	ERROR ESTANDARD	VARIANZA
		2	4	5	6			
0	1.505	1.487	1.570	1.368	5.86	0.0651	0.0325	0.0032
I	1.263	1.184	1.150	1.223	4.82	0.0488	0.0244	0.0018
II	1.226	1.331	1.209	1.255	5.02	0.0539	0.0270	0.0022
III	1.061	1.249	1.164	1.206	4.68	0.0805	0.0403	0.0049
IV	0.963	1.19	0.915	0.964	4.032	0.1235	0.0617	0.0114
V	1.005	1.101	0.897	0.971	3.974	0.0847	0.0423	0.0054

CAUSAS DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALCULADA	F. TABLAS (95 % CONF.)
GENERAL	23	0.7252	0.0315	4.9219	2.1599
TRATAMIENTOS	5	0.610	0.122	19.0625	2.7729
ERROR	18	0.1152	0.0064		

DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS Y OBSERVACIONES

0 ≠ II, I, III, IV, V
II = I = III
II, I, III ≠ IV, V
IV = V

TABLA 35.-
Análisis estadístico azarizado del índice de diversidad de especies zooperifíticas,

TRATAMIENTOS	PRUEBAS						TOTAL	MEDIA	DESVIACION ESTANDARD	ERROR ESTANDARD	VARIANZA
	2	4	5	6							
0	1.194	1.342	1.104	1.11		4.75	1.1875	0.1109	0.0564	0.0092	
I	0.613	0.860	0.972	0.788		3.241	0.8102	0.1515	0.0758	0.0172	
II	0.605	0.743	0.560	0.497		2.405	0.6012	0.1044	0.0522	0.0082	
III	0.581	0.672	0.521	0.496		2.27	0.5675	0.0783	0.0391	0.0046	
IV	0.610	0.646	0.869	0.741		2.866	0.7165	0.1157	0.0579	0.0100	
V	0.404	0.370	0.425	0.525		1.724	0.431	0.0666	0.0333	0.0033	

CAUSAS DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALCULADA	F. TABLAS (95 % CONF.)
GENERAL	23	1.6006	0.0696	5.9487	2.1599
TRATAMIENTOS	5	1.3904	0.2781	23.77	2.7729
ERROR	18	0.2102	0.0117		

DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS Y OBSERVACIONES

0 ≠ I, IV, II, III, V
I, IV, II, III ≠ V

I = IV
IV = II
II = III

I ≠ II, III, V
IV ≠ III, V

DISCUSION GENERAL

El análisis bibliográfico citado muestra que los autores en sus investigaciones no emplearon testigos, y no guiaron sus experimentos en base a modelos o diseños estadísticos (comúnmente conocidos), tal y como se manejaron las ocho pruebas del presente trabajo. Clock (1968) y Bagnall *et al.* (1974) entre otros, ejemplifican este aspecto.

El agua perdida por evaporación, cuando fue reemplazada por agua de la misma dilución originó marchitez y muerte de las plantas de lirio acuático, mientras que la substitución con agua destilada permitió la observación clara del sinergismo lirio-perifiton; en cambio, el agua potable de clorada enmascaró la actividad sinérgica debido a la presencia de sulfatos, cloruros y otras sustancias.

En cuanto al lirio acuático, ningún autor demuestra cuantitativamente la importancia de la presencia o ausencia de estas plantas en sistemas depuradores de tratamientos de aguas residuales, solo se le menciona cualitativamente como un buen elemento y se le emplea sin definir características cuantitativas a las que debería sujetarse su uso; la literatura no tiene noción de los fundamentos cuantitativos del manejo de lirio en sistemas de tratamiento de aguas residuales como puede observarse en los trabajos de Hauser (1984), Dinges (1976) y Weber y Tchobanoglous (1986). Se asume que en éste trabajo se muestran por primera vez las características cuantitativas básicas para manejar el lirio en sistemas de tratamiento, las que han sido establecidas y definidas experimentalmente y mediante lógica estadística. Aunadas a estas consideraciones se tiene, por otro lado, la existencia de la unidad biótica experimental que constituyó el elemento básico para el desarrollo de las pruebas efectuadas; sin esta unidad habría sido imposible cuantificar los efectos e interacción entre lirio, perifiton y agua residual.

Se establecieron como características fundamentales para manejo cuantitativo la producción de hojas, flores y biomasa de hojas.

La producción de hojas y flores fue significativamente mejor en los tratamientos con mayor concentración de agua residual, siendo siempre menor la producción en los tratamientos testigos.

La estimación estadística mostró significativamente mayor biomasa (peso seco en gramos) en los tratamientos con alta concentración de agua residual que en los restantes, siendo el testigo el tratamiento con menor producción de biomasa.

El perifiton es mencionado por Dinges (1976) únicamente como una serie de organismos y comunidades complejas que viven alrededor y entre las raíces de lirio acuático; sin embargo, en el trabajo presente se establecen aspectos cuali y cuantitativos de fito y Zoo-perifiton, y se manejan índices de diversidad así como diferencias significativas.

Comúnmente los investigadores citados emplearon el lirio en sistemas de tratamiento y concluyeron argumentación y manejos ingenieriles de los cambios observados en las aguas residuales; por ejemplo, Weber y Tchobanoglous (1986) afirman que el proceso de nitrificación es una función de la carga hidráulica, de la longitud del reactor y de otras características ingenieriles; en tanto que en el presente estudio se define fundamentalmente la importancia del lirio en los procesos de depuración de aguas residuales y sus lazos estrechos con el perifiton, como se deduce en los datos de conductividad eléctrica e índices de diversidad de especies. Además, el análisis de la demanda química de oxígeno muestra claramente la trascendencia de esta planta en la depuración de aguas residuales.

Las dimensiones de los receptáculos empleados también son tema de discusión, los autores citados (Clock (1968), Goodson y Smith (1970), Wolverton (1975 a,b,c), y otros) emplearon canales y lagunas con áreas de 20 a 16,000 pies cuadrados, y profundidades de 2 a

6 pies, lo que contrasta notablemente con las dimensiones de los receptáculos del presente estudio. También los tiempos de retención del agua contrastan unos con otros, sin embargo, la finalidad de los autores fue simplemente determinar cambios en la calidad del agua, mientras que aquí los objetivos tuvieron más grados de complejidad.

Nitrógeno Amoniacal.

Clock (1968) reportó remociones de 94% con tiempo de 5 días de retención del agua. Bagnall (1974) encontró decrementos de 95% en un período de 102 días de retención del agua. Hauser (1984) registró, para 3 lagunas y un período de 3 días de retención, decrementos bajos en la temporada otoño-invierno-primavera, 57% en una laguna no aireada ni cosechada, 33% en otra laguna no aireada cosechada, y un porcentaje alto, 87% en una laguna aireada no cosechada; mientras que en la temporada primavera-verano-otoño los decrementos fueron mejores, 71% en la laguna no aireada ni cosechada, 77% en la laguna no aireada cosechada, y 99% en la laguna aireada no cosechada. Como puede observarse, los decrementos más altos en ambas temporadas se presentaron en las lagunas- aireadas, esto permite suponer que fue un efecto resultante de la aireación. El autor (Hauser (1984)) concluyó que la cosecha de lirio no benefició en nada la remoción del nitrógeno amoniacal.

En este estudio se registraron remociones de 97% a 99% para los tratamientos de la prueba N° 8, en cambio el testigo incrementó hasta 1400%.

Nitratos y nitrógeno.

Clock (1968) registró 94% de remoción para nitratos y 94.5% en la remoción de nitrógeno total por 5 días de retención del agua. Bagnall (1974) reportó 96% de decremento de nitrógeno en un período de 102 días, y decrementos de 9.3% en un período de 6 a 24 horas.

Goodson (1970) reportó 59.9% de remoción de nitrógeno orgánico. Dinges (1976) estimó remociones de nitrógeno orgánico de 75% para 5.3 días de retención, y 56% para 4.5 días de retención. En este estudio se registraron remociones de nitratos desde 78% hasta 99%, con incrementos en el testigo de 75%.

Fosfato y Ortofosfatos.

Clock (1968) usando 5 días de retención encontró reducciones de 10% a 70% de ortofosfatos, y 50% para fosfatos. Bagnall (1974) en 102 días de retención registró decrementos de 82% de fosfatos, en cambio, en un período de 6 a 24 horas los decrementos fueron de 8%. Goodson (1970) en un período de 5 días encontró decrementos de 35.5% de ortofosfatos. Dinges (1976) en la primera fase de 5.3 días de retención anotó decrementos de 21% para fósforo y 22% para ortofosfatos; mientras que en la segunda fase, de 4.5 días de retención, el fósforo disminuyó 18% y los ortofosfatos incrementaron 7%.

En este estudio los decrementos registrados fueron desde 36% a 96% y comúnmente los testigos mostraron ser incambiables, algunos incrementaron 200%. Por otra parte, se demostró que la presencia de lirio acuático es fundamental en la remoción de fosfatos y más efectiva que la remoción obtenida con fito perifiton.

Nitrógeno y Fósforo.

El proceso de nitrificación es muy importante desde el punto de vista ecológico, en el agua residual se inicia con la transformación del nitrógeno amoniacal y concluye al aparecer los nitratos. Los nitratos son aprovechados por las plantas macro y microscópicas generando remoción de estas sustancias. El fósforo y el nitrógeno obran ecológicamente según las leyes de los factores limitantes y tolerantes y sus concentraciones excesivas son indeseables hidro-ecológicamente (eutroficación).

La absorción de nitrógeno y fósforo implican remoción, en este caso, en función a la actividad desarrollada por lirio y perifiton, ya que estas substancias son necesarias al desarrollo y reproducción. Los datos experimentales de este trabajo mostraron que la remoción es más efectiva con lirio que con perifiton.

CONCLUSIONES

Se encontró como unidad apropiada al desarrollo experimental las plantas provistas de raíz y pecíolos flotadores (libres de hojas); esta unidad constituyó el elemento fundamental para cuantificar los efectos en las pruebas realizadas.

El desarrollo de las ocho pruebas permitió investigar el efecto de la relación intrínseca lirio-perifiton-calidad del agua, cuando los medios de cultivo constituidos por la calidad del agua, se ven afectados por la presencia o ausencia de lirio, o la adición de agua potable, destilada o agua de la misma dilución.

El agua perdida por evaporación substituida por agua de la misma dilución ocasionó marchitez debido a la gradual y continua acumulación de los contaminantes presentes en el agua residual. La reposición con agua destilada permitió la observación clara del sinergismo lirio-perifiton, mientras que el agua potable clorada enmascaró la actividad sinérgica en virtud a las concentraciones de varias sustancias como los cloruros y los sulfatos entre otros.

Cuando se efectuó la reposición con agua de la misma dilución la concentración de tóxicos propios del agua residual aumentó extraordinariamente y el fenómeno de marchitez de las plantas se generalizó, en este caso la biomasa de las hojas (pesc seco en gramos) no mostró diferencias significativas en los tratamientos II, III, IV y V, mientras que el testigo presentó la producción más alta y por lo tanto significativamente (0.05) diferente a estos tratamientos.

A mayor acumulación de contaminantes el efecto resultante fue declinamiento y muerte de las plantas; cuando la dilución de agua residual fue menor, la producción de hojas, flores y biomasa fue mayor. A menor dilución de agua limpia, menor fue la producción de hojas, flores y biomasa.

En todos los tratamientos las primeras hojas aparecieron a los seis días. Además se estimó que la producción de hojas de cualquiera de los tratamientos fue similar entre los 16 a 20 días, exceptuando al testigo. En el tratamiento E 2° la reproducción vegetativa se inició a los 22 días y las primeras hojas aparecieron a los 29 días. En el tratamiento E 1° la reproducción vegetativa se inició entre el día 14 al día 22, y las primeras hojas aparecieron entre el día 21 al día 29. En el tratamiento agua residual cruda (100%) la reproducción vegetativa se inició entre los días 15 y 21, y las primeras hojas aparecieron entre el día 23 al 29.

La evaluación factorial de la biomasa de hojas reveló que los tratamientos son altamente significativos ($p < 0.05$) en el siguiente orden: V mejor que IV, mejor que III, mejor que II, mejor que I; esta relación permite afirmar que el desarrollo de cada una de las plantas es influido por la calidad del agua, este comportamiento aunado a las diferencias altamente significativas por causa de interacción tratamientos/pruebas, permitió establecer y definir que la edad de las plantas, condiciones particulares de cada planta y su estado biológico general influyeron en la variabilidad encontrada en cada una de las pruebas.

La evaluación factorial de la biomasa de hojas permitió definir que es altamente significativo ($p < 0.05$) el uso de cuatro plantas por cada 1134 cm. cuadrados para obtener mejor producción; la extrapolación de estas características establece el empleo de 35 plantas por metro cuadrado para obtener mejor producción y por lo tanto mejor depuración del agua residual en un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante lirio acuático.

Los niveles significativos encontrados en la evaluación factorial permitieron precisar los elementos necesarios para obtener mejor producción de lirio, que a la vez significa mayor depuración del agua residual, estos elementos son: Empleo de 35 plantas por metro cuadrado, cultivos durante la primavera y cosechas a los 25 días.

La evaluación azarizada del índice de diversidad de especies (Shannon) fito y zooperifíticas demostró que en estado silvestre el índice es mejor que el registrado en medios artificiales, como en el presente estudio. Los índices fitoperifíticos más bajos se registraron en los tratamientos IV y V, en donde la concentración de agua residual es más alta; en cuanto al zooperifiton, el índice más bajo se registró en los tratamientos V y III, también con alto contenido de agua residual; por lo tanto, a menor dilución de agua residual menor diversidad de especies; y entre menor sea la dilución de agua limpia mayor será la diversidad de especies.

El índice fitoperifítico de los tratamientos III, IV y V de la prueba N° 7 (sin lirios) mostraron que son similares a los índices IV y V de las restantes pruebas, así como al índice registrado para el tratamiento N 100%, todos correspondientes a la diversidad más baja; estos niveles significativos demuestran que existe una asociación substancial entre fitoperifiton, lirios y calidad del agua residual. El fitoperifiton fue siempre más abundante que el zooperifiton.

La similaridad del índice de diversidad zooperifítico en los tratamientos efluente secundario, residual 25% y 50% evidenciaron una probable semejanza de condiciones físicas y químicas del agua en esos tratamientos.

La presencia del lirio es determinante para lograr depuración del agua residual, el perifiton por sí sólo (prueba N° 7, sin lirios) no depura en la misma proporción como lo demostraron los resultados de los parámetros conductancia eléctrica, color, turbidez y demanda química de oxígeno.

El proceso de nitrificación que se inicia en el nitrógeno amoniacal (NH_3) y termina al aparecer los nitratos (NO_3) requiere de la presencia de lirio y perifiton para que se lleve a cabo como puede observarse por los resultados obtenidos: Disminuciones de nitrógeno amoniacal desde 97% a 99% en los diferentes tratamientos, y aumentos de 1400% en los testigos; remociones de 78% hasta 99% de nitratos en los diferentes tratamientos y aumentos de 75% en los testigos; además se demostró que el perifiton por sí sólo (prueba N° 7, sin lirios) fue incapaz de transformar el nitrógeno hasta nitratos.

El fosfato comúnmente escaso en el agua residual, por ser muy necesario a plantas macro y microscópicas, mostró remociones desde 44% hasta 96%.

Se registró buena remoción de DQO, demanda química de oxígeno, desde 9% hasta 92% en los diferentes tratamientos, en cambio, en la prueba N° 7 (sin lirios) así como los testigos de las diferentes pruebas los aumentos registrados fueron desde 240% hasta 3555%; esto pone de manifiesto la acción depuradora causada por el sinergismo lirio-perifiton, descartándose en esta forma la actividad unilateral del perifiton.

El crecimiento de lirio acuático es un factor que siempre estuvo asociado directamente a concentraciones altas de agua residual.

RECOMENDACIONES.

1.- Que se utilicen los datos cuantitativos obtenidos en este trabajo para experimentar en lagunas de oxidación ya establecidas aspectos como: el efecto de diferentes tiempos de contacto entre agua residual y lirios (tiempos de retención) y la determinación de los cambios en la calidad del agua de los efluentes de estos sistemas, así como la fijación del grado de eficiencia en los tiempos de contacto, y establecimiento de tiempos óptimos de contacto.

2.- Que se investiguen las interacciones biológicas entre lirio acuático y otras especies para crear nuevas alternativas en la depuración de aguas residuales.

3.- Que se estudie la eficiencia en la remoción de contaminantes empleando lirio acuático en sistemas en serie y con tiempos de contacto definidos.

4.- Que se estudien las bacterias asociadas al lirio, responsables activas del proceso de nitrificación, ya que su aislamiento y reproducción masiva ayudarían a eficientar la depuración del agua residual en algunos sistemas de tratamiento de aguas.

5.- Que se investigue la bioacumulación de sustancias nocivas en función a la biomasa y tipo de agua residual.

6.- Que se estudie el uso, disposición y reciclaje de la biomasa de lirio.

L I T E R A T U R A C I T A D A

- A.P.H.A. , A.W.W.A. , W.P.C.F.
 1985 Standard Methods for the Examination of Water and
 Waste Water. Sixteenth Edition. Edit: Joint
 Editorial Board.
- Bagnall, L.O. , T.S. Furman, J.F. Hent, W.J. Nolan y R.L.
 Shirley.
 1974 Feed and Fiber from Effluent - Grown Water
 Hyacinth. Proceedings, Waste Water in the
 Production of Food and Fiber . Oklahoma City,
 Oklahoma. Publication: E . P :A .660/2 - 74 -041.
 U.S. Washington, D.C.
- Clock , R.M.
 1968 Nitrogen and Phosphorus Removal from a Secondary
 Sewage Treatment Effluent. Ph.D. Dissertation.
 University of Florida. Gainesville, Florida.
- Correll , D.S. y M. C . Johnston.
 1970 Manual of the Vascular Plants of Texas. Texas
 Research Foundation. Renner , Texas. pp: 366 - 367
- Chow, Ya - Lun.
 1972 Análisis Estadístico. Edit: Interamericana.
- De La Loma, J.J.
 1982 Experimentación Agrícola. Edit: U T E H A

Dinges, R.

- 1976 Water Hyacinth Culture for Waste Water Treatment. Texas Dept. of Health Resources. Division of Waste Water Technology and Surveillance.

Edmonson, T.W.

- 1980 Fresh Water Biology. Second Edition. Edit: J. Wiley and Sons

Fasset, N.C.

- 1940 Manual of Aquatic Plants. Mc. Graw Hill Book Co. N.Y.

Goodson, J.B. y J.J. Smith.

- 1970 Treatment of Citrus Processing Wastes. Publication W.P.R.D. 38-01-67. U.S. Environmental Protection Agency. Wash., D.C.

Hauser, J.R.

- 1984 Use of Water Hyacinth Aquatic Treatment Systems for Ammonia Control and Effluent Polishing. W. P. C. F. Journal 56 (3): 219 - 225.

Holm, L.G. , L.W. Weldon y R.D. Blackburn

- 1969 Aquatic Weeds. Science 166.

Jaime Guadiana, A. y H. Chapa Saldaña.

- 1976 (a) El Lirio Acuático en México, Problemas y Soluciones. XII Congreso Internacional de Grandes Presas (México). V(4): 590-603.
1976 (b) Lirio Acuático: Los Problemas que Causa y las Posibilidades de su Aprovechamiento. Revista "El Campo" No. 1044: 18- 19

Joseph, J.

- 1976 (a) Lagunas de Jacintos, Tratamiento Barato de Aguas Cloacales. Revista Desarrollo Nacional. Septiembre - Octubre.
1976 (b) El Control Botánico, un Medio de Depurar las Aguas Industriales. Revista Desarrollo Nacional Noviembre - Diciembre.

- Martínez, M.
1979 Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas. Ed: Primera. Fondo de Cultura Económica.
- Panse, V.G. y P.V. Sukhatme.
1963. Métodos Estadísticos para Investigadores Agrícolas. Fondo de Cultura Económica.
- Parado; A. E. y E.G Alcantar G.
1975. Estudio Preliminar del Lirio Acuático (Eichhornia crassipes) como Alimento Humano. Revista Tecnología de Alimento (Mex.) 10: 68-72.
- Parkinson, G.
1981. Big Waste Treatment Job for Water Hyacinths. Chemical Engineering. (News Features). Mayo : 33-37.
- Parra, J. V. y Ch. C. Hortenstine.
1976. Response by Pearl Millet To Soil Incorporation of Water Hyacinths. Journal of Aquatic Plant Management 14: 75 - 79.
- Penfound, W. R. y T.T Earle.
1948. The Biology of Water Hyacinth. Ecological Monographs 18 (4): 448-472
- Pennak, R. W.
1980. Fresh Water Invertebrates of the United States. Second edition. J. Wiley and Sons.
- Perkins, B. D. y D. M. Maddox.
1976. Host Specificity of Neochetina bruchi H. (Coleoptera, Curculionidae), a Biological Control Agent for Water Hyacinth. Journal of Aquatic Plant Management 14: 59 - 63.
- Rodríguez, G. F. y F. Bravo.
1971. Digestibilidad Aparente del Lirio Acuático (Eichhornia Crassipes) en Borregos. Revista Técnica Pecuaria. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Palo Alto, México.
- Shannon, C. E.
1948. A Mathematical Theory of communications. Bell System Technology. Journal 27 : 379 - 423.

Weber, A. S.

1983. Mechanisms and Prediction of Ammonia Nitrogen Conversion in Water Hyacinth Treatment Systems. Ph.D. Dissertation, Univ. of California, Davis, U.S.A.

Weber, A. S. y G. Tchobanoglous

1985. Rational Design Parameters for Ammonia Conversion in Water Hyacinth Treatment Systems. W.P.C.F. Journal 57 (4): 316 - 323.

1986. Prediction of Nitrification in Water Hyacinth Treatment System. W.P.C.F. Journal 58 (5): 376-380.

Weber, C. I.

1973. Biological Field and Laboratory Methods for Measuring the Quality of Surface Waters and Effluents. Publication E.P.A. 670/4.73.001.

Wolverton, B. C.

1975. (a) Water Hyacinths for Removal of Phenols from Polluted Waters. National Technical Information Service. N75 -16128 - february.

1975. (b) Water Hyacinths for removal of Cadmium and Nickel from Polluted Waters. National Technical Information Service. N75 -16206-february.

1975. (c) Water Hyacinths for Upgrading Sewage Lagoons to Meet Advanced Waste Water Treatment Standards. Part I. National Technical Information Service. - N75 -10697-October.

Wolverton, B. y J. McDonald.

1976. Don't Waste Water Weeds. New Scientist. August. pp: 317-319.

