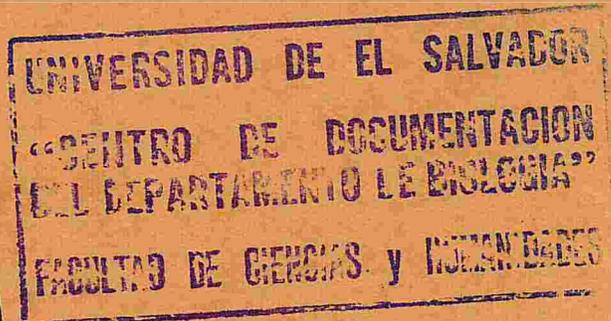


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

CULTIVO DE LEMNA AQUINOCTIALIS Y SPIRODELA PUNCTATA
EN ESTANQUES DE DESECHOS Y SU
POTENCIAL COMO FORRAJE

RUTH HAYDEE AGUILAR POSADA

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO DE BIOLOGIA



CIUDAD UNIVERSTARIA, SAN SALVADOR, MAYO 1988

A-385c
ej-1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

CULTIVO DE LEMNA AEQUINOCTIALIS Y SPIRODELA PUNCTATA
EN ESTANQUES DE DESECHOS Y SU
POTENCIAL COMO FORRAJE

RUTH HAYDEE AGUILAR POSADA
TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO DE BIOLOGIA



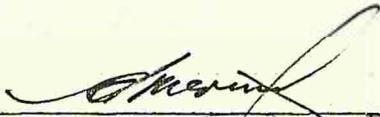
CIUDAD UNIVERSTARIA, SAN SALVADO.R, MAYO 1988

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

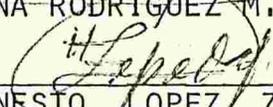
CULTIVO DE LEMNAEQUINOCTIALIS Y SPIRODELA PUNCTATA
EN ESTANQUES DE DESECHO Y SU POTENCIAL COMO FORRAJE

RUTH HAYDEE AGUILAR POSADA
TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA
1988

DECANO

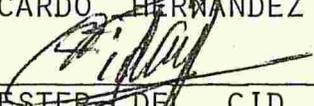

CATALINA RODRIGUEZ M. DE MERINO

DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO

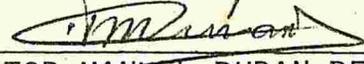

ERNESTO LOPEZ ZEPEDA

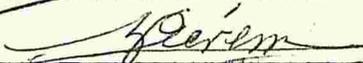
ASESORES


RICARDO HERMANDEZ


JOSE WESTER DEL CID AYALA

JURADO


VICTOR MANUEL DURAN BELLOSO


ZOILA ESPERANZA PEREZ MOLINA


NICOLAS FULGENCIO JIMENEZ

DEDICATORIA

A DIOS

Todo poderoso

A MI MADRE

CLEOTILDE POSADA
Con amor y respeto

A MI ESPOSO

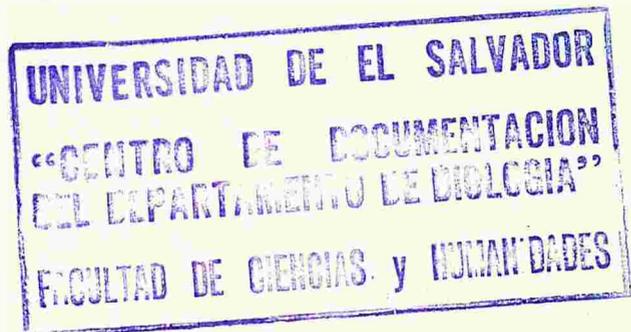
FELICIANO ERNESTO LOPEZ

A MIS HIJOS

WILLIAM ERNESTO
CARLOS ENRIQUE
MARIO ROBERTO

Por el valioso apoyo moral
que me han proporcionado

A todos mis familiares y amigos, por su ejemplo y consejos
recibidos.



AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi gratitud y reconocimiento a mis asesores, Lic. Ricardo Hernández y Lic. Wester del Cid Ayala, por haberme orientado y dirigido en el desarrollo de esta investigación.

Mi reconocimiento también al Ing. Orfilio Valiente por su ayuda directa y proporcionarme todo lo necesario para realizar este trabajo.

A el Dr. Howard Daugherty, por proporcionarme bibliografía.

A la Dra. Guadalupe de Quintano, y a el Lic. Manuel Benítez por su ayuda en la realización de los análisis bromatológicos.

A la señora Emma Cristina Martell de Interiano, quien laboró eficientemente la mecanografía del texto; a las personas que de una u otra forma me alentaron para llevar a ca bola realización de esta investigación, infinitamente gracias.



TABLA DE CONTENIDOS

UES BIBLIOTECA FAC.
C.C. N.N. Y MM



INVENTARIO: 19200258

	Página N ^o
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
MATERIALES Y METODOS.....	11
RESULTADOS.....	29
DISCUSION.....	27
CONCLUSIONES.....	38
RECOMENDACIONES.....	40
CUADROS.....	41
FIGURAS.....	45
BIBLIOGRAFIA.....	52
ANEXOS.....	

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 "CENTRO DE DOCUMENTACION
 DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

RESUMEN

Con el objeto de encontrar fuentes alternativas de proteína a la semilla de algodón, que normalmente se usa para la preparación de forrajes para ganado en El Salvador; se cultivaron dos especies de plantas acuáticas flotantes, pertenecientes a la familia Lemnaceae, encontradas creciendo en aguas de los alrededores de la Toma de Quezaltepeque, en el Departamento de La Libertad. El cultivo se fertilizó con estiercol de ganado vacuno.

Para probar la adaptabilidad de las plantas al cultivo, se realizaron dos preensayos. El primero consistió en sembrar las plantas en depositos de metal, de forma circulares con diámetro de 1.00 metros. Las plantas crecieron y se reprodujeron en un tiempo de 4 a 8 días y su contenido de proteína fué hasta de 26.58%.

El segundo preensayo con las mismas especies, identifi cadas como *Spirodela punctata* y *Lemna aequinoctialis*, se utilizaron canaletas de asbesto cemento y el mismo fertilizante. *Spirodela punctata* creció y se reprodujo a partir de los siete (7) días. La cosecha máxima obtenida con esta especie fue de 318.0 gr/m²/cosecha de biomasa peso fresco. *Lemna aequinoctialis* no prosperó en su crecimiento y se des

cartó para el resto de la investigación.

Conocido el comportamiento de *Spirodela punctata* en el medio y ante el fertilizante se procedió a investigar la acción de diferentes tasas de fertilización sobre el crecimiento de la planta y producción de proteína, para esto la investigación se realizó en dos fases.

En la fase A se utilizó fertilizante fresco y la planta se sembró en estanques de arcilla, de 25 m² de superficie con 1 m de profundidad. La planta creció y se multiplicó rápidamente, a los diez días el cultivo alcanzó el punto de cosecha. La mejor cosecha se obtuvo con la fertilización de 3,200 grs/m²/semana; con esta tasa se obtuvo 54.22grs/m²/día, peso fresco (3.89 grs/m²/día peso seco) y estas plantas dierón 22.25% de proteína.

En la fase B se repitió el tratamiento que rindió la mejor cosecha en la fase A, se utilizó estiercol fresco y seco en tratamientos separados. Con el fertilizante seco se obtuvo rendimiento de 224 gr/m² peso fresco y 19.07 gr/m² peso seco. El máximo contenido de proteína en estas plantas fue de 16.24%.

El fertilizante seco y el fresco tuvieron un efecto similar sobre la producción de biomasa y de proteína, según lo mostró el análisis estadístico.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N ^o	Página
1. Cosecha promedio de <i>Spirodela punctata</i> en estanques de arcillas, fertilizados con diferentes tazas de estiércol fresco de ganado vacuno. Fase A final.	41
2. Análisis bromatológico de <i>Spirodela punctata</i> de la fase A.	42
3. Cosechas finales (\bar{X}) de <i>Spirodela punctata</i> obtenidos en estanques fertilizados con estiércol fresco y seco de ganado vacuno fase B.	43
4. Muestra homogénea de todas las cosechas con su respectivo análisis bromatológico de <i>Spirodela punctata</i> de la fase B.	44



VIII

LISTA DE FIGURAS

Figura N ^o	Página
1. Estructura morfológica de <i>Lemna aequinocialis</i> (Landolt, 1980).	45
2. <i>Spirodela punctata</i> , utilizada en la presente investigación	46
3. Mapa	47
4. Módulo de los estanques experimentales de arcilla utilizados durante el experimento A, ubicados en la Hacienda de Atapasquito, Quezaltepeque.	48
5. Estanque poblado de <i>Spirodela punctata</i> Quezaltepeque, La Libertad	49
6. Población de <i>Spirodela punctata</i> , en estanques de arcilla al momento de la cosecha.	50
7. Diseño de los estanques utilizados en la fase B.	51

INTRODUCCION

En la naturaleza hay una gran cantidad de recursos que no son explotados en forma adecuada, debido en gran medida al desconocimiento de sus potencialidades. Dentro de estos recursos se encuentran las plantas acuáticas, las cuales están siendo investigadas actualmente en muchas partes del mundo y con los más diversos objetivos. La familia Lemnaceae es uno de estos grupos de plantas que poseen la doble propiedad de contener porcentajes altos de proteína cruda y crecer en forma excelente en aguas contaminadas, contribuyendo así a purificar aguas cargadas de desechos orgánicos (Russof *et al*, 1977).

En El Salvador, existe escasez de materia prima con altos contenidos de proteína para la elaboración de forrajes o concentrados para alimento animal. Tradicionalmente se ha utilizado la semilla de algodón para ese fin; sin embargo, en los últimos años el cultivo del algodón ha sido disminuido sensiblemente, y por lo tanto existe una escasez de semilla que hace urgente la búsqueda de un recurso similar como alternativa (Hilman & Culley Jr. 1978).

Una de las especies de la familia Lemnaceae conocida como *Wolffia arrhiza* es utilizada como alimento humano en algunos países asiáticos, es considerada como la comida de la gente pobre y se le ha encontrado hasta el 20% de proteína en peso seco cuando crece en aguas naturales (Hilman &

Culley Jr. 1978).

En el presente trabajo se investigó las potencialidades nutritivas de *Lemna aequinoctialis* y *Spirodela Punctata* nativas de El Salvador y específicamente de los alrededores de la Toma de Quezaltepeque del Departamento de la Libertad. Al mismo tiempo se estudió la posibilidad de obtener porcentajes altos de proteínas en ellas, al cultivarlas en estanques fertilizados con estiércol de ganado.

Todo este estudio servirá para ayudar al agricultor en la obtención de una buena materia prima para la preparación de forrajes para animales, así como también hacer un mejor uso de los desperdicios orgánicos.



REVISION DE LITERATURA

En la familia Lemnaceae están incluidas las más pequeñas de las plantas flotantes o de las monocotiledóneas flotantes del mundo. Viven en la superficie de aguas dulces, y en lugar de hojas y tallos verdaderos se componen de una fronda que hace la función de ambas. Dicha fronda es de color verde, ovalado-redonda, planas o curvas, y con ambas a veces diferente (Bernardi & Dianni, 1971) (Fig. N° 1).

La reproducción es mayormente vegetativa, por lo tanto, casi no se da la presencia de flores en estas especies. Se considera que a esta familia pertenecen las plantas más diminutas, las cuales muestran un rango que va desde la *Spirodela polyrrhiza* gigante que alcanza 5 cm de tamaño hasta la especie *Wolffioidea* que exhibe una reducción progresiva que aparentemente la encamina a desaparecer (Staley & Steyermarck, 1958; Hotchiss, 1970; Bernardi & Dianni, 1971; Rossof *et al*, 1977; Hilman & Culley Jr., 1978 y Rossoff *et al*, 1978) (Fig. N° 2).

La familia Lemnaceae está compuesta de treinta y cinco especies agrupadas en cuatro géneros que son: *Spirodela* (4), *Lemna* (11), *Wolffiella* (7) y *Wolffia* (8), (Landolt & Urbanska-Worytkiewiez, 1980).

La clasificación para *Lemna* sp, según Heywood (1978) es la siguiente:

Clase : Angiospermae
Sub-Clase : Monocotyledones
Super Orden : Aracidae
Orden : Arales
Familia : Lemnaceae

La reproducción de estas plantas es vegetativa, consistiendo en la fragmentación espontánea de los clones que por supuesto forman parte de su estructura genética, este tipo de reproducción hace que en estas plantas, cada fronda se divide en cantidades que van de una a diez nuevas frondas, originando en esta forma gran cantidad de biomasa (Urbanska-Worytkiewics, 1980).

El habitat de estas anthophytas es la superficie de aguas dulces naturales, sobre todo, aquellos lugares acuáticos cargados de desechos orgánicos independientes de su tamaño. En cuanto a temperatura, se considera que se adapta y crece tanto en zonas frías como en zonas calientes, aúncuando se afirma que tiene mayor adaptación y rendimiento en zonas con temperaturas altas (Culley Jr. & Epss, 1973).

En El Salvador Armitage & Fassett (1971), reportan cuatro especies y los respectivos lugares donde han sido colecta

tados: *Spirodela polyrrhiza* encontrada en: la Laguna El Jocotal, Laguna de Alegría (un cráter al norte de la Laguna El Jocotal), La Laguna Seca, Laguna de Olomega, Managuara, Lago de Ilopango y Hacienda la Barca. *Lemna valdivina* de ésta colectaron muestras en: Laguna Ciega, Laguna de Chalchupa, El Jocotal y Lago de Ilopango. *Lemna purpurela* encontrada en: Laguna Jaguez, Laguna Seca, San Branal y San Juan del Gozo. Por último, reportan la existencia de *Wolffia columbiana* en: Managuara, Hacienda La Barca y Laguna Jaguez (Fig. N° 3).

Las especies *Lemna* sp y *Spirodela polyrrhiza* han sido encontradas en la Laguna El Jocotal (Benítez*, comunicación personal).

Según Culley Jr, & Epps (1973), las plantas acuáticas apropiadas para extraer nutrientes y producir alimento animal, deben de poseer las siguientes características:

- a) Fácil de cosechar
- b) Bajo contenido de agua
- c) Alto contenido de proteínas
- d) Poco contenido de fibra y lignina
- e) Alta capacidad de absorber minerales

* BENITEZ, M.F. 1983. Director de Parques Nacionales, Centro Nacional de Recursos Naturales Renovalbes. Ministerio de Agricultura, San Salvador.

- f) Largos períodos de crecimiento y cosecha
- g) No tóxicas para el hombre y animales
- h) Capaces de procesar
- i) Tener pocas pestes

En forma más específica Hilmmann & Culley Jr. (1978), sostienen que el uso de las Lemnaceae para el fin antes mencionado depende de las características propias siguientes:

- a) Su habitual crecimiento vegetativo, por ejemplo señalan que en las frondas de las Lemnas hay dos meristemas.
- b) Las frondas no permanecen unidas indefinidamente formando una estructura grande y compleja, sino que las diferentes unidades individuales crecen en forma exponencial.
- c) Carecen de tejidos resistentes o voluminosos, por lo tanto no consumen energía en el mantenimiento de biomasa estructural.
- d) Tienen una alta tasa de crecimiento, generalmente dos veces más alta que cualquier otra planta superior.
- e) Las Lemnaceae se encuentran en todos los ambientes excepto en desiertos y tundra.

De acuerdo a Sutton & Ornes (1977) *Lemna minor* L. duplica el número de frondas cada cuatro días en condiciones controladas. Además, afirman que una mezcla de *Lemna minor* L. y *Lemna gibba* L. en lagunas de sedimentación tiene una capa

cidad de absorción de fósforo que va desde 0.7 a 4.0 gr/m²/día, durante un período de crecimiento de ocho semanas de cultivo. Esto da un estimado anual de 240-1460 gr/m² de crecimiento y una conclusión de que el crecimiento de estas plantas está siempre íntimamente ligado a la concentración de fósforo del medio de cultivo.

Por otro lado, los mismos autores antes mencionados trabajando con *Spiròdela polyrrhiza* obtuvieron una cosecha máxima de 13.5 gr/m² de plantas durante la séptima semana del período de cultivo (doce semanas) suponiendo que la decadencia gradual experimentada después de la séptima semana se debió a falta de fertilización. En cuanto al contenido de proteína cruda, obtuvieron un promedio de 25.60% durante las doce semanas de cosecha, siendo durante la segunda semana que se obtuvo el máximo porcentaje de 35.05%.

Reddy *et al* (1983) afirman que *Lemna minor* L. crece en medios de cultivos enriquecidos con nutrientes a una tasa que va de 5 a 8 gr/m²/día y *Spiròdela polyrrhiza* L. en los mismos medios lo hace de 2 a 5 gr/m²/día en base a peso seco.

Ellos obtuvieron cosechas de biomasa de 3.7 gr/m²/día en medio de cultivos ricos en nutrientes y 1.4 gr/m²/día en cultivos naturales para *Lemna minor* en base a peso seco. Para *Spiròdela polyrrhiza* lo obtenido fue de 3.4 gr/m²/día en

cultivos enriquecidos y 2.4 gr/m²/día en cultivos naturales.

Siempre trabajando en base a peso seco los mismos autores encontraron que la concentración de fósforo en los tejidos de las plantas estaba significativamente correlacionado con la concentración del mismo elemento en el medio de cultivo, lo mismo sostiene Luond, (1980) en trabajos similares.

Culley Jr. & Epps, (1973) afirman que obtuvieron 15 gr de *Lemna minor* en un período de seis semanas utilizando una siembra inicial de 0.01 gr de plantas. Extrapolando los resultados anteriores con una siembra de 9 kg/ha, obtendría una cosecha de 5,540 kg. Utilizando tanques sépticos de desecho y la planta *Spirodela* sp, los resultados fueron de una cosecha de 15.680 kg/mes/ha. Estos experimentos se realizaron en otoño e invierno.

Sobre la composición química de la *Spirodela* sp Culley Jr. & Epps (1973) reportan datos para la *Spirodela* sp tratadas y para tanques sépticos cultivados con *Spirodela* sp con aguas no tratadas. Para las primeras reportan 28.5% de proteína cruda y 29.5% para la segunda clase de plantas, siempre base peso seco. Sobre el secado de la planta, ellos consideran que el mejor método es secarla al sol. Como parte colateral de su estudio, los autores antes mencionados también observaron que el cultivo de estas plan-

tas disminuyen significativamente la concentración de oxígeno en los estanques de cultivo, la cual prácticamente imposibilita el cultivo de peces.

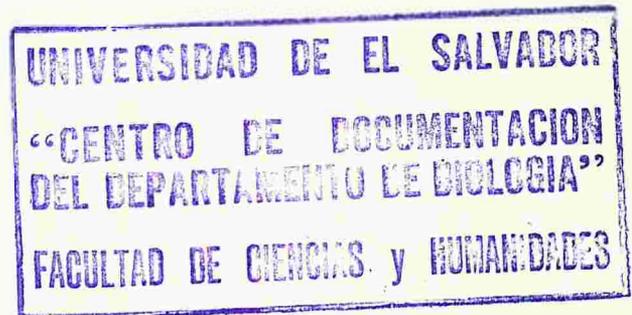
Russoff *et al* (1977) afirma que las Lemnaceae se han estado cultivando en lagunas de desecho para estudiar su potencial en la remoción de contaminantes. Ellos han observado que estas plantas cultivadas en lagunas con aguas de desecho, doblan su peso en tres días si las condiciones son óptimas. Mezclas de *Spirodela polyrhiza* y *Spirodela oligorrhiza* cultivadas en las lagunas antes mencionadas han producido de 35 a 40% de proteína (base fresca), y han mostrado una digestibilidad de 81% *in vitro*.

En cuanto a palatabilidad en ganado, Russoff *et al* (1977) sustentan que han usado estas plantas hasta en un 75% del forraje para ganado, sin observar ningún efecto adverso.

De acuerdo con Russoff *et al* (1978) una mezcla de *Spirodela Polyrhiza*, *Spirodela oligorrhiza*, *Wolffia columbiana* y *Lemna gibba* G3, cosechadas de Lagunas con aguas de desecho de un establo ganadero y utilizadas como forraje para un grupo de vaquillas Holstein, después de 28 días obtuvieron una ganancia promedio en peso de 0.9 kilogramos por día, mientras que el otro grupo alimentado con pasto fresco

obtuvo una ganancia promedio de 0.45 kilogramos por día.

El análisis bromatológico de la mezcla de Lemnaceae utilizada en el experimento anterior contenía un 30.8% de proteína cruda (Rossoff *et al*, 1978).



MATERIALES Y METODOS

PRECULTIVOS

Inicialmente se trabajó efectuando pre-ensayos o pre-cultivos de Lemnaceae, para ello se utilizó particularmente las especies de *Lemna aequinoctialis* y *Spirodela punctata*. El objetivo de esto fue conocer la adaptabilidad de las plantas al cultivo y la cantidad de proteína presente en ellas.

El primer pre-ensayo se realizó en la Hacienda Atapascuito, Municipio de Quezaltepeque, La Libertad (fig. N° 3). Utilizando para ello depósitos o recipientes de metal que tenían una superficie de un metro de diámetro y una base de forma cóncava o semiesférica.

Se utilizaron 3 tratamientos de fertilización orgánicas agregando 2.30 kgs; 0.92 kgrs; 0.46 kgrs, (Anexo N° 2). Se hizo una siembra de 230 grs de plantas y después de 4 u 8 días según el crecimiento de la planta se cosecharon y se obtuvo su análisis de proteína, en el cual se obtuvo una variación en base a peso seco del 26.58% al 17.83% de proteína, el mejor porcentaje de proteína fue dado por un tratamiento de 920 grs de fertilización.

Se analizó una muestra del lugar donde se extrajeron las semillas, el cual era un pequeño reservorio, cuyo fondo

era un estercolero (lugar donde se acumulan excretas del ganado), tal muestra dió un resultado de 27.36% de proteína.

Para el segundo pre-ensayo realizado en San Salvador, se utilizó dos canaletas de asbesto cemento, dividida cada una con láminas del mismo material, en tres pequeños estanques rectangulares de 0.59 m² (anexo 3).

Se probaron varias tazas de fertilizante orgánico (excremento de ganado), además de un tratamiento de fertilizante químico NPK (20-20-0) (Anexo N^o 4).

En las canaletas de asbesto cemento solamente se obtuvieron resultados favorables para *Spirodela punctata*, manifestando un crecimiento vegetativo muy desarrollado, resistiendo las diferentes tazas de fertilizante orgánico, tanto en época seca como en época lluviosa (Fig. N^o 5).

El tratamiento óptimo y seleccionado en este ensayo fue el de la canaleta N^o 3, con 1840 grs de fertilizante orgánico que produjo un promedio de 187.62 grs/cosecha (316.9 grs/m²/cosecha) de biomasa peso fresco (Anexo N^o 4).

Los resultados de los precultivos antes mencionados dieron la base para seleccionar la especie de *Spirodela punctata* y poder continuar con la experiencia llevandolo al ensayo definitivo realizado en los estanques de arcilla.

ENSAYO DEFINITIVO

Para la experiencia definitiva, se construyeron siete estanques de arcilla, ubicados en la Hacienda Atapasquito, municipio de Quezaltepeque, con una temperatura media anual más o menos de 23.8°C y una temperatura máxima de más o menos de 32.°C y 17.5°C como mínimo (Fig. N° 3).

La precipitación pluvial de la zona es de 1928 mm (Servicio Meteorológico Nacional, 1983).

El área de los estanques utilizados fue de 25 m², con una profundidad de 1 m. fueron cavados con palas y sus paredes de división revestidas de cemento, el fondo era de arcilla, para su llenado y mantenimiento del nivel de agua se utilizaron tuberías de metal y de plástico. El estanque patrón tenía una mayor dimensión y además era dividido por una cañería de cemento que permitió dividir el mismo estanque en patrón uno y patrón dos (Fig. N° 4).

En estas unidades se realizó la experiencia en dos fases. Fase A y Fase B.

FASE A

El objetivo principal fue determinar las condiciones

de fertilización más adecuadas para obtener la mayor biomasa posible y/o el más alto porcentaje (%) de proteína, utilizando para ellos estanques de un tamaño cuyos resultados pueden ser representativos o comparables a estanques de sedimentación o tratamiento de agua.

FERTILIZACION Y SIEMBRA

Cada estanque se sembró con 400 grs de *Spirodela punctata* proveniente de un nacimiento llamado "Berral", lugar situado a unos doscientos metros de las unidades experimentales.

Los estanques se fertilizaron semanalmente con estiércol fresco de ganado vacuno estabulado Holstein. El estiércol, despues de ser pesado fue aplicado al estanque.

El tratamiento de fertilización fue el siguiente:

Estanque N^o 1 con 2,300 grs/semana
Estanque N^o 2 con 2,700 grs/semana
Estanque N^o 3 con 3,680 grs/semana
Estanque N^o 4 con 4,600 grs/semana
Estanque N^o 5 con 3,200 grs/semana
Estanque N^o 6 con 4,140 grs/semana
Estanque N^o 7 (patrón).



METODO DE COSECHA DE LA FASE A

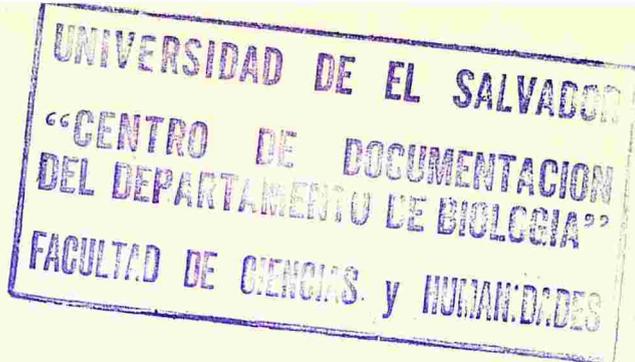
Cada ónce días, se extrajo la mitad de las plantas presentes en el estanque, para este período el estanque estaba completamente poblado. (Fig. N^o 6). Para la extracción de las plantas se utilizó un tamiz en forma de pala con mango largo.

Cada estanque se dividió en cuatro partes iguales, dos de ellas escogidas al azar fueron cosechados. A la muestra obtenida se determinó su peso fresco. Se anotó el desarrollo de la planta, coloración, adaptación de otros organismos invertebrados, cambios climáticos y niveles de agua.

SECADO DE LAS PLANTAS

Después de obtenida la muestra fresca, se procedió al secado de ella en láminas acanaladas de zinc, puestas al sol. El secado se completaba en un día al sol, determinándose el peso seco. Este proceso se repitió para los seis estanques.

De las muestras obtenidas de cada estanque se preparó una muestra homogénea de las cinco cosechas, de las cuales 2 kilogramos fueron llevadas al laboratorio para hacerles el análisis proximal de acuerdo a la marcha establecida por



AOAC.

En la fase A también se ensayó con *Lemna aequinoctialis* trabajando antes de seleccionar la *Spirodela punctata*, con ella también se utilizó los mismos estanques, y la misma fertilización, pero sus resultados al igual que en las canales, no fueron satisfactorios, ya que la planta se degeneraba con la fertilización, no se observó ningún crecimiento ni desarrollo, y al final moría; fue por estas razones que nuevamente se optó trabajar solo con *Spirodela punctata* con la cual si se obtenían buenos resultados.

FASE B

El objetivo fue determinar la influencia de la fertilización orgánica en fresco contra la fertilización orgánica en seco.

Para esto se utilizó como base el mejor tratamiento obtenido en la fase A. Siendo éste el estanque N° 5 fertilizado con 3,200 grs de fertilizante orgánico fresco/semana/m², obteniendose 14.92 kgs. de peso fresco /semana equivalente a 1.072 kgs en peso seco con un contenido proteico de 22.25% de proteína en base seca.

Previo a esta experiencia se procedió a secar todos

los estanques, se quitó una capa de 20 cms del fondo consistente en arcilla y sedimento, para evitar interferencias de fertilización utilizadas en la fase A, se agregó otra capa de revestimiento a base de cemento a las paredes de los estanques para tratar de evitar fugas o filtraciones.

Dos estanques se dividieron en 4 partes iguales cada uno, las divisiones fueron hechas con muros y ladrillos de cemento, cada estanque con un área de 6.5 mts^2 aproximadamente y de 1 metro de profundidad, se contó así con 2 unidades experimentales consistente cada uno de 3 réplicas y 1 patrón (Fig. N^o 7).

Una unidad recibió agua fertilizada en sus "réplicas" con materia orgánica seca y otra unidad recibió agua con materia orgánica fresca, para esto se contó también con 2 estanques reservorios uno fertilizado con materia orgánica fresca a razón de $3.200 \text{ grs/mts}^2/\text{semana}$ ($7 \text{ lbs/m}^2/\text{semana}$), y otro fertilizado con $598 \text{ grs/mts}^2/\text{semana}$ de excremento seco ($1.3 \text{ lbs/m}^2/\text{semana}$).

Estos estanques reservorios fueron usados para sedimentar y "digerir" la gran cantidad de carga orgánica aplicada a ellos; una vez la acumulación de fertilizante flotante en ellos se sedimentaban, se sacaron afluentes hacia los estanques pequeños o "réplicas". Los patrones se llenaron con

agua sin fertilización (Fig. N° 7).

En esta fase también se siguió observando y cosechando el estanque patron de la fase A la cual no se le dió ninguna fertilización; se incluyó debido a que produjo buenas cosechas. Aunque originalmente no se incluyó en el diseño de la fase B.

Adicionalmente los estanques reservorios se sembraron, se observó su comportamiento, sus datos de cosecha y análisis bromatológico.

SIEMBRA Y COSECHA DE LA FASE B.

La siembra de los estanques grandes o reservorios, se realizó con 400 grs. de *Spirodela punctata* y para los estanques pequeños o "réplicas" se utilizaron 50 grs de la planta.

La cosecha se hizo sacando la mitad de las plantas del estanque reservorio oscilando más o menos en 21.16 kgrs de la planta (46 libras) de cada estanque reservorio por semana, incluyendo el estanque patrón de la fase A.

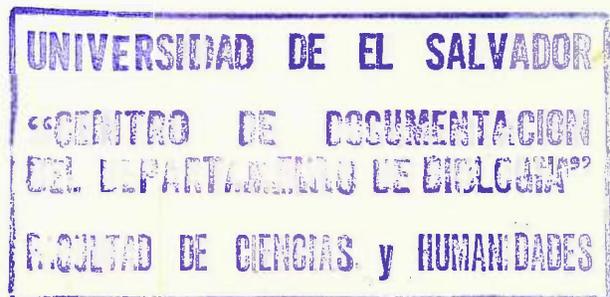
De la cosecha se separaron 1.84 kgrs (4 libras) de planta peso fresco, a los cuales se les hizo su respectivo análisis bromatológico; el remanente de la cosecha se utili

zó para alimentar ganado.

Se realizaron cinco cosechas de los estanques réplicas durante toda la experiencia, incluyendo el patrón de la fase A, tomando sus respectivos pesos frescos y pesos secos de cada muestra de los estanques mencionados y sus respectivos análisis químicos, para el análisis bromatológico de la fase B, se tomó una muestra de cada una de las 5 cosechas por cada estanque réplica y su patrón. Al terminar las cinco cosechas las 5 muestras por cada estanque se reunieron y se mezclaron, de la biomasa homogenizada obtenida se obtuvo 1 kg de plantas secas para hacer su análisis en el laboratorio.

Se analizó también una muestra de cada estanque reservorio en donde se diluyó el fertilizante orgánico fresco y seco.

Del estanque patrón de la fase A se recolectó una muestra posteriormente se le hizo su análisis bromatológico respectivo debido a que éste estanque seguía reproduciendo plantas.



RESULTADOS

ENSAYO DEFINITIVO

FASE A.

Se trabajó con la planta *Spirodela punctata* fertilizada con estiercol fresco.

Los resultados para esta fase se encuentran descritos en el cuadro N° 1; el contenido proteico, datos de humedad, calcio, materia seca, fibra, ceniza se encuentran en el cuadro N° 2. Cada cosecha se efectuó a los 11 días.

El estanque N° 6 fertilizado con 4,140 kgs/m²/semana obtuvo una cosecha promedio de 13.49 kgrs/m² equivalente a 539.6 grs/m²/cosecha (49.05 grs/m²/día) peso fresco y un peso seco promedio de 0.98 kgrs/cosecha (39.2 grs/m²/cosecha) (3.56 grs/m²/día); su contenido proteico fué de 20.07%.

El estanque N° 5 con 3,200 grs/m²/semana presentó un peso fresco promedio igual a 14.92 kgrs/cosecha es decir 596.8 grs/m² (54.22 grs/m²/día), en peso seco este promedio resultó en 1.072 kgrs/cosecha equivalente a 42.8 grs/m² (3.89 grs/m²/día) el contenido proteico fue de 22.25%.

Para este trabajo se han desechado los datos para el estanque N° 4 debido a que presentó un comportamiento irregular obteniéndose solo una cosecha al final del período, este estanque fue fertilizado con 4,600 grs/m²/semana y de sus muestras se obtuvo un contenido proteico de 27.20%.

En el estanque N^o 3 fertilizado con 3,680 grs/m²/semana de excremento fresco. El peso fresco promedio obtenido fue de 12.25 kgrs/cosecha (44.54 grs/m²/día) y un peso seco promedio de 1.06 kgrs/cosecha (42.4 grs/m²) es decir (3.85 grs/m²/día). (Cuadro N^o 1). Obteniendo 19.23% de proteína (Cuadro N^o 2).

El estanque N^o 2 fertilizado con 2,700 grs/m²/semana de excremento fresco obtuvo 1.04 kgrs/cosecha de peso fresco (3.78 grs/m²/día) y un peso seco de 0.08 kgrs/cosecha (3.2 grs/m²) ó 0.29 grs/m²/día. También obtuvo 20.86% de proteína (Cuadro N^o 2).

El estanque N^o 1 fertilizado con 2,300 grs/m²/semana de excremento fresco presentó un peso fresco igual a 1.1 kgrs/cosecha (4.grs/m²/día) y un peso seco de 0.087 kgrs/cosecha (3.48 grs/m²) cuadro N^o 1. La proteína alcanzada de este estanque fue de 16.12% (Cuadro N^o 2).

En el estanque patrón (7) dividido practicamente por la cañería que pasaba por él, (fig. N^o 4) dio los siguientes resultados (Cuadro N^o 1), patrón 7 (1) 6.83 kgrs/cosecha peso fresco equivalente a 0.537 kgrs/cosecha peso seco. Es decir 24.84 grs/m²/día peso fresco, y 1.95 grs/día peso seco.

El estanque patrón 7(2) dió una cosecha promedio de 0.83 kgrs/cosecha equivalente a 0.084 kgrs/cosecha peso seco. Es decir $3.02 \text{ grs/m}^2/\text{día}$ peso fresco y $0.30 \text{ grs/m}^2/\text{día}$ peso seco.

En el cuadro N° 2 se presentan los resultados Bromatológicos de la fase A. En relación a la humedad las muestras secadas al sol tuvieron valores que oscilarón del 12.06% en el estanque N° 1 al 10.34% en el estanque N° 5. Se presentan asimismo los valores de calcio, fósforo, cenizas, fibra, grasa y materia seca.

FASE B

Tal como se describió en la sección de Metodología para el diseño de esta fase, se tomó como base los resultados obtenidos en el estanque N° 5; en este se utilizó una tasa de fertilización de $3,200 \text{ grs/m}^2/\text{semana}$, su cosecha promedio en peso fresco fue de 14.92 kgrs/cosecha equivalente a 1.072 kgrs/peso seco; es decir se obtuvo $596.8 \text{ grs/m}^2/\text{cosecha}$, $54.22 \text{ grs/m}^2/\text{día}$ peso fresco.

En esta fase se presentan los resultados obtenidos al fertilizar con estiércol fresco y estiércol seco, y estos datos comparados con los patrones respectivos que no fueron fertilizados.

La primera cosecha promedio efectuada a los 8 días des pues de sembrados dió los siguientes resultados:

Los 3 estanques réplicas fertilizados con estiércol fresco no presentaron cantidad suficiente para ser cosechadas.

Los estanques fertilizados con estiércol seco dieron una cosecha promedio de 1,502 grs peso fresco equivalentes a 114.26 grs peso seco; los patrones de estas réplicas no tuvieron crecimiento para ser cosechados.

La segunda cosecha obtenida a los 11 días despues de realizada la primera cosecha y se obtuvieron los siguientes resultado:

Los estanques réplicas fertilizados con estiércol fresco dieron una cosecha promedio de 1073,3 grs peso fresco (210.9 grs peso seco); el patrón para este tratamiento dió 690 grs peso fresco (93 grs peso seco).

Las réplicas fertilizados con estiércol seco, produjeron 1,456 grs peso fresco (124 grs peso seco; su patrón rin dió 920 grs peso fresco (88.6 grs peso seco).

Para la tercera cosecha realizada 23 días despues, el tratamiento de estiércol fresco dió 506.1 grs peso fresco.

(45.83 grs peso seco). El tratamiento con estiercol seco rindió 1,073 grs peso fresco (100.83 grs peso seco). El patrón para cada tratamiento no tenían suficiente biomasa para cosecharlos.

La cuarta cosecha realizada 13 días después de la 3a. cosecha, para el estiercol fresco rindió 536.6 grs peso fresco (59 grs peso seco). Para el tratamiento con estiercol seco rindió 1,073 grs peso fresco (91.66 grs peso seco).

Los patrones no desarrollaron suficiente crecimiento para cosecharlos.

La última cosecha de esta fase 7 días después de la 4a. cosecha, arrojó los siguientes resultados: Las réplicas con estiercol fresco dieron 981.3 grs peso fresco (71.33 grs peso seco), su patrón no dió cosecha. El tratamiento con estiercol seco dió 1,334 grs peso fresco (123 grs peso seco), su patrón produjo 874 grs peso fresco (96.0 grs peso seco). Todos estos resultados se encuentran descritos en el cuadro N° 3.

En el cuadro N° 4 se presentan los resultados del análisis bromatológico obtenido de las muestras homogenizadas, resultantes de las 5 cosechas de cada estanque, se observa que para las réplicas tratadas con estiercol seco el contenido proteico osciló entre 13.61% y 16.24%, siendo el de ma

por contenido el estanque N^o 2, seguido del estanque N^o 1 con 15,78% y el de menor contenido fue el estanque N^o 3 con 13,61%. El estanque patrón para este tratamiento dió un 14,55%.

Para el tratamiento con estiercol fresco las muestras homogenizadas para el estanque N^o 1, dió un resultado de 14,55% proteína. Y los estanques N^o 2 y N^o 3 dieron 13,83% y 13,81% respectivamente. Su patrón resultó en 9,67% se presentan además en el cuadro N^o 4, los resultados de grasas, cenizas, fibra y carbohidratos.

Los estanques reservorios en donde se aplicó directamente el estiercol seco y fresco dieron una concentración proteica de 17,47% y 17,24% respectivamente.

La muestra obtenida en el estanque patrón de la fase A, presentó un contenido proteico de 22,82%.

ANALISIS ESTADISTICO

En los tratamientos para probar el efecto del estiercol fresco y seco se utilizó un diseño de bloques al azar y los resultados se sometieron a análisis de varianza y se aceptó la Hipótesis de que no hay diferencia entre los efectos del fertilizante fresco y seco (Litte, & Hill, 1976;

Mille & Freund, 1980).

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
"CENTRO DE DOCUMENTACION
DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA"
FACULTAD DE CIENCIAS y HUMANIDADES

DISCUSION



FASE A

En base a estudios de precultivos los cuales se encuentran descritos en anexos, se determinó usar de esta fase en adelante la especie de *Spirodela punctata*, debido a dos factores:

- 1^a. Esta especie ha sido reportada por primera vez para el País, en este reporte. (anexo N^o 7). En el mismo caso está *Lemna aequinoctialis*, sin embargo *S. punctata* respondió bien al manipuleo y tratamiento, tanto en época seca, como en época lluviosa.
- 2^a. En el transcurso del trabajo, se observó que *Lemna aequinoctialis*, no se adaptó a nuestros sistemas de cultivos, presentó un crecimiento muy pobre en época seca y en los ambientes naturales cercanos al sitio de estos experimentos se observó que la proliferación de esta especie fue mayor durante la época lluviosa.

En el ensayo definitivo se observó y se comprobó que el estanque N^o 5 dió la mejor producción con 54.22 grs/m²/día peso fresco (3.89 grs/m²/día peso seco) tal tratamiento fue fertilizado con 3.200 grs/m²/semana. El contenido proteico fue de 22.25%, estos resultados concuerdan aproximadamente con los resultados reporta-

dos por varios autores.

Reddy, et al (1983) utilizando *S. polyrrhiza* L. en cultivos enriquecidos obtuvo 3.4 grs/m²/día en peso seco y 2.4 grs/m²/día en cultivos naturales. Culley, D.D Jr & Epps (1973) utilizando tanques sépticos y la planta *Spirodela sp* obtuvo 52.27 grs/m²/día peso fresco (15.680 kgrs/mes/ha), en cultivos realizados en Otoño e invierno.

Zaki, et al (1979). Reporta que Myers publicó en 1977 una producción anual en peso seco de 7.85 toneladas/ acre lo que es igual a 17,597.34 kgrs/ha, lo que significa una producción de 4.82 grs/m²/día.

El mismo autor utilizando *Spirodela polyrrhiza* obtuvo un máximo de cosecha de 14.5 grs/m²/día peso seco, utilizando unidades experimentales de 60 litros, con plantas cosechadas cada seis días, durante tres semanas usando estiércol fresco. La tasa de siembra inicial de 505 grs/m², con cosechas diarias del exceso de biomasa o sea 33% de la población total, sin embargo al utilizar tasas de siembra menores y cosechar el 50% de la biomasa presente cada semana en los estanques, obtuvo una productividad promedio anual en peso seco 1.76 kgrs/m² equivalente a 4.82 grs/m²/día y

una productividad máxima de 2.2 kgrs/m²/año. (6.03 grs/m²/día) cosecha semanal.

Sutton, D.L & H. Ornes. (1977), reportan para *S. polyrriza*, una productividad promedio de 1.2 grs/m²/día peso seco y una máxima de 1.9 grs/m²/día durante un período de crecimiento de 12 semanas, utilizando tanques de concreto.

Los resultados del estanque N° 5 de 54.22 grs/m²/día peso fresco y 3.89 grs/m²/día peso seco, son comparables con los obtenidos por Reddy et al (1983; Culley, D.D. Jr & Epps (1973); Zaki, et al (1979) y con los de National Academy of Science, (1976). Cuando utilizaron un diseño similar a esta investigación. Sin embargo Zaki, et al (1979) logró aumentar la productividad utilizando una técnica más intensiva de siembra, cosecha y fertilización. Sutton & H. Ornes (1977). Obtuvo menores valores a los de este trabajo.

En el estanque N° 4, la fertilización fue mayor que en todos los estanques, posiblemente no era una cantidad adecuada o estaba arriba de lo normal porque sus resultados no fueron satisfactorios, la planta probablemente no soportaba esa cantidad de 4.600 grs/m²/semana de fertilizante orgánico y la planta moría, en este estanque hubo una mezcla de una alga filamentosa que no fue identificada, que apareció después que murió la *S. punctata*.

En concordancia con esto, Culley & Epps, (1973), sostienen que estas plantas, Lemnaceae no son capacitadas para remover grandes cantidades de material de desecho y que pueden estar asociados con algas verde azules tóxicas en las lagunas de sedimentación, las cuales pueden establecerse en el sistema después de las cosechas, y además pueden pasar a la comida de los animales si en el procesado no se remueven o se destruyen.

Los mismos autores también sostienen que en lagos de gran tamaño cubiertos de lentejas de aguas (Lemnaceae) usualmente sus orillas están llenas de árboles que efectivamente altera los patrones de protección contra el viento, lo cual no es recomendable, las áreas deben de tener sólo bordas inclinadas o pequeñas plantas para poner barreras contra viento, lo que ayuda al crecimiento de la planta sobre la superficie del agua. Una de estas razones pudo haberse dado en esta experiencia, ya que nuestro campo experimental tenía en su alrededor construcciones y árboles aledaños.

El estanque patrón 7(1) dió cosechas mayores a los estanques N^o 1 y N^o 2, debido a que tenía filtraciones del resto de las estanques especialmente del estanque N^o 6 que estaba contiguo a él, en cambio el estanque patrón 7(2) tuvo la menor cosecha debido probablemente a que la tubería de con-

creto que dividía al estanque patrón N° 7, evitó la influencia que afectaba al estanque patrón N° 7(1).

En cuanto a los contenidos proteicos, el estanque N° 5 presentó el mayor, con 22.25%, con lo que se confirmó que en relación a biomasa y contenido proteico este tratamiento fue el mejor (cuadro N° 1 y cuadro N° 2).

El estanque N° 4 el cual fue descartado presentó la más alta concentración de 27.20% sin embargo como se manifestó anteriormente tal estanque fue descartado porque generó un fuerte desarrollo de algas filamentosas, las muestras para análisis fueron probablemente interferidas por el contenido de proteína de las algas, las cuales iban presentes en la muestra analizada.

En los estanques N° 1, 2, 3 y N° 6 el contenido proteico varió de un mínimo de 16.12% a 20.07%.

El estanque patrón N° 7(1) se aprecia que dió 19.03% y el patrón N° 7(2) dió el menor contenido de todos los estanques 15.93%.

Culley, et al (1981). Reporta que *Spirodela punctata* cultivadas en aguas pobres en nutrientes presentó una concentración proteica de 10.6% y en aguas ricas en nutrientes alcanzó un 36.8%.

Culley, D. Jr. & E. Epps (1973), trabajando con *Spirodela* sp. reportan datos para aguas de desecho tratadas y para tanques sépticos con aguas no tratadas, obteniendo para las primeras 28.5% de proteínas y para la segunda clase de agua 29.5% de proteínas con base a peso seco.

Sutton & H. Ornes (1977), obtuvo en una mezcla de *Lemna minor* y *Lemna gibba* un promedio de 25.60% de proteína y realizado en un período de doce semanas, pero durante la segunda semana obtuvo un máximo de 35.05%. Russoff, L.L. & et al (1977) cultivó una mezcla de *Spirodela polyrrhiza* y *Spirodela oligorrhiza* cultivadas en lagunas de desecho, las cuales produjeron hasta un 35.40% de proteína base fresca. Russoff, & et al. (1978) demostró que una mezcla de *Spirodela polyrrhiza*, *Spirodela oligorrhiza*, *Wolffia columbiana* y *Lemna gibba* pueden alcanzar hasta un promedio de 30.8% de proteína. Zaki & et al. (1979) utilizando *Spirodela polyrrhiza* obtuvo un contenido de 38.2% de proteína en sus cultivos.

El contenido proteico de todos los estanques en esta experiencia caen dentro de los límites reportados por Culley et al (1981) de 10.6% - 36.8%, sin embargo el mejor tratamiento del estanque N° 5 con un contenido proteico de 22.25% queda abajo del máximo reportado, pero se acerca a los valores presentados por Culley & Epps (1973) para *Spirodela* sp

de 28,5% y 29.5%.

Los contenidos proteicos reportados por: Sutton, H. Ornes (1977); Russoff, L.L. et al. (1977); Russoff, L.L et al. (1978); y Zaki, M. & et al. *1979), arriba del 30% se deben a la utilización de mezclas de varias plantas, en otro caso se trabajó sólo con *Spirodela polyrrhiza*; en este caso sólo se ha utilizado una especie, la *Spirodela punctata*, especie que no ha sido experimentada por los autores antes mencionados.

Culley, D. Jr. EE. Epps (1973), reporta que en estado natural de *Spirodela* sp. presentaba concentraciones de proteína que van de 7.4 a 23.3%, encontradas en lugares diferentes. Culley, D. Jr. & E. Epps (1973) sostienen que cálculos teóricos muestran ahora que la hierba de patos o lentejas de agua, como se ha llamado a las Lemnaceae tiene un gran potencial para remover grandes cantidades de minerales, especialmente fósforo y otros metales como nitrógeno, potasio, magnesio y otros. Sutton, D. & H. Hornes (1977) sostienen que el crecimiento de las Lemnaceae está siempre ligado a la concentración de fósforo de las aguas de desecho; Reddy, & et al. (1983), Sutton D. & Bowes (1983), sostienen que el crecimiento de las plantas en medios de cultivos enriquecidos de nutrientes, la concentración del fósforo de los tejidos de la planta está correlacionada con la concentración

del fósforo del medio de cultivo. Esto no fué comprobado en esta experiencia, no se hicieron las medidas de la concentración del fósforo en los medios de cultivos, aunque la concentración del fósforo en las plantas se observa ligeramente mayor en los estanques que tienen una mayor fertilización (Cuadro N^o 2).

En la fase A, la concentración de proteína de *Spirodela punctata* fue de 22.25%, pero este cultivo se consideró 100% puro, es decir sin ninguna mezcla a excepción del estanque N^o 4, (anexo N^o 4), el cual es comparable con el (anexo N^o 5) de la composición química de mezclas secas de plantas acuáticas tomadas de lagos, de arroyos en Louisiana y Arkansas.

Culley, D. Jr. & (1973), señalan que no usaron cultivos puros, y que los datos de proteína son dados por una mezcla de varias plantas; sin embargo, en esta investigación se puede observar que *Spirodela punctata* con 22.25% de proteína está arriba de una mezcla de *Wolffia* sp. con 21.5% de proteína y una mezcla de *Ricciocarpus natans* con 10.6%, pero *Spirodela punctata* posee menos porcentaje de proteína que una mezcla de *Lemna* sp. y *Wolffia* sp. con 25.9% de proteína (anexo 5). La grasa, la fibra y la humedad (cuadro N^o 2), se mantuvo en los mismos niveles en todos los estanques, y es comparable con los datos de todos los autores ya citados, lo mismo fue para materia seca y el resto de los minerales.

El valor nutritivo de varias cosechas agroindustriales o agrícolas (anexo 6), según Cully, & Epps (1973) muestra los valores nutricionales de los principales alimentos para ganado y aves utilizados comúnmente en casi todo el mundo. Si se compara el porcentaje de proteína de la *Spirodela punctata* cosechada en la presente investigación (cuadro N° 2) el estanque N° 5 produjo 22.25%, valor que es superior a lo que se encuentra en alfalfa (20.0%), zacate bermuda (14%), avena (12%), maicillo Milo (9,0%) y maíz amarillo (8,8%). Esto indica que esta Lemnaceae tiene excelentes condiciones para ser complemento en los concentrados que se preparan para alimento de ganado y aves en el país.

Con base a los datos más productivos y con un mejor crecimiento en biomasa de la *Spirodela punctata* y específicamente del estanque N° 5 y N° 6 (cuadro N° 1) y (cuadro N° 2) respectivamente de la fase A, se realizó la fase B.

FASE B

Se montó ésta con el objetivo de observar si había diferencia de crecimiento de la planta al utilizar fertilizante fresco y fertilizante seco, así como también utilizando un proceso de dilución y fermentación del abono orgánico antes de ser aplicado al medio de cultivo; se mostró un ligero au-

mento en los estanques fertilizados con estiércol seco en las cinco cosechas, durante un tiempo de doce semanas (cuadro N° 3), obteniendo su máxima biomasa en la segunda cosecha con $\bar{X} = 1,456$ gramos en peso fresco ($20.36 \text{ grs/m}^2/\text{día}$), las demás cosechas fueron disminuyendo.

Para los estanques fertilizados con estiércol fresco, también se observó la mejor biomasa, en la segunda cosecha mostrando $\bar{X} = 1,073.0$ gramos en peso fresco ($15.6 \text{ gr/m}^2/\text{día}$) y $\bar{X} = 210.9$ gramos en peso seco ($3.07 \text{ grs/m}^2/\text{día}$), las demás cosechas también fueron irregulares.

Los mismo sucedió en el análisis químico, alcanzando un mayor porcentaje de proteína para los estanques fertilizados con estiércol seco, siendo el máximo igual a 16.24% obtenido en el estanque N° 2, los demás estanques fueron ligeramente menores.

En los estanques fertilizados con estiércol fresco, el mayor porcentaje de proteína alcanzó 14.55% dado para el estanque N° 2, los otros estanques mostraron un menor porcentaje (cuadro N° 4).

Todos los datos presentados en esta fase tanto en cosechas peso fresco, pero seco y contenido proteico son menores

que los obtenidos en el estanque N° 5 de la fase A, por lo que la variación en sistema de cultivos de esta fase, en el cual el fertilizante se aplicó a estanques reservorios de donde se obtuvo el agua así fertilizada y utilizada en los estanques de cultivos replicados no mostró una ventaja tanto en producción como en contenido proteico, sobre el sistema de aplicar directamente el excremento a los estanques de cultivos como se utilizó en la fase A.

Para conocer el efecto entre el uso del excremento fresco y seco se efectuó un análisis de varianza en la que se utilizó tal tipo de excretas usando el nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ se obtuvo que ambos tratamientos no diferían significativamente. Además para los promedios de cosechas de las réplicas en la fase B (5 cosechas); 4 grados de libertad se procedió a efectuar la prueba de Duncan, tanto para el tratamiento con estiércol fresco como el seco, no se encontró diferencia significativa ($\alpha = 0.05$); por lo que se determina que el rendimiento de la planta, tanto las cosechas o las producciones no están influenciadas porque el excremento sea fresco o seco.

CONCLUSIONES

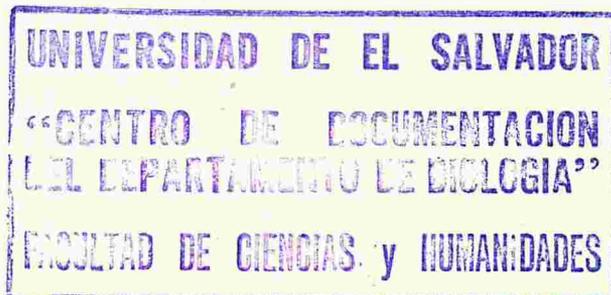
- En este trabajo se reportan por primera vez para el País la presencia de las especies de *Lemna aequinoctialis* y *Spirodela punctata*.
- *Spirodela punctata* respondió en mejor forma a las condiciones de cultivo en este trabajo.
- El mejor resultado en esta investigación fue obtenido con *Spirodela punctata* en el estanque fertilizado con 3,200 grs/m²/semana de excremento fresco de bovino el cual produjo 54.22 grs/m²/día peso fresco equivalente a 3.89 grs/m²/día peso seco, con un contenido proteico de 22.25%. Esta producción es comparable con varios autores que utilizarón similar sistema de cultivo, sin embargo Zaki et al (1979). Obtuvo mejores resultados utilizando *Spirodela polyrhiza* con un sistema más intensivo de fertilización, taza de siembra y cosecha.
- Se comprobó que utilizando agua fertilizada con excremento fresco o seco no se obtienen cosechas o contenidos proteicos, significativamente diferentes, usando (3,200 grs/m²/semana de estiercol fresco y 598 grs/m²/semana de estiercol seco).
- La especie *Lemna aequinoctialis* mostró variaciones en su población en sus lugares naturales de habitat de acuerdo a la época lluviosa o época seca, fue muy abundante en la

época lluviosa, sin embargo muy escasa en época seca.

- *Lemna* sp y *Spirodela* sp. en el primer precultivo llegó a alcanzar 26.58% de contenido proteico y en el lugar de colecta de la planta, un deposito natural de excretas de ganado, la planta tuvo un contenido proteico de 27.36% lo que hace posible que esta planta pueda cultivarse para obtener un mayor contenido proteico a nuestra experiencia.
- *Lemna aequinotialis* en época lluviosa no creció bien en nuestros sistemas de cultivo.
- Las producciones y el contenido proteico obtenidos en *Spirodela punctata* en este trabajo hacen posible el uso de esta planta como componente en la preparación de concentrados para ganados y aves.
- La facilidad de cultivo y manipulación de esta planta hacen posible que mediante la utilización del estiércol de ganado en lagunas de sedimentación o de tratamiento de agua, se puedan establecer cultivos de *Spirodela punctata* que permitan hacer un manejo integral de los recursos de la industria ganadera y reducir los niveles de contaminación por excretas de ganado.

RECOMENDACIONES

- Hacer un estudio sistemático actualizados para determinar las especies de Lemnaceas presentes en el País, determinando variaciones poblacionales de acuerdo a la época lluviosa o época seca y contenidos proteicos.
- Ensayar otras especies de Lemnaceas bajo condiciones de cultivos para determinar su máximo nivel de enriquecimiento proteico.
- Efectuar experiencias adicionales con *Spirodela punctata* con mayores tasas de fertilización, tasas de siembra y sistemas más intensivos de cosechas para incrementar la productividad y el contenido proteico.
- Investigar el ciclo de vida de *Spirodela punctata*.
- Probar la factibilidad y el efecto de utilizar *Spirodela punctata* como componente en concentrados o como forraje directo en ganado, aves, peces etc.



Cuadro N° 1. Cosecha promedio de *Spiriodela punctata* en estanques de arcilla, fertilizados con diferentes tazas de estiércol fresco de ganado vacuno. Fase A final.

Estanques de Arcilla	Fertilización semanal Grs/m ²	C O S E C H A S (cada 11 días)												\bar{X}	
		1a.		2a.		3a.		4a.		5a.		P.F. kgs.	P.S. kgs.		
		P.F. kgs.	P.S. kgs.	P.F. kgs.	P.S. kgs.	P.F. kgs.	P.S. kgs.	P.F. kgs.	P.S. kgs.	P.F. kgs.	P.S. kgs.				
1	2,300	2.0	0.195	1.7	0.014	1.8	0.23	0	0	0	0	0	0	1.1	0.087
2	2,700	2.0	0.195	0.5	0.023	2.7	0.23	0	0	0	0	0	0	1.04	0.08
3	3,680	4.3	0.379	12.4	0.92	11.9	1.15	19.78	1.61	12.88	1.28	12.25	1.06		
4	4,600	0	0	0	0	0	0	0	0	27.60	1.84	5.52 ^{1/}	0.36		
5	3,200	3.2	0.305	15.6	1.15	16.7	0.920	21.62	1.84	17.48	1.15	14.92	1.072		
6	4,140	6.4	0.513	17.4	1.38	12.4	1.24	21.16	1.07	10.12	0.69	13.49	0.98		
7(1)	Patrón	8.7	0.388	13.8	0.92	6.6	0.46	5.06	0.92	0	0	6.83	0.537		
7(2)	Patrón	0	0	2.3	0.23	0.69	0.0086	1.15	0.18	0	0	0.83	0.084		

Area de estanques 25 mt² c/u

1/ Se desechó este resultado, la siembra se realizó con 400 grs. de *Spiriodela punctata*.

Cuadro N° 2. Análisis bromatológico de *Spirodela punctata* cosechados de la Fase A.

Estanques	% Humedad	% Mat. seca	% Proteína	% Grasa	% Fibra	% Ceniza	% Calcio	% Fósforo
1	12.06	87.94	16.12	2.43	16.71	21.81	1.150	0.350
2	11.93	88.07	20.86	2.21	15.07	23.69	1.564	0.475
3	10.37	89.63	19.23	1.73	13.40	27.07	1.472	0.506
4	10.58	89.42	27.20	2.24	0	33.57	1.242	0.506
5	10.34	89.66	22.25	1.77	14.23	25.28	1.380	0.575
6	11.51	88.49	20.07	2.08	14.74	22.17	1.334	0.538
7-1 patrón	11.26	88.74	19.03	2.18	11.46	28.57	1.426	0.413
7.2 patrón	11.02	88.98	15.93	1.42	14.24	24.03	1.518	0.500

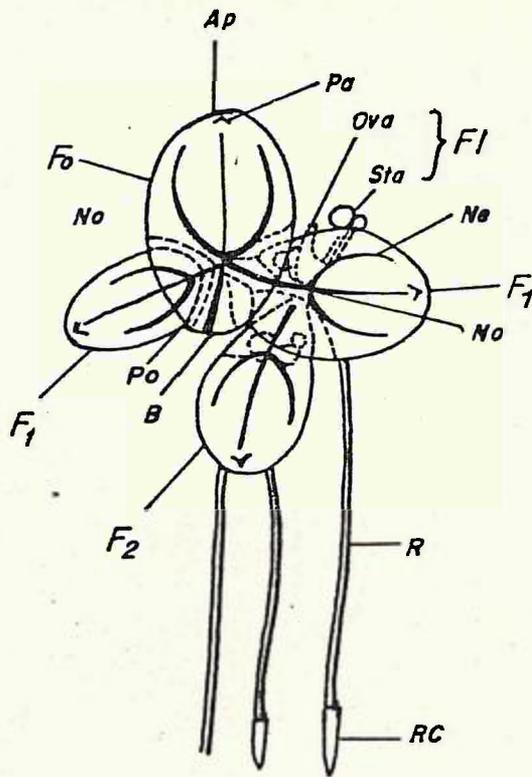
Cuadro N° 3. Cosechas finales (\bar{X}) de *Spinodela punctata* obtenidos en estanques fertilizados con estiércol fresco y seco de ganado vacuno. Fase B.

Cosechas	Con estiércol fresco		Con estiércol seco		Intervalo de cosecha (días)
	\bar{X} Peso fresco 3 réplicas (grs)	\bar{X} Peso seco 3 réplicas (grs)	\bar{X} Peso fresco 3 réplicas (grs)	\bar{X} Peso seco 3 réplicas (grs)	
1ª	0	0	1,502	114.26	8
Patrón	0	0	0	0	
2ª	1,073.0	210.9	1,456	124.0	11
Patrón	690.0	93.0	920	88.6	
3ª	506.1	45.83	1,073	100.83	23
Patrón	0	0	0	0	
4ª	536.6	59	1,073	91.66	13
Patrón	0	0	0	0	
5ª	981.3	71.33	1,334	123.0	7
Patrón	0	0	874	96.0	

Cuadro N° 4. Analisis bromatológico de una muestra homogénea de *Spizodola punctata* obtenida la muestra de todas las cosechas de la fase B.

Estanques	% Proteína	% Grasa	% Cenizas	% Fibra Cruda	% Carbohidratos	
1	15.78	0.53	27.68	18.63	37.38	Estiércol seco de ganado
2	16.24	1.12	20.03	19.88	42.73	
3	13.61	0.83	20.65	21.67	43.24	
4 Patrón	14.55	0.70	25.13	18.60	41.02	Estiércol fresco de ganado
1	14.55	1.12	22.33	20.06	41.91	
2	13.83	0.52	30.79	16.15	38.71	
3	13.81	0.84	27.14	15.20	43.01	Estiércol fresco de ganado
4 Patrón	9.67	1.28	24.13	13.78	51.14	
5 (seco)	17.47	1.11	16.26	23.74	41.62	
6 (fresco)	17.24	1.29	21.98	19.18	40.31	Reservorios *
Patrón	22.82	1.79	16.03	17.15	42.21	

* RESERVORIOS: Lugar de donde se obtenían las plantas y el nutriente para las réplicas



- | | |
|--|------------|
| F ₀ . FRONDA MADRE | B. BASE |
| F ₁ . FRONDA HIJA DE LA 1ª GENERACION | Ap. APICE |
| F ₂ . FRONDA HIJA DE LA 2ª GENERACION | Ne. NERVIO |
| F1. FLOR | Pa. PAPILA |
| Ova. OVARIÜ | Po. BOLSA |
| Sta. ESTAMBRES | RC. COFIA |
| R. RAIZ | |

Fig. N° 1. Estructura morfológica de *Lemna aequinoctialis*. (Landoit, 1980)

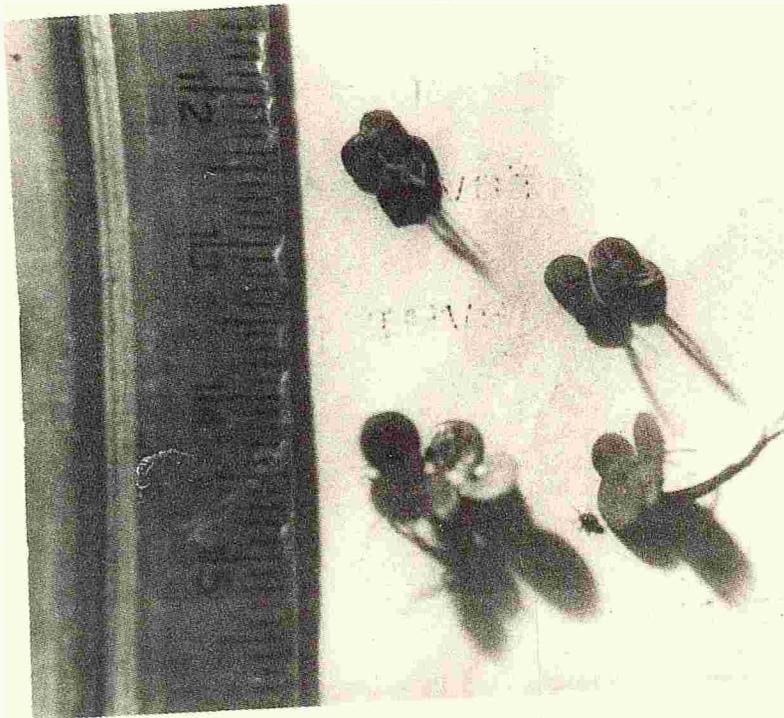


Fig. Nº 2. *Spirodela punctata*, utilizada en la presente investigación.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
"CENTRO DE DOCUMENTACION
DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA"
FACULTAD DE CIENCIAS y HUMANIDADES

14° 30'

14° 00'

13° 30'

13° 00'

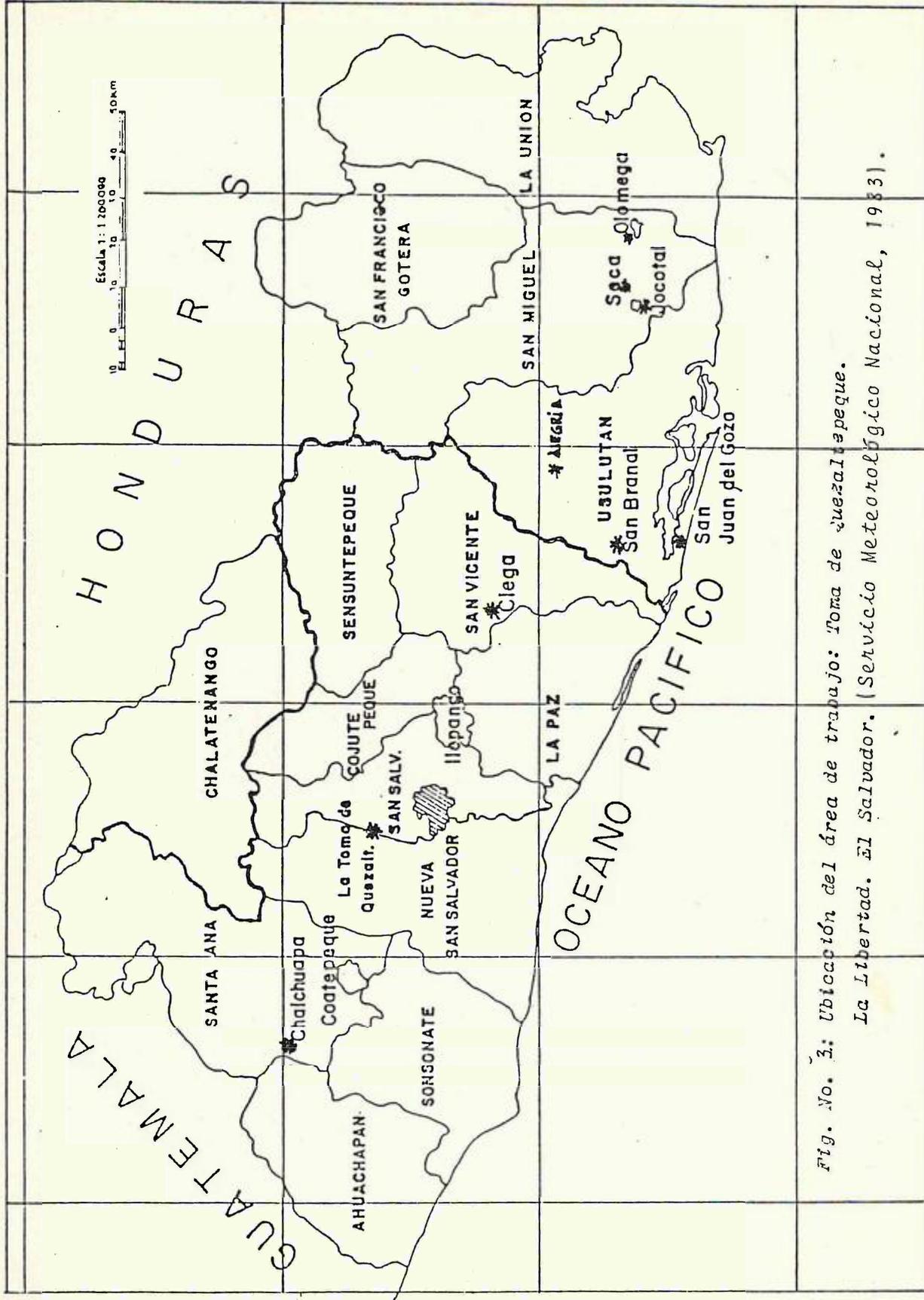


Fig. No. 3: Ubicación del área de trabajo: Toma de Quetzaltepeque.
La Libertad. El Salvador. (Servicio Meteorológico Nacional, 1983).

90° 00' 89° 30' 89° 00' 88° 30' 88° 00'

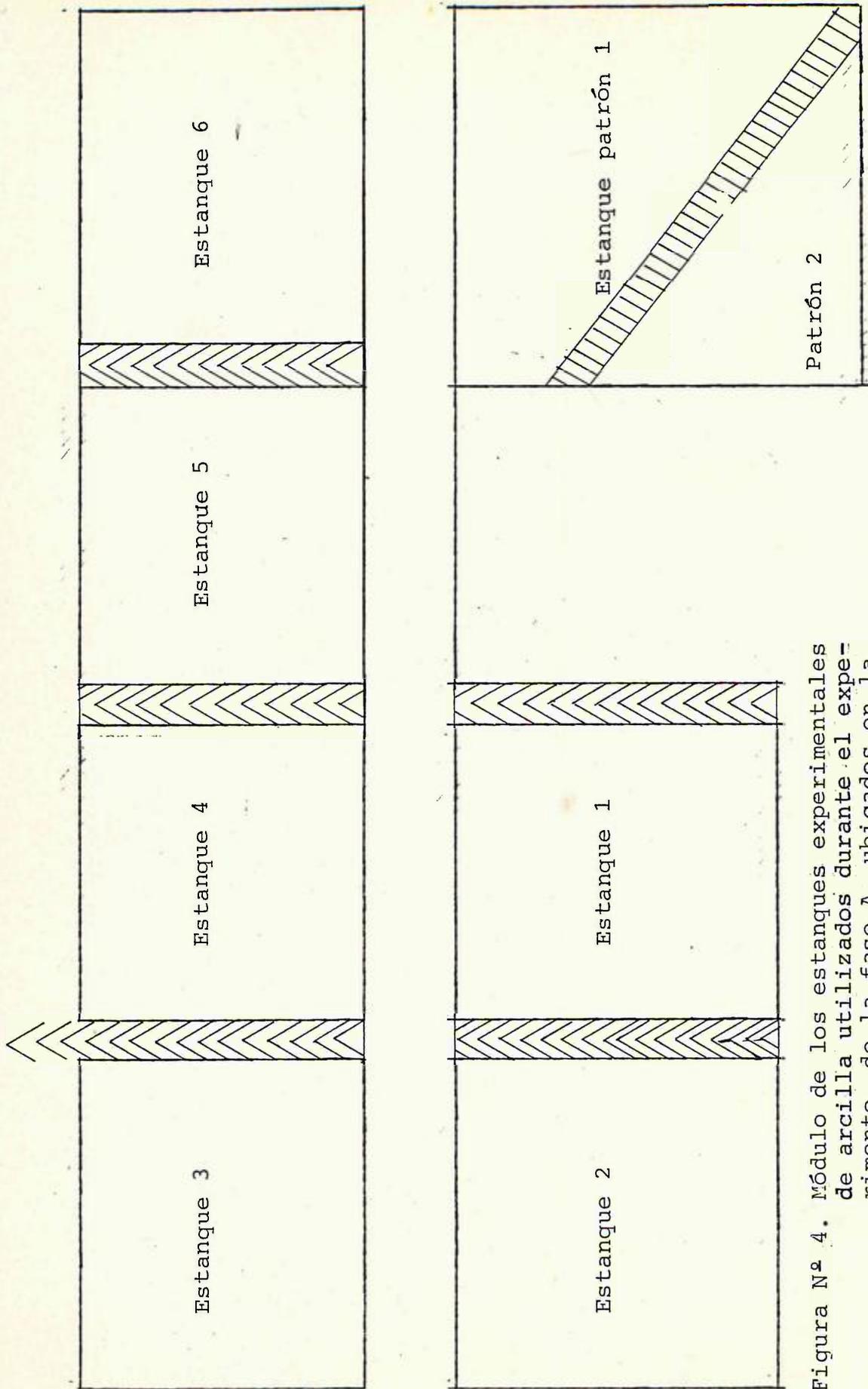


Figura N° 4. Módulo de los estanques experimentales de arcilla utilizados durante el experimento, de la fase A, ubicados en la Hacienda de Atapasquito, Quezaltepeque.

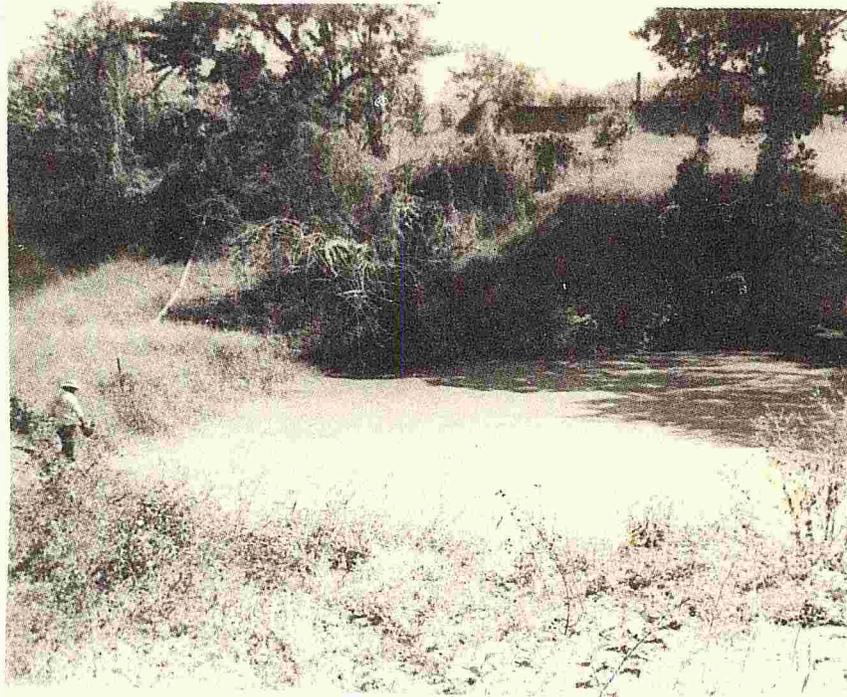


Figura N^o 5. Estanque poblado de *Spirodela punctata*, Quezaltepeque, La Libertad.

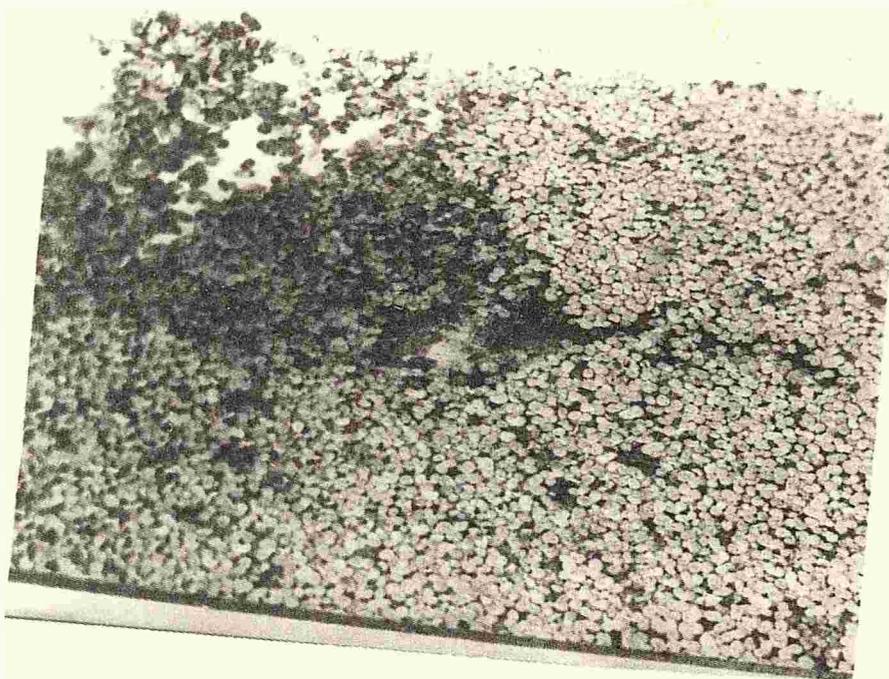


Fig. Nº 6. Población de *Spirodela punctata*
en estanques de arcilla almo-
mento de la cosecha.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
"CENTRO DE DOCUMENTACION
DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA"
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

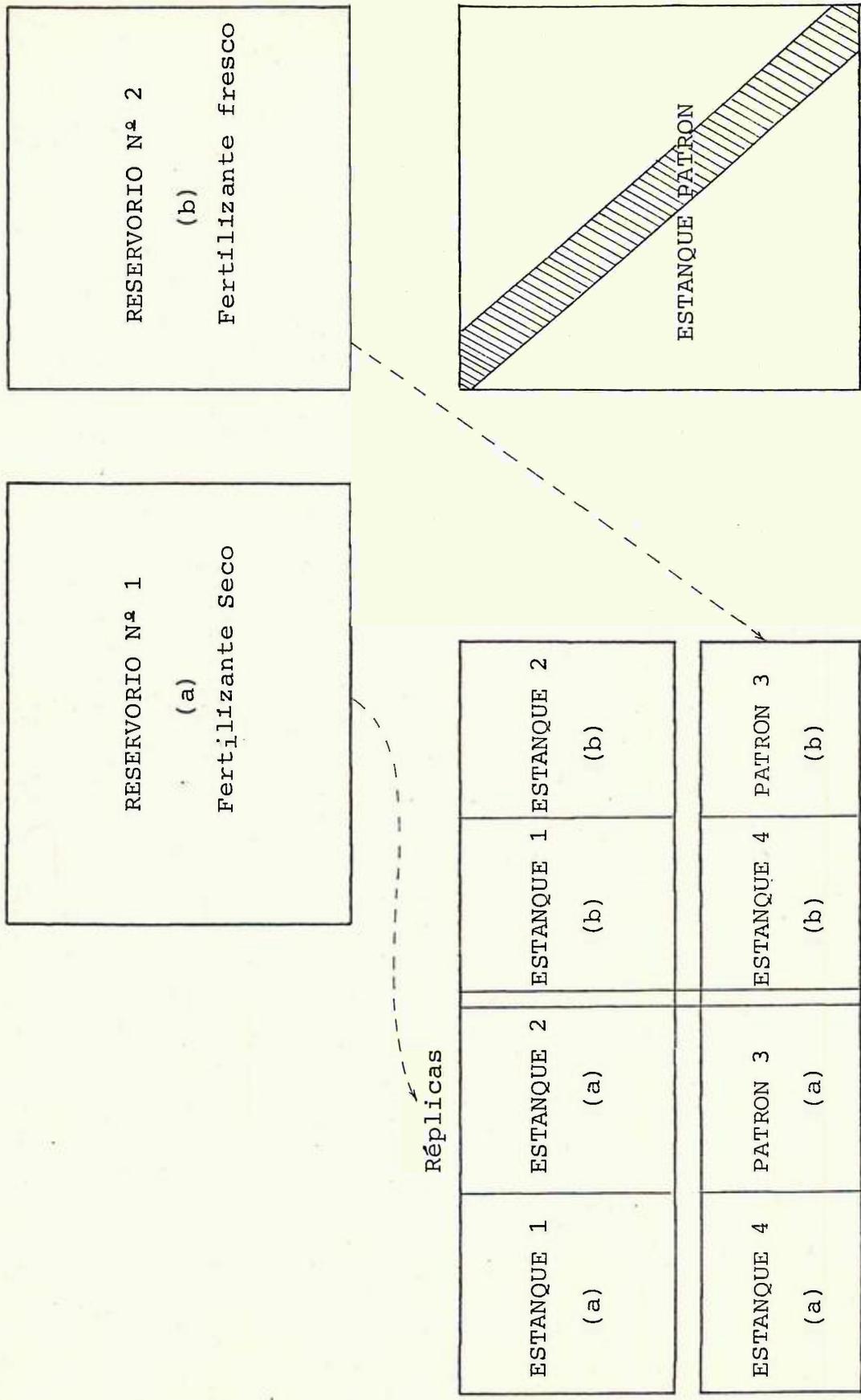


FIGURA N° 7. Diseño de los estanques utilizados en la fase B.

BIBLIOGRAFIA

- ARMITAGE, K.W. & N. FASECT, 1971. Aquatic plants of El Salvador. Arch. Hidrobiol. 69: 234-255 pp.
- BERNARDI, G. & G. DIANNT. 1971. Vegetación Acuática. Identificación y Métodos de Lucha. Ediciones Oidos-Tau, S.A. Barcelona, España. 173 pp.
- CULLEY, D.D. Jr. & E.A. EPPS. 1973. Use of duckweed for waste treatment and animal feed-journal water pollution control federation 45: 337-347 pp.
- CULLEY, D.D. Jr. E. Rejmanková, J. Kvet and J.B. Frye. 1981. Production, Chemical, quality and use of duckweeds (Lemnaceae) in acuaculture, waste management, and animal feeds o J. World Maricul Soc. 12(2): 27-49.
- HEYWOOD, V.H. (ed). 1978. Flowering Plants of the world Oxford University Press. Oxford. 335 pp.
- WILMAN, W.S. & D.D. CULLEY Jr. 1978. The uses of duckweed. American Scientist, 66 (4): 442-451 pp.
- HOTCHKISS, N. 1970. Common Marsh. Under water and floating leaved. Ing. N.Y. 124 pp.
- LANDOLT, E. 1980. Key to determination fo taxa withing the family of Lemnaceae. In: E. Landolf (eds). Biosystematische. Untersuchungen in der familie der wasserlinsen (Lemnaceae). Veroff Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rubel, Zurich 70. Suiza. 247 pp.

- LITTLE, T.M. & F.J. HILLS. 1976. Métodos Estadísticos para la investigación en la agricultura, Ed. Trillas, México, 270 pp.
- LUOND, A. 1980. Effect of nitrogen and phosphorus upon the growth of some Lemnaceae. In: E. Landolt (eds), Biosystematische Untersuchungen in der familie der Wasserlinsen (Lemnaceae). Veroff. Geobot. Inst. ETH. Stiftung Rubel, Zurich 70. Suiza. 247 pp.
- MILLER, I. & J.E. FREUND. 1980. Probabilidad y Estadística para Ingenieros. 4a. Ed. Edit. Reverente Mexicana, S.A. México, D.F. 405 pp.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. 1976. Making. Aquatic weed Useful: some perspective for Developing Contries. N.A.S. Washington, D.C. 174 pp.
- OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. 1960. 5th Edition. Published by the Association of official Agricultural Chemist. P.O. Box 540. Benjamín Franklin Station, Washington, 4 D.C.
- REDDY, K.R.; D.L. SUTTON, & G. BOWES. 1983. Freshwater aquatic plant biomass production in Florida Soil and crop. Science Society of Florida. 42: 28-40 pp.
- ROBBING, W.W.; T.E. WEIR, & RALPH STOCKING. 1966. Botánica Editorial Limusa Wiley, S.A., México, 608 pp.
- RUSSOFF, L.L.; D.T. GANT, D.M. WILLIAMS & J.H. CHALSON. 1977. Duckweed A. Potencial feedstuff for cattle. Paper Presentd. At the Annual Meeting of the Southern Division,

American Dairy Science Association, Atlanta, Ga. february 8. 1. pp.

_____, S.P. ZERINQUE, A.S.A. CHACOSO, & D.D. CULLEY. 1978. Feeding value of duckweed for ruminants. An aquatic annual meeting of the American dairy science 61. Association, Michigan. State University, East Lansing, Michigan. July, 9-13 pp.

STANDLEY, P.C. & J.A. STEYERMARCK. 1958. Flora de Guatemala. Parte I. 364-368 pp.

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL. 1983. Almanaque Salvadoreño. División de Meteorología e Hidrología, Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Soyapango. San Salvador, El Salvador. 96 pp.

SUTTON, D.L.; & W.H. ORNES. 1977. Growth of *Spirodela polyrrhiza* in Static sewage effluent. Aquatic Botany. 3: 231-237 pp.

_____. 1981. Who needs aquatic weeds, University of Florida, for Lauderdale. Weeds to day fall. 1 pp.

URBANSKA-WORYTRIEWIEZ, K. 1980. Cytological variation within the family of Lemnaceae. In: E. Landolt (eds.), Biosystematische Untersuchungen in der familie der wasserlinsen (Lemnaceae). Veroff. Geobot. Inst. ETH. Stiftung Rubel, Zurich 70. Suiza. 247 pp.

ZAKI, M.M.S.; D. CULLEY, LEON C. STANDIFER, ERNEST A. EPPS, ROBERT W. MYERS & STEVE A. BONEY. 1979. Effect of harvest rate, waste loading, and stocking density on the yield

. of duckweeds. Proc. Maricue. Soc. 10: 760-780 pp.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
"CENTRO DE DOCUMENTACION
DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA"
FACULTAD DE CIENCIAS y HUMANIDADES

ANEXO Nº 1. PRECULTIVOS

MATERIALES Y METODOS

Inicialmente se trabajó efectuando pre-ensayos o precultivos de Lemnaceae, usando particularmente las especies de *Lemna aequinoctialis* y *Spirodela punctata*.

La planta fue extraída de un nacimiento natural conocido como el "Berral", lugar de aguas cristalinas aparentemente sin contaminación, ya que su fuente proviene de un nacimiento aledaño.

En la Hacienda Atapasquito se hizo el primer pre-ensayo. Se utilizó depósitos o recipientes de metal que tenían una superficie de un metro de diámetro, el cual posee una base de forma cóncava o semi-esférica.

La fertilización y siembra de estos depósitos se llevó a cabo variando la cantidad de fertilizante, usando para ello 2.30 kg., 0.92 kg., 0.46 kg., se utilizó además 230 grs. de plantas para la siembra, esperando un tiempo de 4 a 8 días para la adaptación y reproducción de la planta, a este ensayo se le hizo su análisis químico respectivo (anexo 2), obteniendo porcentajes de proteínas que van de 25.14% a 21.15%. A diferencia del semillero natural que obtuvo un mayor porcentaje de proteínas igual a 27.36% de proteína.

En el segundo pre-ensayo, se utilizó diferente material,

para ésto se usarón dos canaletas de asbesto cemento, divididas cada una con láminas del mismo metal, en tres pequeños estanques rectangulares de 0.59 m² (anexo 3). También aquí se varió la cantidad de materia orgánica para cada tratamiento; además se utilizó un fertilizante químico, el NPK (20,20,0) para hacer comparaciones con el fertilizante natural, la fertilización se hizo semanalmente (anexo 4).

En las canaletas se hicieron dos ensayos, uno utilizando *Spirodela punctata* y otro usando *Lemna aequinoctialis*. Este ensayo realizado con esta última especie no se obtuvieron resultados favorables, la planta no resistió los tratamientos, pero la *Spirodela punctata* si tuvo un crecimiento vegetativo muy desarrollado, el cual poblaba los estanques con dicha planta. Además se mantenía resistente durante la época lluviosa y seca, o sea durante todo el año (Fig. N^o 2) seleccionándose esta especie como semillero para las futuras experiencias realizadas en los estanques de arcilla. Este ensayo duró cuatro meses.

RESULTADOS

Los resultados observados en los pre-ensayos de *Lemna* sp. (anexo 2) ya no considerada como tal sino como *Lemna aequinoctialis* y realizados en recipientes metálicos demostraron que el recipiente metálico N^o 1 fertilizado con 2.30 kgs. de materia orgánica produjo 25.13 de proteína, este

mismo tratamiento cosechado una segunda vez en el mismo re
cipiente sólo dió 17.83%. El recipiente N^o 2 con 920 grs.
de fertilizante orgánico obtuvo 26.58% de proteína, más
arriba que el porcentaje obtenido con el primer recipiente
metálico, el N^o 3 alcanzó 21.15% de proteína con 460 grs.
de fertilizante orgánico. El semillero natural obtuvo
27.36% de proteína, un porcentaje mayor que en los demás
depósitos. Este semillero es un depósito natural de las ex
cretas del ganado llevadas desde el establo a ese lugar.

En el anexo N^o 4, fertilización y cosecha de *Spirodela*
punctata en las canaletas de cemento ubicadas en San Salva
dor, únicamente se obtuvieron pesos frescos y pesos secos
de la biomasa de cada uno de los depósitos, sin hacer el
análisis químico de cada uno de ellos. El cultivo *Spirodela*
punctata respondió a partir de los catorce días, la cual pre
sentó una buena reproducción de la planta en todas las ca-
naletas, especialmente el tratamiento del estanque N^o 3
con 1840 grs. de fertilizante orgánico aplicado semanlmen-
te, pero algunos tratamientos se desmejoraron a medida pa-
saba el tiempo, a pesar de esto, el tratamiento N^o 3 se
mantuvo en buenas condiciones, obteniéndose un promedio de
187.62 grs/cosecha (318.0 grs/m²/cosecha) de biomasa peso
fresco y un promedio de 16.6 grs (28.0 grs/m²/cosecha) pe-
so seco (anexo N^o 4).

Este estanque N^o 3 fue el de mayor biomasa en peso
fresco y el más cercano a éste fue el estanque N^o 1, con

un promedio de 173,0 gramos (292,2 grs/m²/cosecha) de peso fresco, y en su orden el estanque N^o 2 con un promedio igual 167,35 grs (282,6 grs/m²/cosecha) peso fresco y el estanque N^o 6 con un promedio igual a 108,75 grs (183,6 grs/m²/cosecha) peso fresco, hasta el estanque N^o 4 con fertilizante químico NPK (20-20-0), el cual no mostró ningún progreso (anexo N^o 4). El estimado promedio del porcentaje de peso seco obtenido después del secado fue para el estanque N^o 3 igual a 91.16%, para el estanque N^o 1 igual a 92.03% para el estanque N^o 2 igual a 93.94. El porcentaje promedio de humedad de las plantas cosechadas en las ca^unaletas fue de 94.75% (anexo N^o 4).

DISCUSION

El anexo N^o 2 muestra los resultados obtenidos del ensayo realizado en recipientes metálicos. El objetivo básico de este ensayo fue identificar la adaptabilidad de la planta a recipientes o pequeños estanques, así como también obtener una idea de la cantidad de proteína presente en ella. Tal como muestra dicho experimento, las concentraciones de proteína obtenida aparecen altas, probablemente haya habido mezcla de especies, tal como lo demuestra Russoff, et al. (1977).

En conclusión, este ensayo dió la pauta para continuar con la investigación.

El precultivo segundo (anexo N^o 4) se tiene los resultados del ensayo hecho en canaletas de cemento. El objetivo de éste era obtener la tasa de fertilización orgánica adecuada, así como también el tiempo de cosecha.

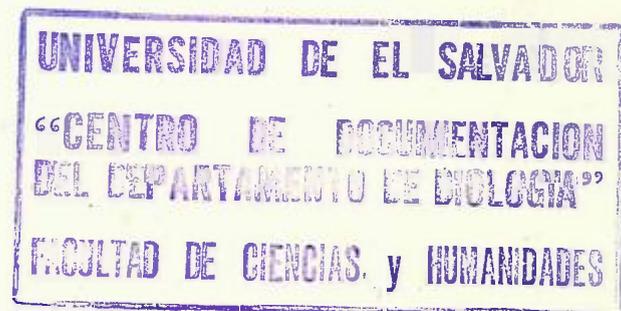
Sutton & Ornes (1977), sostiene que *Lemna minor* duplica el número de frondas cada cuatro días, en condiciones controladas; esto hizo que se buscara la canaleta que ofreciera la mayor producción de biomasa y con esto la tasa de fertilización adecuada por metro cuadrado. También en este mismo ensayo, se probó el abono químico, obteniéndose malos resultados de él, pues la planta no mostró ningún crecimiento.

El mejor resultado de las canaletas, fue el tratamiento con 1,840 gramos de fertilizante orgánico aplicado semanalmente y con una cosecha promedio igual a 187.62 grs de biomasa peso fresco y un promedio de 16.6 grs de biomasa peso seco, de las cuatro cosechas realizadas en los dos meses que duró el cultivo.

Es importante mencionar que las cosechas se realizaron de la siguiente manera:

- 1a. a los 14 días después de la siembra
- 2a. a los 11 días después de la 1a. cosecha
- 3a. a los 10 días después de la 2a. cosecha
- 4a. a los 7 días después de la 3a. cosecha

Esto indica que el mejorar la fertilización de las ca
naletas, el crecimiento de las plantas es más rápido. Por
otro lado, también cabe mencionar que se estaba trabajando
con dos especies diferentes y que este mismo tratamiento
se llevó a cabo en las especies de frondas más pequeñas o
sea la *Lemna aequinoctialis*, lo cual no mostro ningún ere-
cimiento, por lo tanto, se tomó la decisión de descartarla
para el resto de la investigación. Esto confirma lo soste-
nido por Russoff, et al. (1977) que las Lemnaceas cultiva-
das en lagunas de desecho pueden doblar su peso en tres
días si las condiciones son óptimas.

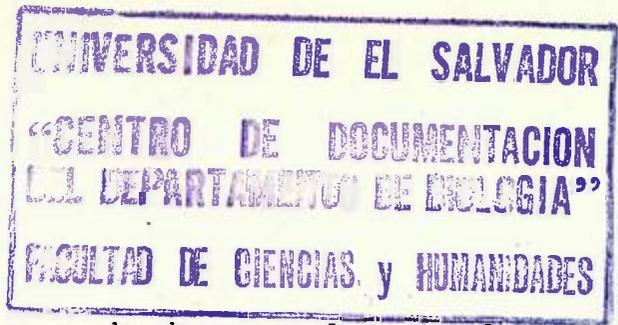


Anexo N° 2. Cosecha (grs) y cantidad de proteína (%) obtenidas en un pre-ensayo de *Lemna* sp y *Spironodella* sp. realizado en recipientes de metal realizado en la Hacienda Atapasquito, Quezaltepeque, La Libertad.

Recipientes Metalicos	Tratamien to	Fertilizante (grs)	C O S E C H A		% de protefna
			P.F. (grs)	P.S. (grs)	
1	1ª	2.300	107.0	13.14	25.13
	2ª	2.300	27.0	14.0	17.83
2	1ª	920	97.0	14.5	0.0
	2ª	920	91.5	14.5	26.58
3	1ª	460	80.2	21.7	21.15
Semillero Natural	0	0	280.0	13.9	27.36

P. F. = PESO FRESCO

P. S. = PESO SECO



Anexo N° 3. Módulo de los estanques hechos con las canalatas de asbesto cemento utilizadas en los pre-ensayos de *Lemna aequinoctialis* y de *Spirodela punctata*.

(1) Estanque 0.906 kgs.	(2) 1.359 kgs.	(3) 1.812 kgs.
----------------------------	-------------------	-------------------

(4) 0.50 kgs/NPK (20,20,0)	(5) 0.453 kgs.	(6) 0.226 kgs.
----------------------------------	-------------------	-------------------

Anexo N° 4. Cosecha promedio de la *Sp. nodosa punctata* realizada en las canaletas de cemento asbesto en San Salvador.

Estanques	Fertilizacion Semanal grs/m ²	\bar{X} P.F. (gs) 2/	\bar{X} P.S. (grs) 2/	% agua
1	920 $\frac{1}{-}$	173.0	13.8	92.03
2	1,380 $\frac{1}{-}$	167.35	10.15	93.94
3	1,840 $\frac{1}{-}$	187.62	16.6	91.16
4	0.50 NPK	0	0	0
5	460 $\frac{1}{-}$	74.5	1.5	97.99
6	230 $\frac{1}{-}$	108.75	1.5	98.63
Porcentaje total de agua en la planta				94.75

P.F. = Peso fresco

P.S. = Peso seco

tiempo de duracion: 2 meses 2

Area de los estanques: 0.59 m²

1/ Estiercol fresco de ganado bovino

2/ Promedio en base a 4 cosechas: 1a. cosecha 14 días despues de sem-

brados los estanques. 2a. cosecha 11 días despues de 1a. cosecha

3a. cosecha 10 días despues de 2a. cosecha. 4a. cosecha 7 días des-

pués de 3a. cosecha.

Anexo N° 5. Composición química de mezclas secas de plantas acuáticas tomadas de la tierra del fondo de lagos y arroyos en Louisiana y Arkansas (Culley & Epps, 1973).

Mes tra	Fecha 1970	Porcentaje del Género Dominante	PORCENTAJE DE CADA COMPONENTE										Concent. elementos		
			Proteína cruda	Grasa	Libra	Ceniza	Ca	K	P	Mg.	Fe	Mn	H2O	Cu	Zn
1	10/20	<i>Ricciocarpus natans</i> (100%)*	10.6	1.1	10.6	20.3	0.79	1.8	0.20	0.28	2.68	0.95	9.0	19	82
1	10/20	<i>Spirodela</i> sp (90%) -	7.4	1.1	9.8	9.1	1.05	2.0	0.16	0.22	0.38	0.31	10.0	10	57
2	11/ 4	<i>Lemna</i> sp (90%)	14.0	2.7	9.6	16.7	1.33	1.86	0.57	0.29	0.41	0.20	11.2	12	820
3	11/ 9	<i>Lemna</i> sp (85%)	15.2	1.5	11.2	16.5	1.23	3.03	0.59	0.32	0.68	0.73	9.0	15	87
4	11/ 9	<i>Lemna</i> sp (50%) <i>Wolffia</i> sp (50%)	25.9	5.7	12.3	14.5	1.12	3.16	0.78	0.34	0.33	0.13	8.8	12	77
5	11/ 5	<i>Lemna</i> sp (98%)	14.3	1.8	9.5	24.8	1.25	2.16	0.80	0.32	0.93	5.12	9.8	12	470
6	11/ 3	<i>Lemna</i> sp (92%)	24.4	2.8	10.4	12.3	1.55	2.07	0.74	0.25	0.61	0.08	9.9	15	79
7	11/ 3	<i>Spirodela</i> sp (97%)	23.3	2.2	9.5	15.5	1.23	2.41	0.67	0.40	0.41	0.13	9.4	15	68
8	9/18	<i>Wolffia</i> sp (100%)	21.5	5.5	10.6	14.5	0.77	3.76	0.	-	-	-	-	-	-

* El porcentaje se debe a que las muestras no eran puras.

Geobotanisches Institut, Stiftung Rübél

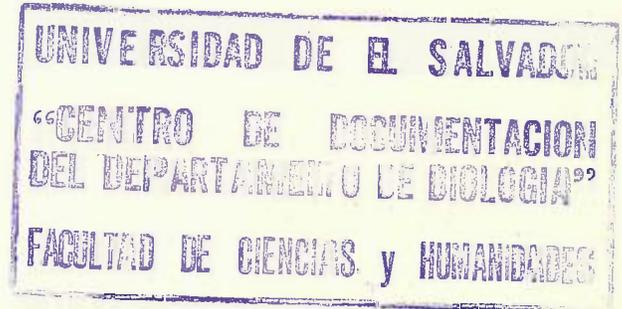
Zürich, January 10, 1985 L/ho

Zürichbergstrasse 38
Telefon 01 / 25113 35

1045

Postadresse:
Geobotanisches Institut
Stiftung Rübél
Zürichbergstrasse 38
CH-8044 ZürichMs. Haydée de Lopez
Urb. Nueva Metropolis
Calle Antigua a Zacamil No. 9-c
San Salvador

EL SALVADOR

Lemnaceae

Dear Ms. Haydée de Lopez,

Many thanks for your letter of December 14, 1984. I am very glad that you received the publications on Lemnaceae.

I checked your two Lemnaceae samples you sent me. The first one is *Spirodela punctata* and the second one is *Lemna aequinocialis*. I would be interested to know where you collected the samples. It is the first time forme that I see *Spirodela punctata* from El Salvador.

Sincerely yours,

Prof. Dr. E. Landolt

Anexo 6. Composición Química representativa de los ingredientes comunmente usados en comida animal (Culley & Epps 1973)

	PORCIENTAJE DEL COMPONENTE					
	Proteína	Grasa	Fibra	Ca	P	Ceniza
Harina de hoja de alfalfa	20.0	3.5	21.0	1.45	0.27	10.5
Zacate bermuda costero (deshidratado)	14	2.0	28.0	0.50	0.20	6.0
Maíz amarillo	8.8	3.8	2.5	0.01	0.25	1.5
Harina de semilla de algodón	41.0	4.0	13.0	0.15	1.20	6.5
Maicillo Milo	9.0	2.5	2.7	0.02	0.27	1.7
Avenas	12.0	4.0	12.0	0.10	0.33	3.5
Harina de cacahuete con vaina (expeller)	45.5	6.0	12.0	0.15	0.55	5.8
Frijol Soya	37.0	18.0	5.0	0.25	0.58	4.7
Harina de Soya (expeller)	42.0	3.5	6.5	0.20	0.60	6.0
Afrecho de trigo	14.5	3.0	11.0	0.10	1.15	7.0