

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**COMPARACION TECNICO-ECONOMICA, ENTRE DIFERENTES TIPOS
DE FERTILIZACION EN LA PREPARACION DE ESTANQUES
ACUICOLAS**

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR:

JESUS ALFREDO RUIZ GOMEZ

AL CONFERIRLE EL TITULO DE MEDICO VETERINARIO

GUATEMALA, ABRIL DE 1999

**JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

DECANO	LIC. RODOLFO CHANG SHUM
SECRETARIO	DR. MIGUEL ANGEL AZAÑON
VOCAL I	LIC. ROMULO D. GRAMAJO LIMA
VOCAL II	DR. OTTO LEONIDAS LIMA LUCERO
VOCAL III	LIC. EDUARDO SPIEGELER
VOCAL IV	BR. JEAN PAUL RIVERA
VOCAL V	BR. FREDY CALVILLO

ASESORES DE TESIS

**DR. MARIO AGUSTO RAMIREZ LOPEZ
DR. JOSE LUIS GUILLEN
DR. ALVARO ENRIQUE GATICA**

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad con lo que se establece en los estatutos de la
Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a
consideración de ustedes el trabajo de tesis titulado:

**COMPARACION TECNICO-ECONOMICA, ENTRE
DIFERENTES TIPOS DE FERTILIZACION EN LA PREPARACION
DE ESTANQUES ACUICOLAS**

Como requisito previo a optar al título profesional de
Médico Veterinario

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TRINO

CON AMOR Y TEMOR

A MI ESPOSA

ANA MARIA RAMOS
CASTELLANOS DE RUIZ
CON AMOR Y GRATITUD

A MIS HIJOS

MANFREDO, DIANA LUCIA
Y EMILIO
COMO TESTIMONIO

A MIS PADRES

JESUS EDMUNDO RUIZ
MERIDA (+)
Y ALICIA GOMEZ BATRES
QUE VELARON POR MI

A MIS HERMANOS

MERCEDES, HECTOR,
VIRGINIA Y ALICIA

A MIS HERMANOS EN
CRISTO

POR SU AMOR FRATERNAL

A MIS AMIGOS

MANFREDO DIAZ, CARLOS
BAMACA Y FEDERICO RIEDEL

DEDICO ESTA TESIS

A MI PATRIA

GUATEMALA

A

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA

A

LA FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA

A

IGLESIA EVANGELICA
"EL MENSAJE DE VIDA"

A MI PUEBLO

TEJUTLA, SAN MARCOS

A MIS ASESORES

DR. MARIO AUGUSTO RAMIREZ LOPEZ
DR. JOSE LUIS GUILLEN
DR. ALVARO ENRIQUE GATICA

A MIS CATEDRATICOS

EN GENERAL

A MIS COMPAÑEROS DE
PROMOCION, EN ESPECIAL A

SANDRA ELIZABETH GOMAR OROZCO

A LOS COLABORADORES

SILVANA CASTILLO Y VICTOR HUGO
SANCHEZ ULOA (+)POR SU INVALUABLE
AYUDA

INDICE

I.	INTRODUCCION	01
II.	HIPOTESIS	02
III.	OBJETIVOS	03
IV.	REVISION DE LITERATURA	04
	4.1 Alimentos naturales	04
	4.2 Alimentos suplementarios	04
	4.3 Fertilización inorgánica o química	05
	4.4 Tipos de fertilizantes químicos	06
	4.5 Tasas de fertilización química	07
	4.6 Frecuencia de aplicación	08
	4.6.1 Aplicación antes de la siembra	09
	4.6.2 Aplicación durante el crecimiento	09
	4.7 Métodos de aplicación	10
	4.7.1 Plataforma	10
	4.7.2 Sacos de manta	10
	4.7.3 Disuelto en el agua	11
	4.8 Fertilización orgánica	11
	4.9 Tipos de fertilizante orgánico	13
	4.10 Tasas de fertilización orgánica	14
	4.11 Frecuencia de aplicación	15
	4.11.1 Aplicación antes de la siembra	15
	4.11.2 Aplicación durante el crecimiento	16
	4.12 Métodos de aplicación	16
	4.12.1 Deposición	16
	4.12.2 Voleo	16
	4.12.3 Sacos de manta	17
	4.12.4 Abonera sumergida	17
	4.13 Resumen práctico	17

V. MATERIALES Y METODOS	19
5.1 Lugar y descripción	21
5.2 Recursos Humanos	21
5.3 Recursos naturales	22
5.4 Infraestructura	22
5.5 Descripción del experimento	23
5.6 Diseño experimental	28
VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES	30
6.1 Componente aves	32
6.2 Componente cerdos	32
6.3 Componente químico	32
VII. CONCLUSIONES	34
VIII. RECOMENDACIONES	35
IX. RESUMEN	36
X. BIBLIOGRAFIA	37
XI. ANEXOS	40

INDICE DE ANEXOS

No.		PAGINA
1	Cronograma del experimento	41
2	Uso de estiércol seco almacenado de acuerdo a la especie de animal de granja y tamaño del estanque	42
3	Cantidad de animales por superficie de agua de cada estanque	42
4	Porcentaje de nitrógeno, fósforo y potasio en base de materia seca de estiércol de diferentes animales	43
5	Siembra y lectura mensual del largo y peso de tipapias y carpas	43
6	Peso y longitud promedio de peces con tratamiento de gallinaza por estanque de 250 m ² de espejo de agua	45
7	Peso y longitud promedio de peces con tratamiento de cerdaza por estanque de 250 m ² de espejo de agua	46
8	Peso y longitud promedio de peces con tratamiento químico por estanque de 250 m ² de estanque de agua	46
9	Peso y longitud promedio de tilapia y carpa por tratamiento en cosecha final	47
10	Pesos medios individuales de tilapia por tratamiento, según rangos de talla establecidos en cosecha final	47
11	Cosecha de estanques de gallinaza	48

12	Cosecha de estanques de cerdaza	49
13	Cosecha de estanques de químico	50
14	Cosecha promedio por estanques de 250 m ²	51
15	Producción total de los 6 estanques a los 6 meses de la siembra	52
16	Producción de biomasa por tratamiento, en kilos, a los 6 meses de la siembra, en promedio de estanque de 250 m ²	53
17	Tasas de producción de biomasa Kg/Ha/año de los 3 tratamientos	53
18	Tasas de producción de biomasa Kg/Ha/día de los 3 tratamientos	54
19	Presupuesto de un sistema policultivo de tilapia, carpa y caracol, con abono de gallinas ponedoras para un estanque de 250 m ²	55
20	Presupuesto de un sistema policultivo de tilapia carpa y caracol con abono de cerdo para un estanque de 250 m ²	57
21	Presupuesto de un sistema policultivo de tilapia carpa y caracol con abono químico 16-20-0 para un estanque de 250 m ²	59
22	Distribución porcentual de la población de carpas en cosecha final, en 2 rangos, según los factores longitud y peso, por estanques de 250 m ²	61
23	Distribución porcentual de tilapias en cosecha final en 2 rangos, según el factor longitud y peso por estanque de 250 m ²	62

24	Crecimiento longitudinal en cm. de tilapias en los 3 tratamientos	63
25	Crecimiento longitudinal en cm. de carpas en los 3 tratamientos.	64
26	Ganacia de peso en gr. de tilapia en los 3 tratamientos	65
27	Ganancia de peso en gr. de carpa en los 3 tratamientos	66
28	Producción promedio de pescado en estanque de 250 m2 en 6 meses de crecimiento	67

I. INTRODUCCION

En Guatemala con el alto porcentaje de desnutrición, en su población, las instituciones encargadas de desarrollo deben encontrar métodos baratos para producir proteína de origen animal. Los trabajos realizados en Guatemala hasta el momento, con respecto al uso de fertilizantes en la crianza de peces para consumo humano, son muy pocos, Estados Unidos, Inglaterra y Panamá, en los que se demuestra la conveniencia de fertilizar los estanques.

El trabajo se justifica por ser un experimento cuyo resultado aportará información en el medio nacional, para mejorar la explotación piscícola de pequeños agricultores. Se estima que el potencial acuícola del país, no está siendo utilizado adecuadamente para la producción de proteína de origen animal, en el recurso agua y su uso en alimentación humana, con lo cual, al aumentar la producción de pescado se pretende aumentar su oferta y consumo, que actualmente es menor de 2 kg/habitante/año (Morales, H. 1,975) a pesar de su más bajo precio, en comparación con otras carnes.

El experimento está orientado para que la información obtenida, sirva de ayuda, especialmente al pequeño piscicultor o al campesino en su minifundio, que se inicia en la acuicultura con recursos económicos muy limitados.

HIPOTESIS

No existe diferencia significativa en el peso y longitud de los peces (tilapia y carpa) en estanques que son fertilizados con fertilizante orgánico o inorgánico.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES:

- Generar información sobre la rentabilidad de la fertilización en estanques piscícolas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Comparar la fertilización orgánica (gallinaza y cerdaza) y la fertilización inorgánica, sobre el peso y longitud de peces tilapia, carpa, y caracol en estanques piscícolas.
- Efectuar un análisis económico del uso de fuentes orgánicas e inorgánicas para la fertilización de estanques cultivados con tilapia, carpa y caracol.

IV. REVISION DE LITERATURA

El estanque piscícola necesita de la aportación de dietas balanceadas o de fertilizantes para asegurar el alimento necesario destinado al buen crecimiento de los peces y otras especies acuáticas. Existen dos fuentes de alimentos utilizados en la nutrición de organismos acuáticos cultivados en estanques: (9)

4.1 ALIMENTOS NATURALES: Los producidos en el mismo estanque, ejemplo de estos son las pequeñas plantas (fitoplancton) y pequeños animales (zooplancton) e insectos que se reproducen y viven en el agua. A todo esto se le llama plancton. (8-2)

4.2 ALIMENTOS SUPLEMENTARIOS: Los que se producen fuera del estanque y que deben darse a los peces diariamente, ejemplo de estos son los que se producen comercialmente como raciones para peces, pollos y cerdos; afrecho, banano y hojas de yuca, camote y malanga. (8)

El alimento natural dentro del estanque se puede promover mediante la fertilización orgánica e inorgánica del agua. Incrementándose la población de plantas y animales acuáticos que pueden ser comidos por los peces, se aumenta también el peso de los peces y la cosecha del estanque.

4.3 FERTILIZACION INORGANICA O QUIMICA: El fertilizante químico aplicado a un estanque pueden producir tres veces más pescado a la cosecha si lo comparamos con la producción lograda en un estanque no fertilizado. Tres factores principales influyen en la necesidad de fertilización, los nutrientes que deben utilizarse, así como sus cantidades:

1. Requerimiento de alimento natural por los peces.
2. Requerimientos nutritivos de fitoplancton.
3. Disponibilidad de nutrientes en el agua. Esto es la calidad de agua.

Los peces como son poiquiloterms, se adecuan a la temperatura ambiente, su metabolismo y crecimiento es más lento en bajas temperaturas, entonces su alimentación es necesaria en cantidades limitadas por su apetito reducido. El efecto de los fertilizantes en estas condiciones es ligeramente mayor en el verano que en el invierno. El plancton crece bien durante todo el año, pero la cosecha de pescado es más rápida en climas cálidos. Tampoco se necesita fertilizar cuando los nutrientes requeridos por las algas son incorporados al estanque por el agua que reemplaza las pérdidas por evaporación y filtración, especialmente en el caso del nitrógeno si el agua contiene una concentración relativamente alta, cerca de 2 mg/L; en este caso fertilizar con nitrógeno dará resultados insignificantes. (Hepher, 1962). (8-6-2)

4.4 TIPO DE FERTILIZANTES QUIMICOS:

Los fertilizantes de fórmula completa contienen tres importantes sustancias minerales que necesitan las plantaciones para crecer rápida y sanamente, estos minerales son: Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K). Los fertilizantes que se agregan también deben disolverse en el agua, esto no es problema con los fertilizantes nitrogenados ya que todos son solubles en agua, por lo que pueden aplicarse directamente a los estanques de peces. El fertilizante nitrogenado más común es el sulfato de amonio, que contiene cerca del 21% de nitrógeno. En ocasiones también se utiliza la urea, este es un compuesto orgánico y el nitrógeno que contiene no puede ser absorbido por las algas hasta que la urea se descomponga en forma inorgánica, lo cual sucede fácilmente. La urea tiene 46% de nitrógeno. En algunos lugares el amoníaco líquido es más barato que otros fertilizantes nitrogenados y contiene cerca del 20.5% de nitrógeno por volumen, su uso es más limitado pues requiere de métodos especiales de aplicación.

Los fertilizantes de fosfato más importantes para estanques son los superfosfatos. El superfosfato simple se obtiene tratando fosfato de roca con ácido sulfúrico, el producto es una mezcla de fosfato monocálcico y sulfato de calcio (yeso) con 16 a 18% de P₂O₅ (Cerca del 7% de fósforo). Un superfosfato más concentrado se llama superfosfato "doble" o "triple", este contiene de 40 a 50% de P₂O₅ (cerca de 17-21% de fósforo).

La mayoría de los compuestos fosforados no son solubles en agua; por ejemplo el fosfato de hueso y el fosfato dicálcico que a veces se usan para fertilizar suelos de un bajo pH, no son apropiados para estanques, porque no pueden ser utilizados por el fitoplancton. (8-6-2)

4.5 TASAS DE FERTILIZACION QUIMICA:

La cantidad de fertilizante químico a aplicar en un estanque para peces depende de la calidad y fertilidad del agua usada para llenar el estanque y de la cantidad de otros abonos orgánicos y alimentos para peces agregados al estanque. Los estanques que reciben agua de bajo pH o muy ácida o contruidos en suelos ácidos (pH 5.0 a 6.5) deben ser tratados con una fuente de calcio para poder aprovechar los beneficios de los fertilizantes químicos.

Los estanques que reciben abonos orgánicos o raciones comerciales pueden necesitar muy poca cantidad o nada de fertilizantes químicos para mejorar la producción de fitoplancton. Además de los requerimientos de nutrientes y su disponibilidad, la tasa de fertilización también es afectada por reacciones químicas en el agua del estanque.

Los fertilizantes químicos son caros y deben aplicarse en las proporciones correctas para obtener beneficios máximos. La cantidad a aplicar depende del área del estanque por lo que el cálculo del área en metros cuadrados del estanque es muy importante. Lo anterior se puede resumir en forma práctica de la siguiente forma, según Hopher (1.985):

1. Los fertilizantes químicos por lo general se requieren cuando la temperatura del agua es mayor de 18 grados centígrados y el estanque se encuentra bajo métodos de manejo semi-intensivo, con densidades arriba de 3,000 peces/Ha.
2. En estas condiciones, fertilizar con una dosis estandar de 60 Kg/Ha. De superfosfato simple o su equivalente y 60 Kg/Ha. De sulfato de amonio o su equivalente cada 2 semanas, da buen resultado.

En Panamá, (según MIDA) se hace de la siguiente manera:

60 - 73 Kg/Ha de superfosfato simple al mes y en aquellos estanques que a la vez reciben fertilizantes orgánicos como estiércol de pollo, patos, cerdos o ganado se aplican porciones reducidas de superfosfato (36 Kg/Ha por mes) o no será necesario aplicar fertilizante químico, según la cantidad de fertilizante orgánico usado. El factor determinante en utilizar más o menos agua del estanque se mantenga de color verdoso gracias a las pequeñas plantas y animales que crezcan en el agua. (8-6-2)

4.6 FRECUENCIA DE APLICACIÓN:

Se recomienda reducir o suspender los fertilizantes químicos cuando el agua del estanque mantiene un color verde intenso con una transparencia menos a los 25 cm. de profundidad. Esto es fácilmente medible con el disco de Secchi. Cuando el estanque pierde ese color durante unos 3 días, los fertilizantes químicos deberán volverse a aplicar en la dosis correcta.

Pequeñas cantidades de fertilizante químico aplicadas en cortos intervalos de tiempo son mas efectivas que una gran cantidad aplicada en largos intervalos, por ejemplo, las aplicaciones por semana son mejores que las aplicaciones mensuales para evitar un crecimiento exagerado de algas que pueda causar deficiencia de oxígeno por la noche.

Los fertilizantes químicos no deberán se aplicados en intervalos mayores de un mes, excepto que el agua del estanque mantenga su color verde debido a la aplicación de abonos orgánicos o alimentos comerciales. Los estanques para peces recién construidos serán siempre beneficiados con aplicaciones de fertilizantes químicos, mientras que los estanques viejos tienden a ser más fértiles por la acumulación de materia orgánica en el fondo. (8-2)

4.6.1 **APLICACIÓN ANTES DE LA SIEMBRA:**

Es deseable que el alevín encuentre alimento al momento de la siembra, por esto se puede abonar de 3 a 5 días antes de la siembra con la dosis de 60 - 73 Kg/Ha/ de superfosfato.

4.6.2 **APLICACIÓN DURANTE EL CRECIMIENTO:**

En Panamá (Según MIDA) la tasa de fertilización se reduce a 37 Kg/Ha/mes de superfosfato después del primer mes. La tasa estará determinada por el color verdoso y transparencia del agua, esto es cuando la visibilidad Secchi es menor de 25 cm.

4.7 METODOS DE APLICACIÓN

Es importante aplicar correctamente los fertilizantes químicos en el estanque para obtener máximos beneficios. El fertilizante no deberá ser tirado simplemente al agua, porque se irá directamente al fondo donde muchos de sus nutrientes al no mezclarse con el agua se perderán en el fango, o por estar concentrados en un solo lugar, se perderán hacia la atmósfera. (MIRA y Hephher 1985). Lo mejor será aplicar los fertilizantes de manera que no toquen el fondo lodoso del estanque, para lo cual están los siguientes métodos:

4.7.1 PLATAFORMA

Una tabla o plataforma construida de madera, bambú o lámina de zinc. La cantidad requerida de fertilizante se coloca arriba de la plataforma, que debe quedar 20 cm. por debajo de la superficie del agua.

4.7.2 SACOS DE MANTA

Los sacos corrientes de nylon o manta, para envasar, son adecuados para aplicar fertilizantes. La dosis requerida de fertilizante se coloca dentro de la bolsa y esta se cuelga de un palo sumergido en el agua del estanque.

Ambos métodos de aplicación permiten que el fertilizante se mantenga en contacto con el agua sin tocar el fondo del estanque . El fertilizante se va disolviendo lentamente, aumentando así sus efectos beneficiosos.

4.7.3 DISUELTO EN EL AGUA

Este método se usa en estanques pequeños, por ser aplicaciones muy reducidas. El fertilizante se disuelve en agua y se aplica sobre toda la superficie del estanque, desde la orilla, usando recipientes pequeños.

4.8 FERTILIZACION ORGANICA

El abono orgánico al descomponerse (oxidarse) libera sustancias como el nitrógeno, fósforo, potasio y otros nutrientes esenciales para el crecimiento del fitoplancton y zooplancton.

Algunos autores consideran a la materia orgánica un alimento en la cadena alimenticia. Esto por lo general no cambia la producción de peces pero le da proporciones de conversión de alimento más bajas.

El detritus recién introducido en el estanque contiene 6% de proteína (con una base libre de cenizas) pero una vez que ha sido finamente dividida por turbulencias y descomposición, el valor se ha elevado al 24%. Esto lo atribuyen al desarrollo de un microsistema que contiene bacterias, protozoarios y microalgas. Esta es una gran diferencia entre

el abono orgánico y el químico, ya que el primero proporciona un sustrato para las bacterias y el segundo no.

La cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio de la materia orgánica dependerá del origen de esta como lo demuestra la tabla No. 3.

Es difícil evaluar el efecto del abono sobre los organismos de alimento natural en los estanques con peces, ya que estos últimos se los comen, pero comparando estanques con y sin peces, es claro que el abono incrementa la producción de zooplacton. Schroeder encontró que la carpa cuando se siembra a una razón de 5000 peces/Ha., crece del 25 al 100% más rápido en estanques abonados que en los que no están abonados.

El incremento en el zooplancton es sin duda un resultado del incremento en la producción de bacterias y protozoarios que se desarrollan en la materia orgánica del abono, aunque otras formas de utilización del abono, como la toma de materia orgánica soluble, también puede influir en el incremento del zooplancton.

El abono debe tener la capacidad de dispersarse con facilidad en el agua. Los abonos líquidos son mejores que los secos y se deben aplicar a diario de preferencia. La gallinaza seca se descompone en el agua mucho más rápido que el estiércol de vaca que contiene grandes cantidades de paja. Por lo tanto, el efecto de la gallinaza seca sobre la cantidad de oxígeno es menor, además se ha visto que se alimentan de parte de ella, los peces. (posiblemente de residuos de alimento).

El abonar puede ser un beneficio rentable, pues permite incrementar la densidad de siembra y/o reduciendo las tasas de alimento complementario. En el primer caso, la producción de pescado deberá ser mayor, en el segundo caso la producción permanecerá igual, pero la proporción de alimentación suplementaria por pez disminuirá. Hepner (1985). (9-6-2)

4.9 TIPOS DE FERTILIZANTE ORGANICOS

Estos fertilizantes son los más fáciles y económicos de conseguir en granjas pecuarias porque son producidos básicamente por el estiércol de animales como cerdos, patos, gallinas, vacas, caballos, conejos y otros. Existen otros tipos de fertilizantes orgánicos usados en el abonamiento del estanque, como los residuos de plantas vegetales como hojas de yuca, camote, frijol, madrecaao, etc. Hay algunos dentro de este tipo que no son recomendables como la cascarilla de arroz sola, bagazo de caña, aserrín y tallos, porque su descomposición es muy lenta.

Es claro que cualquier abono que produzca partículas finas de fácil dispersión y descomposición es más adecuado para usarse en los estanques que el abono en grandes masas; puesto que algunos organismos como la fauna del fondo, están limitados en su movimiento, las partículas de abono deben ser dispersadas lo más posible por todo el estanque. Mientras más finas sean las partículas, se dispersan mejor y crean mayor substrato para el crecimiento bacteriano.

Rappaport y colaboradores (1977) encontraron las cantidades siguientes de materia seca en suspensión, después de diluir concentraciones iguales de 3 abonos:

Gallinaza	12.0 % de materia seca
Abono liquido de ganado	4.6%
Abono de ganado de corral	4.0%

(9-6)

4.10 TASAS DE FERTILIZACION ORGANICA

Es importante determinar la cantidad máxima de materia orgánica que puede agregarse sin causar daño a los peces, para lo cual se debe tomar en cuenta:

1. Area de la superficie de agua del estanque
2. El tipo de abono orgánico que va a usarse

La cantidad de abono también determina la cantidad que deberá aplicarse porque el estiércol animal varía en la cantidad de nutrientes que contiene, dependiendo esto del tipo de alimento consumido por los animales que lo producen. Por ejemplo, los monogástricos alimentados con raciones de concentrados producen estiércol con más nutrientes que el de los rumiantes. (9-6)

Algunos agricultores prefieren criar sus animales cerca del estanque para poder lavar el estiércol de las porquerizas, establos o galeras de pollos y aplicarlo directamente al estanque; esto es lo mejor, porque al estar los animales cerca se reduce el trabajo y costo de transportarlo y se facilita la práctica de abonamiento con mayor periodicidad. A esto se le llama proyectos integrados, en general. (MIDA). Ahora el estiércol fresco es mejor que seco porque su contenido de humedad lo dispersa fácilmente en el estanque.

En general las tasas o cantidades de abono están en la tabla No. 1 para estiércol seco y la tabla No. 2 para el estiércol fresco.

4.11 FRECUENCIA DE APLICACION

4.11.1 APLICACIÓN ANTES DE LA SIEMBRA

Esta práctica permite asegurar un buen crecimiento de los peces porque se les asegura abundante alimento al momento de la siembra. La cantidad de estiércol equivale a la dosis o ración de un mes puede ser aplicado antes de la siembra. El agua del estanque debe dejarse madurando o fertilizándose 2 semanas antes de sembrar los alevines. Cuando se utiliza estiércol fresco, producido por animales mantenidos en corral, los animales deben dejarse en las galeras y establos también 2 semanas antes de la siembra de los peces. Es importante no sobreabonar para que el agua no entre en una deficiencia de oxígeno. (9)

4.11.2 APLICACIÓN DURANTE EL CRECIMIENTO:

Pequeñas cantidades de fertilizante orgánico aplicados en intervalos o plazos cortos serán más efectivos que aplicar una cantidad grande en etapas muy largas. Por ejemplo hacerlo a diario es mejor que hacerlo semanalmente o en forma mensual. La frecuencia de la aplicación generalmente depende de si el estiércol se recoge en lugares distantes de los estanques o si lo producen animales que están siempre cerca del estanque. También en esta fase no se debe sobrepasar la dosis de abono porque si bien aumenta el requerimiento de alimento cuando el pez crece, también aumenta el requerimiento de oxígeno. (9)

4.12 METODOS DE APLICACIÓN:

4.12.1 DEPOSICION:

La primera aplicación antes de la siembra se puede hacer depositando el estiércol seco en el fondo del estanque, tratando de que haya uniformidad y luego llenar de agua el estanque.

4.12.2 VOLEO:

Si el estanque ya está lleno, se tira desde toda la orilla al agua con una pala, tratando de esparcirlo con uniformidad. Esta también es la forma recomendada cuando la aplicación es diaria.

4.12.3 SACOS DE MANTA:

También se puede meter el abono en un costal de pita o nylon, amarrando la boca del saco a una estaca para que quede sumergido y el abono se riege solo por el oleaje en el estanque.

4.12.4 ABONERA SUMERGIDA:

Cuando se aplican de una sola vez grandes cantidades de estiércol al estanque (más de 2200 libras por Ha. Por quincena) se recomienda colocarlo sumergido en el estanque, en corrales, o montículos, cerca de la orilla del estanque. En este método deberán construirse corrales sumergidos para aplicar el estiércol a razón de uno por cada 1000 mts. Cuadrados de espejo de agua. (16-9)

4.13 RESUMEN PRACTICO

USO DEL ESTIERCOL EN COMPARACION CON EL ABONO QUIMICO

VENTAJAS:

1. Barato si se encuentra cerca.
2. Usado como comida y abono

DESVENTAJAS:

1. Se necesita en grandes cantidades
2. Costo del transporte si se encuentra lejos
3. Requiere almacenamiento adecuado.
4. Baja el oxígeno disuelto del agua que usa el pez.
5. Solo para especies de peces que puedan usar materia orgánica y plancton.

**CULTIVO INTEGRADO EN EXPLOTACION
DE ANIMALES DOMESTICOS Y PECES****VENTAJAS:**

1. Uso más eficiente del alimento de los animales de granja, porque lo que desperdician al botarlo puede ser aprovechado para los peces.
2. Económico en granjas pecuarias si hay suficientes animales que produzcan diariamente excretas.
3. Permite aumentar la producción de peces en áreas rurales donde no hay alimentos preparados para peces.
4. Reduce costos de transporte.
5. No se pierde la harina o alimento pulverizado, se usa como fertilizante.

DESVENTAJAS:

1. Posible resistencia de las personas a comer pescado cultivado en esta forma, dependiendo de la cultura de esa sociedad.
 2. Necesidad de limitar a los animales al área alrededor del estanque, lo cual les limita su alimentación por pastoreo.
 3. Problemas con el oxígeno del agua en caso de sobreabonar por ignorancia, descuido, o error de cálculo.
- (15)

V. MATERIALES Y METODOS

1. MATERIALES:

- 6 Estanques piscícolas de 250 mts. Cuadrados cada uno, totalizando 1500 mts. Cuadrados de espejo de agua.
- 3000 Tilapias
- 300 Carpas
- 300 Caracoles
- 50 gallinas de 50 semanas de edad
- 2 gallineros rústicos
- 2 cerdos de 3 años
- 2 lechones de 2 meses
- 2 cochiqueros
- 59 kilos de fertilizante 16-20-0
- Disco de Secchi
- Báscula de reloj

- Regla graduada
- Carreta
- Trasmallo
- Baños plásticos
- Cubetas plásticas
- Papelería
- Medicinas
- Concentrado para gallina ponedora
- Concentrado para cerdos

METODOS

5.1 Lugar y descripción:

El experimento se llevó a cabo en la estación piscícola de DIGESEPE en San Pedro Pinula, en el departamento de Jalapa, a una altura de 1100 metros sobre el nivel del mar. La estación meteorológica más cercana al área experimental (1760 m SNM) reportó una precipitación media anual de 1146 mm distribuidos en 126 días de lluvia; una temperatura media de 20 grados C, y una humedad relativa media de 83%. El análisis químico del agua reporta un pH de 8.0 (del estanque reservorio de la estación). Según De La Cruz (1982), la zona de vida corresponde a bosque húmedo subtropical templado. Según Simmons, Tárano y Pinto (1959), los suelos están clasificados como los de la serie Jalapa que se caracterizan por ser poco profundos, excesivamente drenados y desarrollados sobre ceniza volcánica cementada de color claro.

5.2 Recursos humanos:

La estación cuenta con un técnico piscicultor permanente, un guardián y cuatro trabajadores con escolaridad hasta sexto grado.

5.3 Recursos naturales:

La estación cuenta con alevines de cíclidos Tilapia sp. y Ciprinidos Cyprinus carpio, así como moluscos, caracol Pomacea sp. como fuente de abono orgánico cuenta con 2 cerdas adultas, 2 lechones destetados de raza Landrace, así como 60 gallinas ponedoras de la raza Dekalb-Warren.

El agua que llega a la estación proviene del río Pinula, que posteriormente desemboca en el río Jalapa.

5.4 INFRAESTRUCTURA:

ESTANQUES: Se dispone de 6 estanques de tierra de 25 x 10 m (250 m cuadrados/estanque) y 1.5 m de profundidad, con sus respectivas entradas de agua, monjes y drenaje.

GALLINEROS: Se dispuso de 2 gallineros rústicos hechos con materiales del lugar, son portátiles para ubicarlos sobre 4 paralelos de madera en un extremo del estanque, a 1.5 m sobre el agua. Cada uno medía 2.7 x 2.7 m (7.29 m cuadrados) con una separación entre las varas del piso de 2.5 cms para permitir el drenaje por gravedad de la gallinaza y el desperdicio de concentrado; también se permitió que por medio de una escalera de madera, las gallinas pudieran bajar a la orilla cercada con malla, para ejercitarse y asolearse en una pequeña área que era lavada y drenada hacia el estanque. Estuvieron equipados con comederos lineales de bambú y bebederos plásticos colgantes.

5.5 DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO

Se evaluaron los siguientes tratamientos:

1. Gallinaza
2. Cerdaza
3. Químico

Cada tratamiento se repitió una vez para poder ocupar los 6 estanques y obtener más información al comparar los resultados. Al iniciar el experimento, los estanques ya estaban secos y desinfectados por el sol, más de 15 días antes; perfectamente chapeados como los demás.

Se llenó de agua y se aplicó la primera dosis de abono, 15 días antes de la siembra, para los dos abonos orgánicos y 4 días para el químico; con el fin de formar el fitoplancton y zooplancton, alimento de los alevines.

Densidad de siembra para cada estanque:

Se depositó cuidadosamente un policultivo de:

- | | |
|----------|---------------------|
| Tilapia: | 2/m ² |
| Carpa: | 2/10 m ² |
| Caracol: | 2/10 m ² |

Semilla:

Se tomó de la semilla ya presente en la estación piscícola, con lo cual se evitó stress de transporte y cambio de temperatura.

Tilapia: 2 meses, 6.52 gramos con 6.44 cm de largo.

Carpa: 3 meses, 10.87 gramos con 8.16 cm de largo

Caracol: Todos adultos.

Fertilización:

Tratamiento con gallinaza: Se aplicó el 100% de las heces producidas, al caer desde cada gallinero aéreo, a 1.5 metros sobre el nivel de la orilla del agua, sobre su respectivo estanque, dos en total. Siendo una dosis de 5 m²/gallina, lo que equivale a 2000 kg/Ha/mes, durante los 6.5 meses del experimento.

Tratamiento con cerdaza: Se aplicó el 100% de las heces producidas en el cochiquero, por las dos marranas y los dos lechones, recogidas dos veces al día y depositadas al voleo, sobre los dos estanques destinados. Siendo una dosis de 166 m²/cerdo lo que equivale a 1.7 Kg/250 m²/día y también equivale a 2000 Kg/Ha/mes; durante los 6.5 meses del experimento.

Tratamiento con químico: Se aplicó 0.75 Kg de fertilizante 16-20-0, a cada estanque, al voleo, cada 15 días, equivalente a 60 Kg/Ha/mes, por los 6.5 meses del experimento.

Siembra de alevines:

Se depositaron en los 6 estanques una misma carga de alevines de tilapias carpa y caracol, a los 15 días de iniciado el experimento, y fueron cosechadas hasta 6 meses más tarde, cuando se efectuó la cosecha final.

Siembra:

Estando los 6 estanques ya llenos y fertilizados, el día de la siembra los alevines y caracoles fueron contados y pesados en su totalidad, y divididos en 6 grupos (uno para cada estanque), de esa forma se pudo obtener el dato inicial de crecimiento en cada tratamiento (3) y su réplica para cada uno. Por último, cada grupo fué depositado suavemente en el centro del estanque para evitarles stress.

Fertilización de mantenimiento:

La fertilización para el tratamiento gallinaza, continuó igual, a pesar de la muerte de dos gallinas que fueron prontamente sustituidas con las de reserva en la estación.

La fertilización para el tratamiento cerdaza, permaneció igual en la práctica a pesar del crecimiento de los lechones, en los 6.5 meses del experimento.

La fertilización para el tratamiento químico, permaneció inalterable los 6.5 meses del experimento.

En ningún tratamiento fué necesario disminuir la dosis de fertilización porque mensualmente se midió una profundidad Secchi de 25 cm.

MUESTREOS:

Cada 4 semanas se midió el largo y el peso del 20% de la población de tilapias y carpas, en cada uno de los 6 estanques; para lo cual se pasó un trasmallo hasta que se pudo capturar el número deseado de 100 tilapias y 10 carpas, en cada estanque.

Los datos obtenidos se anotaron en libreta de notas, pero después se incorporaron a un computador, debidamente rotulados.

Cosecha:

A los 6.5 meses de iniciado el experimento, a los 6 meses de la siembra, se drenó el agua de los estanques, labor que llevó 2 horas, y de esta forma se pudo recoger del lodo del fondo, el 100% de la cosecha. En este momento se tomó especial cuidado en recolectar de primero, los alevines de tilapia que habían nacido durante el experimento, se contaron y pesaron antes de ser puestos a salvo en el estanque reservorio de la estación.

Las tilapias recogidos, fueron muriendo lentamente por asfixia, las mayores de 100 gramos de peso en una red, y las menores de 100 gramos en un recipiente de plástico. Ya separados fueron pesadas por grupos.

Las carpas solo fueron contadas y pesadas porque no se encontró alevines.

El caracol también fué contado y pesado, encontrándose también la presencia en algunos estanques, de Profundulus guatemalensis que nadie sembró, pero fué cuantificado.

El mismo procedimiento se llevó a cabo en cada uno de los 6 estanques.

Toma de datos del estanque:

Con un disco Secchi se pudo medir la visibilidad, sumergiéndolo y midiendo la distancia a la cual desaparecía la vista. Este dato se mantuvo en 12 cm. en los diferentes tratamientos.

El oxígeno fué medido en todos los tratamientos, manteniéndose una concentración de 12 cm.

Gastos:

Se sumaron los gastos incurridos, incluyendo la mano de obra, para poder hacer un presupuesto de cada uno de los tratamientos.

Se sumaron todos los ingresos, por la venta de pescado en el mercado local de la comunidad, para poder encontrar la utilidad de cada explotación.

5. 6 DISEÑO EXPERIMENTAL:

Los 3 tratamientos se evaluaron a través de un diseño experimental completamente al azar, con 2 repeticiones de acuerdo al modelo estadístico siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Variable respuesta de la ij ... ésima unidad experimental

U = Efecto de la media general

T_i = Efecto de la i ... ésimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental de la ij ... écima unidad experimental

Análisis estadístico y económico:

Análisis de varianza y análisis de costos.

Diseño completamente al azar.

Prueba de Contrastes Ortogonales para probar la hipótesis de igualdad entre tratamiento orgánico e inorgánico, y luego entre los dos tratamientos orgánicos.

Variables a medir:

1. Peso y longitud de peces (análisis de varianza)
2. Conversión alimenticia por fertilizante en la producción de biomasa.
3. Ganancia de peso por tiempo, según el tipo de fertilizante.
4. Producción de amonio por fertilizante usando disco de Secchi.
5. Ganancia longitudinal por fertilizante.
6. Costos.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

Para interpretar los resultados, estos se pasaron por medio de un programa computarizado de estadística SAS. Los resultados numéricos demuestran que hubo diferencia significativa en la producción de biomasa entre los tres tratamientos aplicados ($p < 0.05$).

Las tasas de producción de biomasa de los tres tratamientos fueron:

Gallinaza	1.4	Kg/Ha/día
Cerdaza	0.92	"
Químico	0.43	"

Siendo notorio la ventaja de producción de los dos tratamientos orgánicos en contra del químico, en producción de biomasa, utilidades y alevines.

En lo que se refiere a lo largo total y peso de carpa y tilapia, que fueron las principales variables de este trabajo, a pesar de la leve ventaja de los tratamientos con fertilizante orgánico, nuevamente observada en las gráficas y anexo No. 16 por encima del tratamiento químico, resultando que estadísticamente la diferencia no es significativa para afirmar tal cosa y sacar conclusiones que permitan rechazar la hipótesis planteada.

Con respecto a la tilapia, la explicación parece ir encaminada a interpretar los resultados no como mortalidad y desaparición de lo sembrado, sino más bien que la mayoría de los peces no alcanzaron la talla de 15 centímetros de largo o los 100 gramos de peso, por posible limitación de alimento, especialmente en el quinto mes de crecimiento, cuando se vió el punto máximo de ganancia de peso, en los tres tratamientos (Día 153 del anexo No. 24). La reproducción ocurrió en tilapia en los tres estanques, siendo mayor en los tratamientos orgánicos, especialmente en el tratamiento con gallinaza.

Los resultados de biomasa obtenido están muy por debajo de lo alcanzado en Panamá, pues según Lovshin et al (1986), quién en sistemas integrados de Tilapia nilótica con pollo de engorde obtuvieron 6.4 Kg/Ha/día, en una densidad parecida de 2 peces/m², pero con una tasa de aplicación de 71-142 Kg/Ha/día de gallinaza seca, en un período de 4-6 meses. En este estudio se aplicó intencionalmente, una tasa de gallinaza seca muy inferior, 30 Kg/Ha/día y aunque el desperdicio de concentrado de la gallinas, y sus plumas, también caían al estanque, el beneficio no fué notorio.

En Israel, en 1982 se logró producir de 30 a 32 Hg/Ha/día en policultivo de carpa común hidricos machos de tilapia y carpa plateada, usando tasas de fertilización con gallinaza en base seca

de 20-150 Hg/Ha/día (2-4% de la biomasa del estanque, seis veces por semana).

6.1 COMPONENTE AVES:

La utilidad de este componente fué de Q. 170.47 (ver anexo No. 19), por estanque de agua, fué poco comercialmente, porque las aves siempre tuvieron baja postura, incluso terminaron con poco peso y plumas. No está descartado el robo de producción de huevo. Al final, las aves quedaron vivas y los gallineros también quedaron disponibles. La tasa de abono permaneció constante los 6 meses, 30 Kg/Ha/día, aunque la biomasa que lo consumía en el estanque, si aumentara.

6.2 COMPONENTE CERDOS:

Este componente representó el mejor de las tres utilidades, Q.181.05, los cerdos y las cochiqueras quedaron en condiciones para seguirlos explotando. La tasa de abono aplicada, fué ligeramente incrementada con el crecimiento normal de los dos lechones, en 6 meses; pero al mismo tiempo también aumentó la biomasa que lo consumía en el estanque.

6.3 COMPONENTE QUIMICO:

La renta obtenida con abono químico fué la más pequeña Q.109.66 por estanque, lo único que se pudo reciclar, fué el agua abonada que pasó al estanque general por medio de una bomba a

gasolina. La tasa de abono fué constante para los 6 meses, 30 Kg/Ha/día.

La comparación técnico económica entre los tres diferentes tipos de fertilizantes, está descrita en los anexos No. 19,20,21 en donde se observa que la mayor utilidad pertenece al sistema integrado con cerdaza, Q. 181.05, medianamente el sistema con gallinaza, Q. 170.47 y el químico es el de inferior utilidad, Q, 109.66, aunque tenga la ventaja de que requiere la menor cantidad de mano de obra. De esta forma, el piscicultor artesanal puede escoger entre los métodos más accesibles de realizar en su comunidad, especialmente de acuerdo a su capacidad de inversión económica, materiales disponibles en la región y ayuda familiar en las tareas.

Se puede disminuir los costos, alimentando a los cerdos y a las gallinas con otro tipo de alimento, desperdicio o subproductos; incluso alimentar directamente a los peces con hojas o pasto, o la combinación de ambos métodos. En este trabajo no se contempló esa posibilidad, solo se deja la curiosidad para que se siga investigando el tema del alimento.

La prueba de contrastes ortogonales afirma que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, si ($p < 0.06$) la diferencia sería significativa entre los tratamientos orgánicos y el químico.

VII. CONCLUSIONES

1. En general, se puede concluir, que en el presente experimento se obtuvo mayor producción de biomasa al aplicar abonos orgánicos que con químicos.
2. La fertilización química requirió menor inversión de dinero, mano de obra y la utilidad fué la menor (Q. 109.66 en 6 meses) de todos los tratamientos, rindiendo una biomasa de 19.7 Kg/250 m²/6 meses.
3. Con la fertilización orgánica con gallinaza se obtuvo la mayor producción de pescado, pero también necesitó la mayor inversión, en horas de trabajo, por el mantenimiento de las gallinas; por lo que la rentabilidad fué mediana en comparación con otros tratamientos, (Q. 170.47 en 6 meses) con una biomasa de 63.81 Kg/250 m²/6 meses.
4. La fertilización orgánica con cerdaza produjo la más alta utilidad, (Q. 181.05 en 6 meses). La inversión de dinero y horas de trabajo fueron medianas en comparación con los otros métodos, así como la producción de biomasa, 42.03 Kg/250 m²/6 meses.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Hacer prácticas de fertilización orgánicas y químicas, con tasas de abonamiento mayores a las utilizadas en este experimento.
2. Realizar prácticas de fertilización con abonos orgánicos y químicos simultáneamente.
3. Investigar la fertilización con otros tipos de abono orgánicos y químicos
4. Alimentar directamente a los peces, a la vez que se está empleando un abono en el estanque y alimentar a los cerdos y a las aves con otros tipos de alimento más baratos:
5. Reducir el tiempo de la cosecha a 5 meses, para ganar tiempo, aunque se pierda la producción de alevín; o efectuar cosechas parciales al cuarto y quinto mes, si lo que se desea es pescado de peso comercial.
6. Aumentar la densidad de siembra.
7. Repetir este experimento en otras latitudes de la república.

IX. RESUMEN

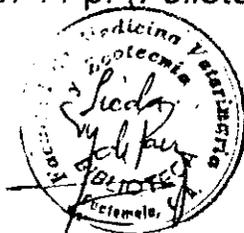
El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones piscícolas de DIGESEPE en San Pedro Pinula, en el departamento de Jalapa. Consistió en sembrar una misma cantidad de tilapias, carpas y caracoles, en 6 estanques de agua del mismo tamaño. Dos estanques fueron abonados con gallinaza, otros dos con cerdaza y los últimos dos con abono químico 16-20-0, por espacio de 6 meses.

Las variables analizadas fueron peso y longitud de los peces, así como la inversión económica en contra de la utilidad obtenida al comercializar la cosecha.

Los resultados mostraron una mayor producción con abonos orgánicos, que con el químico, pero la diferencia no fué significativa. El rendimiento económico también fue mejor con los abonos orgánicos, especialmente con cerdaza que con el químico.

X. BIBLIOGRAFIA

1. AUBURUN UNIVERSITY (EE.UU). s.f. Nutrición de peces. Auburn Alabama, The International Center for Acuaculture. 100 p.
2. BALARIN, J.D.; HATTON, J.P. 1979. Tilapia. Aguide to their biology and culture in Africa. England, Unite of Aquatic Pathobiology, University of Stirling, Scotland. 260 p.
3. BARD, J.; col. 1975. Manual de piscicultura destinado a la América tropical. 2 ed. Trad. por Cristian Berger. Paris, Francia Centre Technique Forestier Tropical. 164 p.
4. BOYD,C.; LICHTKOPPLER, F. 1980. Manejo de la calidad del agua en estanques piscícolas. Auburn, Alabama, The International Center for Acuaculture. 80 p.
5. -----; MUSIG, Y.; TUCKER, L. s.f. Effects of tree phosphorus fertilizers on phosphorus concentrations and phytoplankton production. Auburn, Alabama, Auburn University. p. 15-16
6. CRUZ, J. DE LA. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
7. DELMENDO, M. 1982. A review of integrated livestock-fowl-fish farming systems In.: R.S.V. Pullin and 2.H Shehadeh (eds.). Integrated Agriculture Acuaculture Farming Systems. Manila, Philipphines, International Center for Living Aquatic Resources Management. p. 59-71
8. GUATEMALA DIGESEPE; CARE; CUERPO DE PAZ. s.f. El cultivo de la carpa en Guatemala. El Proyecto de Piscicultura Familiar. 11 p. (Folleto No. 1).
9. -----, s.f. El cultivo de la tilapia en Guatemala. El Proyecto de Piscicultura Familiar. 11 p. (Folleto No. 2).



10. -----, s.f. El uso de abono orgánico en la crianza de peces. El proyecto de Piscicultura Familiar. 8 p. (Folleto No. 3)
- 11 GUILLEN GUILLEN, J.L. 1989. Comparación de dos densidades de siembra de tilapia en un sistema integrado con gallinas ponedoras. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Univesidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 51 p.
- 12 HEPHER, B.; PRUGININ, Y. 1985. Cultivo de peces comerciales. México D.F., Limusa. 316 p.
- 13 MORALES, C. 1975. Los recursos pesqueros de Guatemala en el proceso de desarrollo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 81 p.
- 14 MSISKA, O.V. 1983. Yields of Sarotherodon mosambicus using inorganic fertilizers and rice bran in southern Malawi. *Acuaculture*, s.l. 32:201-205.
- 15 PANAMA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. s.f. Como aplicar la fertilización química. Panamá, Dirección Nacional de Acuicultura. p.9 (Folleto No. 6)
- 16 -----, s.f. Manual de fertilización orgánica para estanques psicícolas. Panamá, Dirección Nacional de Acuicultura. P. 9 (Folleto No. 6)
- 17 RUIZ. R. 1983. Ensayo de crecimiento de hídridos de tilapia monoxeno en policultivo con carpas chinas, guapotes y almejas en estanques con fertilizante orgánico en Costa Rica. *Revista Latinoamericana de Acuicultura*. (Perú) No. 6:39-43.



- 18 SIMMONS, C.; TARAMO, M.; PINTO, J. 1959 Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. trad. por Pedro Tirado Sarsona. Guatemala, José Pineda Ibarra. 1000 p.
- 19 SINGH, V. P.; EARLY A. C.; WICKHAM, T.H. 1980. Rice agronomy in relation to rice - fish culture. PULLIN and Z. H. Shehadeh (eds.) *Integrated Agriculture-Acuaculture Farming Systems*. Manila, Philippines, International Center for Living Aquatic Resources Management. p. 15-34.
- 20 WHEATON, W. 1982. Acuacultura: Diseño y construcción de sistemas. México, D.F., A.G.T. p. 215-216.
- 21 WOYNAROVICH, E. 1979. The feasibility of combining animal husbandy with fish farming, with special reference to duck and pig producction. Pillay and W. A. Dill (eds.) Farnham, Surrey, England. *Advances in acuaculture*. Fishing News Books. P. 203-208.



XI. ANEXOS

ANEXO No. 1

CRONOGRAMA DEL EXPERIMENTO

No. DE SEMANAS	ACTIVIDADES
2	<ul style="list-style-type: none"> • Constucción de gallineros y cochineras. • Secado y desinfección de estanques por luz solar.
1	<ul style="list-style-type: none"> • Muestreo de la calidad del agua. • Cotización en el mercado regional de precios de huevos, pollitas, gallinas en postura, gallinas de desecho, cerdos adultos, lechones destetados, pescado y caracoles.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Llenado y abonado inicial de los estanques sin semilla. • Desparasitación y vacunación de cerdos y gallinas.
1	<ul style="list-style-type: none"> • Compra y transporte de alevines. • Siembra de alevines con toma de datos iniciales de crecimiento.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptación de alevines. • Primer muestreo al final de la cuarta semana.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento de alevines. • Segundo muestreo.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento de peces. • Tercer muestreo.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento de peces. • Cuarto muestreo. • Vacunación, mineralización y vitaminación de gallinas.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento de peces • Quinto muestreo.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento de peces • Cosecha total al final de la cuarta semana. • Toma de datos finales de los peces • Comercialización de pescado.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Comercialización de gallinas y cerdos. • Computo de datos. • Elaboración de informe final por escrito.
32	

Total 32 semanas 8 meses.

ANEXO No. 2

**USO DE ESTIERCOL SECO ALMACENADO DE ACUERDO A LA
ESPECIE DE ANIMAL DE GRANJA Y TAMAÑO DE
ESTANQUE**

TIPO DE ESTIERCOL	LIBRAS X M2 X MES	LIBRAS X HA X DIA	LIBRAS X M2 X DIA	LIBRAS X HA X DIA
De cerdo	0.44	4,400	0.015	150
De pollo con cascarilla de arroz	0.44	4,400	0.015	150
De pollo sin mezcla	0.33	3,300	0.011	110
De vaca	0.66	6,600	0.022	220
De caballo	0.66	6,600	0.022	220
De cabra u oveja	0.66	6,600	0.022	220

ANEXO No. 3

CLASE DE ANIMAL	M2 DE ESTANQUE POR ANIMAL ADULTO	No. DE ANIMALES X HECTAREA
Cerdos	100	100
Pollos	5	2,000
Patos	10	1,000
Ganado (todo el día)	400	25
Ganado (solo de noche)	200	50
Ovejas o cabras (todo el día)	50	200
Ovejas o cabras (solo noche)	25	400

Tomado de: MIDA. Folleto No. 6

ANEXO No. 4

PORCENTAJE DE NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO EN BASE DE MATERIA SECA, DE ESTIERCOL DE DIFERENTES ANIMALES

ELEMENTO	CERDO	GALLINA PONEDORA	GANADO EN CORRALES	OVEJAS EN CORRALES	GANADO EN PASTOREO
Nitrógeno	5.6	5.9	7.8	4.0	4.0
Fósforo	1.1	2.0	0.5	0.6	0.5
Potasio	1.2	1.7	1.5	2.4	1.4

Tomado de: Singh, V.P., Early A C. y Wickham T H.

ANEXO No. 5

SIEMBRA Y LECTURA MENSUAL DE LARGO Y PESO DE TILAPIAS Y CARPAS

ESTANQUE	PESO EN GRANOS	LARGO EN CENTIMETROS
Químico No. 1	5.95 >	5.67
Químico No. 2	5.39 >	6.25
Gallinaza No.1	5.1 >	5.1
Gallinaza No. 2	5.1 >	6.28
Cerdaza No. 1	7.37 >	7.06
Cerdaza No. 2	7.4 >	6.00
Promedio	6.52	6.44
Carpas	10.87	8.16

PRIMERA LECTURA

ESTANQUE	TILAPIA		CARPA	
	GRAMOS	CENTIMETROS	GRAMOS \bar{x}	CENTIMETROS \bar{x}
QUIMICO # 1	12.77	6.47	22.15	12.25
QUIMICO # 2	17.3	8.62	17.54	9.7
GALLINAZA # 1	16.74	9.25	9.4	17.0
GALLINAZA # 2	17.0	9.42	20.9	11.57
CERDAZA # 1	15.32	8.32	17.18	9.5
CERDAZA # 2	15.4	8.43	16.87	9.33

SEGUNDA LECTURA

ESTANQUE	TILAPIA		CARPA	
	GRAMOS	CENTIMETROS	GRAMOS	CENTIMETROS
QUIMICO # 1	27.24	11.18	73.74	16.9
QUIMICO # 2	21.0	10.44	73.77	15.9
GALLINAZA # 1	45.4	12.37	51.0	11.3
GALLINAZA # 2	41.43	12.41	56.75	16.25
CERDAZA # 1	27.24	11.56	90.8	16.1
CERDAZA # 2	27.8	12.91	56.75	14

TERCERA LECTURA

ESTANQUE	TILAPIA		CARPA	
	GRAMOS	CENTIMETROS	GRAMOS	CENTIMETROS
QUIMICO # 1	17.0	10.41	45.4	14.4
QUIMICO # 2	29.5	11.24	136.2	21.2
GALLINAZA # 1	55.6	13.32	198.62	18.0
GALLINAZA # 2	19.29	13.13	227.0	24.0
CERDAZA # 1	39.73	12.54	170.25	21.33
CERDAZA # 2	37.45	12.48	198.62	20.5

CUARTA LECTURA

ESTANQUE	TILAPIA		CARPA	
	GRAMOS	CENTIMETROS	GRAMOS	CENTIMETROS
QUIMICO # 1	30.64	10.74	62.42	18.1
QUIMICO # 2	37.45	12.48	187.27	20.4
GALLINAZA # 1	82.85	16.59	312.0	26.0
GALLINAZA # 2	70.0	15.65	482.0	21.0
CERDAZA # 1	78.3	14.58	306.45	28.7
CERDAZA # 2	73.2	15.11	340.5	26.16

QUINTA LECTURA

ESTANQUE	TILAPIA		CARPA	
	GRAMOS	CENTIMETROS	GRAMOS	CENTIMETROS
QUIMICO # 1	37.4	12.44	96.47	18.2
QUIMICO # 2	38.59	13.14	148.96	20.0
GALLINAZA # 1	102.7	17.3	245.9	30.0
GALLINAZA # 2	119.74	18.58	397.25	22.0
CERDAZA # 1	61.28	14.36	107.82	32.4
CERDAZA # 2	64.69	14.75	558.0	33.3

ANEXO No. 6

PESO Y LONGITUD PROMEDIO DE PECES CON TRATAMIENTO DE GALLINAZA POR ESTANQUE DE 250 M2 DE ESPEJO DE AGUA

DIAS DESDE LA SIEMBRA	TILAPIA		CARPA	
	GRAMOS	CENTIMETROS	GRAMOS	CENTIMETROS
0	5.1	6.34	10.87	8.16
31	16.87	9.33	15.15	14.29
61	43.4	12.39	53.87	17.37
92	37.45	13.22	212.8	21.0
122	76.42	16.12	397.0	23.5
153	111.22	17.94	321.57	26.0
183	74.1	13.5	681.0	32.6

ANEXO No. 7

PESO Y LONGITUD PROMEDIO DE PECES CON TRATAMIENTO
DE CERDAZA POR ESTANQUE DE 250 M2 DE ESPEJO DE AGUA

DIAS DESDE LA SIEMBRA	TILAPIA		GRAMOS	CARPA CENTIMETROS
	GRAMOS	CENTIMETROS		
0	7.39	6.53	10.87	8.16
31	15.36	8.49	17.0	9.42
61	27.53	12.24	73.78	15.0
92	38.59	12.51	184.4	20.9
122	63.0	14.55	323.48	27.43
153	75.8	14.85	333.0	32.9
183	54.8	14.2	580.0	38.1

ANEXO No. 8

PESO Y LONGITUD PROMEDIO DE PECES CON TRATAMIENTO
QUIMICO POR ESTANQUE DE 250 M2 DE ESPEJO DE AGUA

DIAS DESDE LA SIEMBRA	TILAPIA		GRAMOS	CARPA CENTIMETROS
	GRAMOS	CENTIMETROS		
0	5.67	6.47	10.87	8.16
31	15.0	7.55	19.84	11.0
61	24.12	10.81	73.76	16.4
92	23.25	10.83	90.8	17.8
122	34.0	11.61	122.7	19.1
153	38.0	12.8	124.8	19.3
183	26.3	10.6	94.0	18.1

ANEXO No. 9
PESO Y LONGITUD PROMEDIO DE TILAPIA Y CARPA
POR TRATAMIENTO EN COSECHA FINAL

	TILAPIA		CARPA	
	GRAMOS	CENTIMETROS	GRAMOS	CENTIMETROS
QUIMICO	26.3	10.6	94.0	
GALLINAZA	74.1	13.5	681.0	
CERDAZA	54.8	14.2	580.0	

COSECHA FINAL A LOS 183 DIAS DE INICIADO EL ESTUDIO CON LA POBLACION EXISTENTE.

CUADRO No. 10

PESOS MEDIOS INDIVIDUALES DE TILAPIA POR TRATAMIENTO,
SEGÚN RANGOS DE TALLA ESTABLECIDOS EN COSECHA FINAL

LONGITUD cm.	QUIMICO gr.	GALLINAZA gr.	CERDAZA gr.
Menores de 7	5.67	5.1	7.39
7 - 14	26.0	46.0	50.5
Mayores de 14	51.0	135.5	115.0

ANEXO No. 11

COSECHA
ESTANQUE DE GALLINAZA No. 1

	UNIDADES	KILOS	PROMEDIO GRAMOS	PROMEDIO CENTIMETROS
CARPA	6	3.86	643	34
ALEVIN DE TILAPIA	-	16.42	-	-
TILAPIA > 100 gr.	141	20.08	142	19
TILAPIA < 100 gr.	440	20.08	46	11.1
CARACOL	96	2.95	31	
CARACOL PEQUEÑO	40	0.68	38	
BIOMASA		64.07		

ESTANQUE DE GALLINAZA No. 2

	UNIDADES	KILOS	PROMEDIO GRAMOS	PROMEDIO CENTIMETROS
CARPA	3	2.27	760	30
ALEVIN DE TILAPIA	-	14.71	-	-
TILAPIA > 100 gr.	220	28.34	129	18
TILAPIA < 100 gr.	322	14.77	46	12.9
CARACOL	105	3.24	31	
CARACOL PEQUEÑO	27	0.28	10	
BUTE	19	0.68	36	
BIOMASA		64.29		

ANEXO No. 12

COSECHA
ESTANQUE DE CERDAZA No. 1

	UNIDADES	KILOS	PROMEDIO GRAMOS	PROMEDIO CENTIMETROS
CARPA	14	7.33	524	37.4
ALEVIN DE TILAPIA	-	1.9	-	-
TILAPIA > 100 gr.	72	7.95	110	19
TILAPIA < 100 gr.	292	15.71	54	13
CARACOL	72	2.95	41	
BUTE	-	2.55	-	
BIOMASA		38.39		

ESTANQUE DE CERDAZA No. 2

	UNIDADES	KILOS	PROMEDIO GRAMOS	PROMEDIO CENTIMETROS
CARPA	7	4.85	693	39.5
ALEVIN DE TILAPIA	-	13.29	-	
TILAPIA > 100 gr.	8	0.96	120	20.3
TILAPIA < 100 gr.	508	23.69	47	13.1
CARACOL	212	5.45	26	-
BIOMASA		48.24		

ANEXO No. 13

COSECHA

ESTANQUE DE QUIMICO No. 1

	UNIDADES	KILOS	PROMEDIO GRAMOS	PROMEDIO CENTIMETROS
CARPA	46	3.18	65	16.0
ALEVIN DE TILAPIA	-	0.82	-	-
TILAPIA > 100 gr.	-	-	-	12
TILAPIA < 100 gr.	510	11.9	23	-
CARACOL	37	0.94	25	-
ALMEJOAS	32	3.24	101	-
BUTE	-	0.65	-	-
BIOMASA0		20.73		

ESTANQUE DE QUIMICO No. 2

	UNIDADES	KILOS	PROMEDIO GRAMOS	PROMEDIO CENTIMETROS
CARPA	30	4.32	114	20.2
ALEVIN DE TILAPIA	-	3.44	-	-
TILAPIA > 100 gr.	20	1.02	51	15
TILAPIA < 100 gr.	446	12.75	29	9
CARACOL	37	1.0	27	-
BIOMASA		22.53		

ANEXO No. 14

COSECHA PROMEDIO POR ESTANQUE DE 250 M2

TRATAMIENTO	KGS. PESCADO	TILAPIA < 100 GR.	TILAPIA > 100 GR.
QUIMICO	16.6	478	10
GALLINAZA	44.66	381	180.5
CERDAZA	30.23	400	40

TRATAMIENTO	CARPA < 100 GR.	CARPA > 100 GR.	KGS. ALEVIN
QUIMICO	22.5	15	2.14
GALLINAZA	0	4.5	15.54
CERDAZA	0	10.5	7.6

TRATAMIENTO	KGS. CARACOL
QUIMICO	0.96
GALLINAZA	3.58
CERDAZA	4.2

ANEXO No. 15

PRODUCCION TOTAL DE LOS 6 ESTANQUES A LOS 6 MESES DE
LA SIEMBRA

TRATAMIENTO	KGS. PESCADO	TILAPIA < 100 GR.	TILAPIA > 100 GR.
QUIMICO	33.18	956	20
GALLINAZA	89.32	762	361
CERDAZA	60.45	800	80

TRATAMIENTO	CARPA < 100 GR.	CARPA > 100 GR.	KGS. ALEVIN
QUIMICO	49	30	4.26
GALLINAZA	0	9	31.14
CERDAZA	0	21	15.2

TRATAMIENTO	KGS. CARACOL
QUIMICO	1.93
GALLINAZA	7.15
CERDAZA	8.41

ANEXO No. 16

**PRODUCCION DE BIOMASA POR TRATAMIENTO EN KILOS
A LOS 6 MESES DE LA SIEMBRA
EN PROMEDIO DE ESTANQUE DE 250 M2**

QUIMICO	19.70
GALLINAZA	63.81
CERDAZA	42.03

ANEXO No. 17

**TASAS DE PRODUCCION DE BIOMASA
Kg/Ha./año DE LOS TRES TRATAMIENTOS**

QUIMICO	157.60
GALLINAZA	548.48
CERDAZA	336.24

ANEXO No. 18**TASA DE PRODUCCION DE BIOMASA
Hg/Ha./dfa DE LOS TRES TRATAMIENTOS**

QUIMICO	0.43
GALLINAZA	1.40
CERDAZA	0.92

ANEXO No. 19

PRESUPUESTO DE UN SISTEMA POLICULTIVO DE TILAPIA, CARPA Y CARACOL CON ABONO DE GALLINAS PONEDORAS PARA UN ESTANQUE DE 250 M2.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/UNIDAD	VALOR
1. COSTOS VARIABLES:				
Alevin de tilapia	c/u	500	0.05	25.00
Alevin de carpa	c/u	50	0.05	2.50
Caracol adulto	c/u	50	0.05	2.50
Gallinas ponedoras de 45 semanas	c/u	25	6.00	150.00
Alimento concentrado	qq.	13	30.00	390.00
Vacunas	c/u	2	5.00	10.00
Medicinas				15.00
Total de costos variables:				580.00
2. BENEFICIOS:				
PESCADO:				
< 100 gr.	Kg.	17.43	5.50	95.87
> 100 gr	Kg	27.23	6.60	179.72
Alevin	c/u	5138	0.05	256.90
Caracol	c/u	134	0.05	6.70
Beneficio parcial:				539.19
GALLINAS:				
Huevos	c/u	883	0.21	185.43
Gallinas	c/u	25	6.00	150.00
Beneficio parcial:				335.43
Beneficio total:				874.62
3 INGRESO DESPUES DE COSTOS VARIABLES:				279.62
4. COSTOS FIJOS: (De inversión)				
Tierra	m2	250	0.07	17.50
Construcción de estanque	m2	250	(0.79 = 197.5/25)	197.50
Gallinero	c/u	1	(95.00/4)	23.75
Total de costos fijos:				238.75

5. INGRESO DESPUES DE LA INVERSION: (Costos fijos)				230.47
6. MANO DE OBRA OPERACIONAL:				
Alimentar gallinas y recolectar huevos	Jornal	12	3.00	36.00
Mantenimiento	Jornal	6	3.00	18.00
Cosecha	Jornal	2	3.00	<u>06.00</u>
Total de mano de obra:				60.00
7. INGRESO DESPUES DE MANO DE OBRA:				170.47

- Costos y beneficios por estanque de 250 m² en un ciclo biológico de 6 meses de crecimiento.
- En la práctica se espera que el beneficio económico por la venta de huevos sea mayor por un porcentaje de postura superior. Las gallinas fueron recibidas de un año de edad y en malas condiciones físicas, pero cumplieron con la función principal del experimento que era la de proveer gallinaza al estanque por 6 meses y medio.
- Dólar: 2.70 quetzales.

ANEXO No. 20

**PRESUPUESTO DE UN SISTEMA POLICULTIVO DE TILAPIA,
CARPA Y CARACOL CON ABONO DE CERDO PARA UN
ESTANQUE DE 250 M2**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/UNIDAD	VALOR
1. COSTOS VARIABLES:				
Alevin de tilapia	c/u	500	0.05	25.00
Alevin de carpa	c/u	50	0.05	2.50
Caracol adulto	c/u	50	0.05	2.50
Lechon de 2 meses	c/u	1	40.00	40.00
Alimento concentrado	qq.	16	27.50	444.80
Medicinas				10.00
Total/costos variables:				524.80
2. BENEFICIOS:				
PESCADO:				
< 100 gr.	kg.	39.45	5.50	216.98
> 100 gr.	Kg.	21.14	6.60	139.52
Alevin	c/u	2363	0.05	118.15
Caracol	c/u	284	0.05	14.20
Beneficio parcial:				488.85
CERDOS:				
De 8 meses de edad	c/u	1	200.00	200.00
Lechones Lactantes	c/u	5	20.00	100.00
Beneficio parcial				300.00
3. INGRESO DESPUES DE COSTOS VARIABLES:				
				263.45

4. COSTOS FIJOS (De inversión)				
Tierra	m2	250	0.17	17.50
Construcción de estanque	m2	250	(0.79.197.5/25)	7.90
Construcción de cochiquero	c/u	1	(300.0/25)	<u>12.00</u>
Total de costos fijos:				37.40
5. INGRESO DESPUES DE LA INVERSION: (Costos fijos)				226.05
6. MANO DE OBRA OPERACIONAL:				
Alimentar cerdos y abonar Estanques	Jornal	12	3.00	36.00
Mantenimiento	Jornal	1	3.00	3.00
Cosecha	Jornal	2	3.00	<u>6.00</u>
Total de mano de obra:				45.00
7. INGRESO DESPUES DE MANO DE OBRA:				181.05

- Costos y beneficios por estanque de 250 m2 en un ciclo biológico de 6 meses de crecimiento.
- En la práctica de cerda pareó dos meses finalizado el experimento pero los resultados fueron incorporados al presupuesto
- Dólar: 2.70 quetzales.

ANEXO No. 21

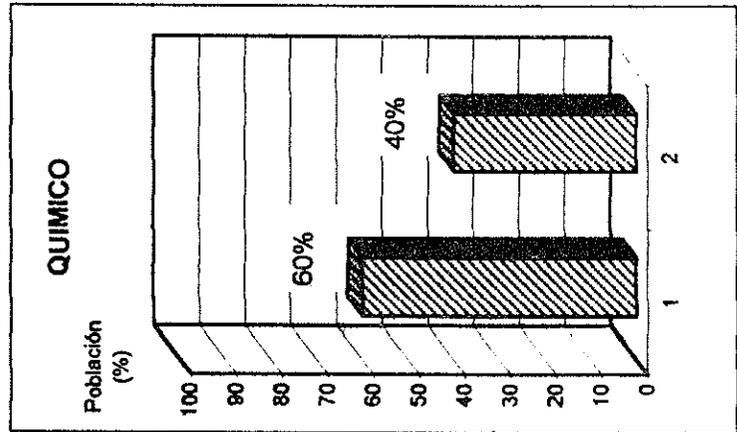
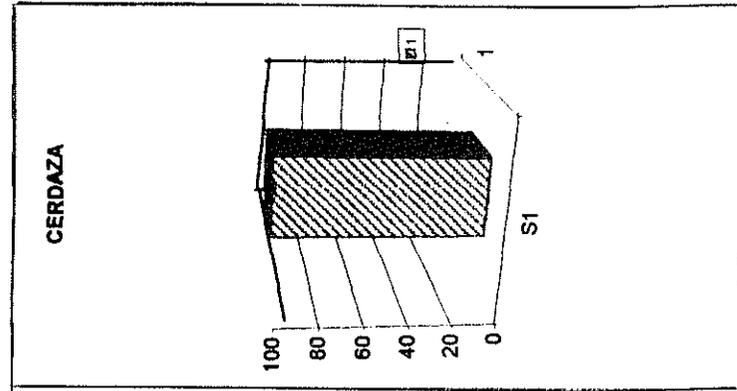
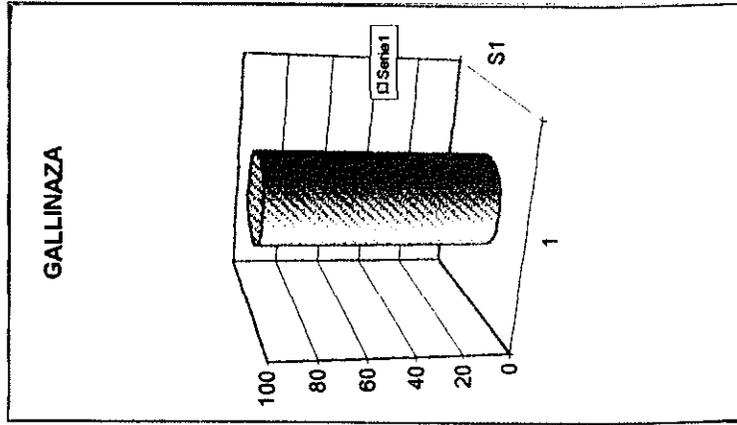
**PRESUPUESTO DE UN SISTEMA POLICULTIVO DE TILAPIA,
CARPA Y CARACOL CON ABONO DE CERDO PARA UN
ESTANQUE DE 250 M2**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/UNIDAD	VALOR
1. COSTOS VARIABLES:				
Alevín de tilapia	c/u	500	0.05	25.00
Alevín de carpa	c/u	50	0.05	2.50
Caracol adulto	c/u	50	0.05	2.50
Abono 16-20-0	Kg.	59	0.85	50.15
Total/costos variables:				80.15
2. BENEFICIOS:				
PESCADO:				
< 100 gr.	kg.	27.84	5.50	153.12
> 100 gr.	Kg.	5.34	6.60	35.24
Alevín	c/u	703	0.05	35.15
Caracol	c/u	74	0.05	3.70
Beneficio total:				227.21
3. INGRESO DESPUES DE COSTOS VARIABLES:				147.06
4. COSTOS FIJOS:				
(De inversión)				
Tierra	m2	250	0.17	17.50
Construcción de estanque	m2	250	(0.79 197.5/25)	7.90
Total de costos fijos:				25.40
5. INGRESO DESPUES DE LA INVERSION: (Costos Fijos)				121.66

6. MANO DE OBRA OPERACIONAL:				
Abonamiento	Jornal	2	3.00	6.00
Cosecha	Jornal	2	3.00	<u>6.00</u>
Total de mano de obra:				12.00
7. INGRESO DESPUES DE MANO DE OBRA:				109.66

Costos y beneficios por estanque 250 m² en un ciclo biológico de 6 meses de crecimiento.

U.S. Dolar: 270 quetzales.



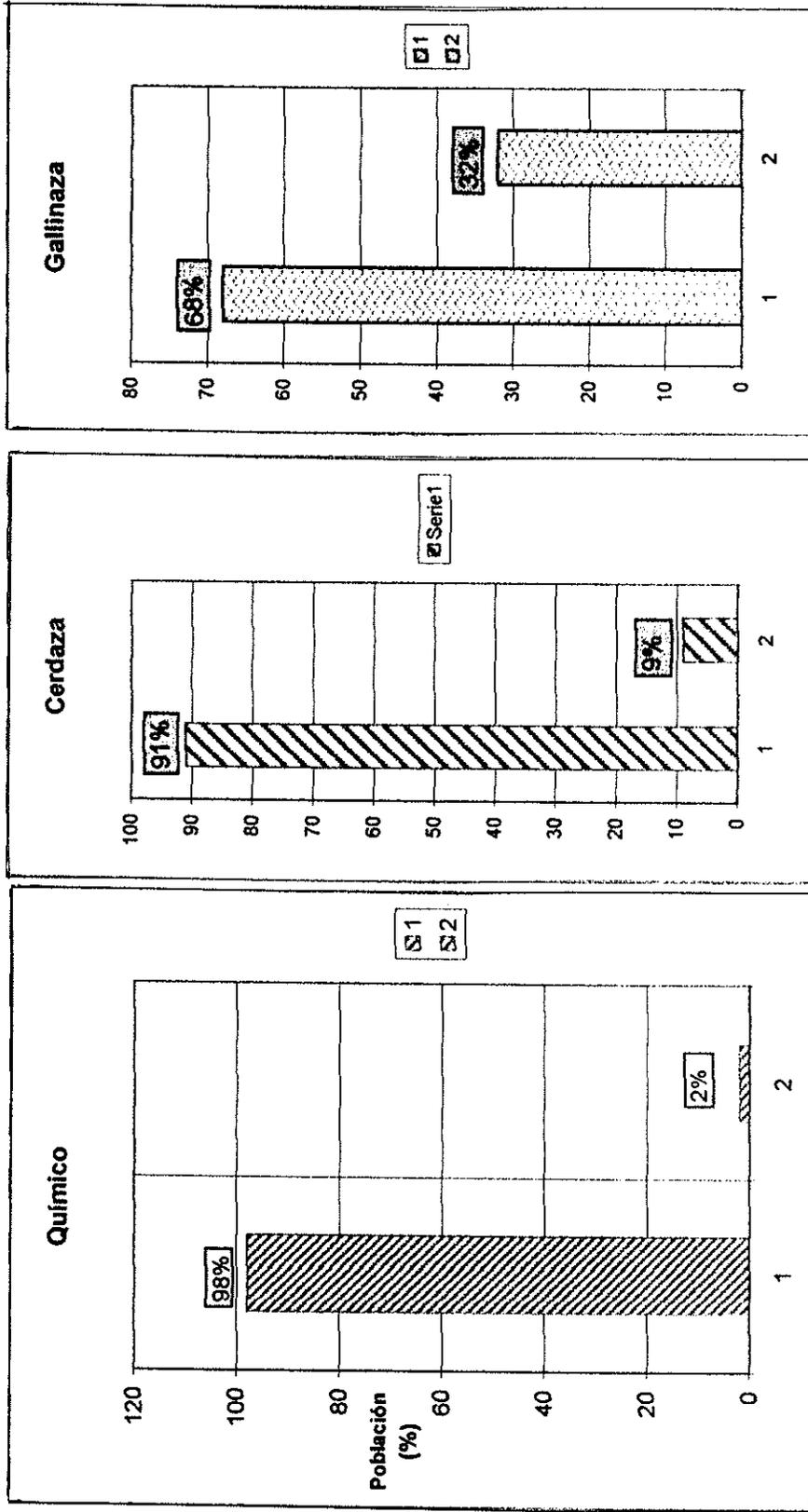
15 -15 >20
<100 >100

15 -20 >20
<100 >100

Cm. 8 - 15 >15
Gr. <100 >100

ANEXO No. 22

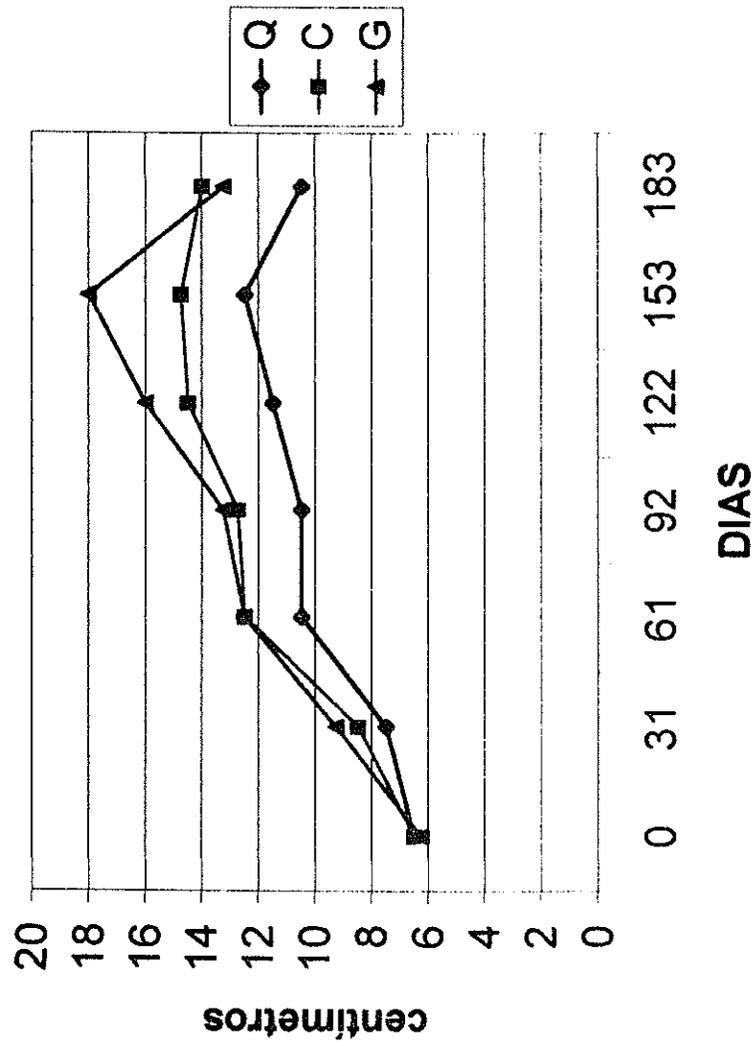
Distribución porcentual de la población de carpas en cosecha final según factores longitud y peso en dos rangos, por estanque de 250 m².



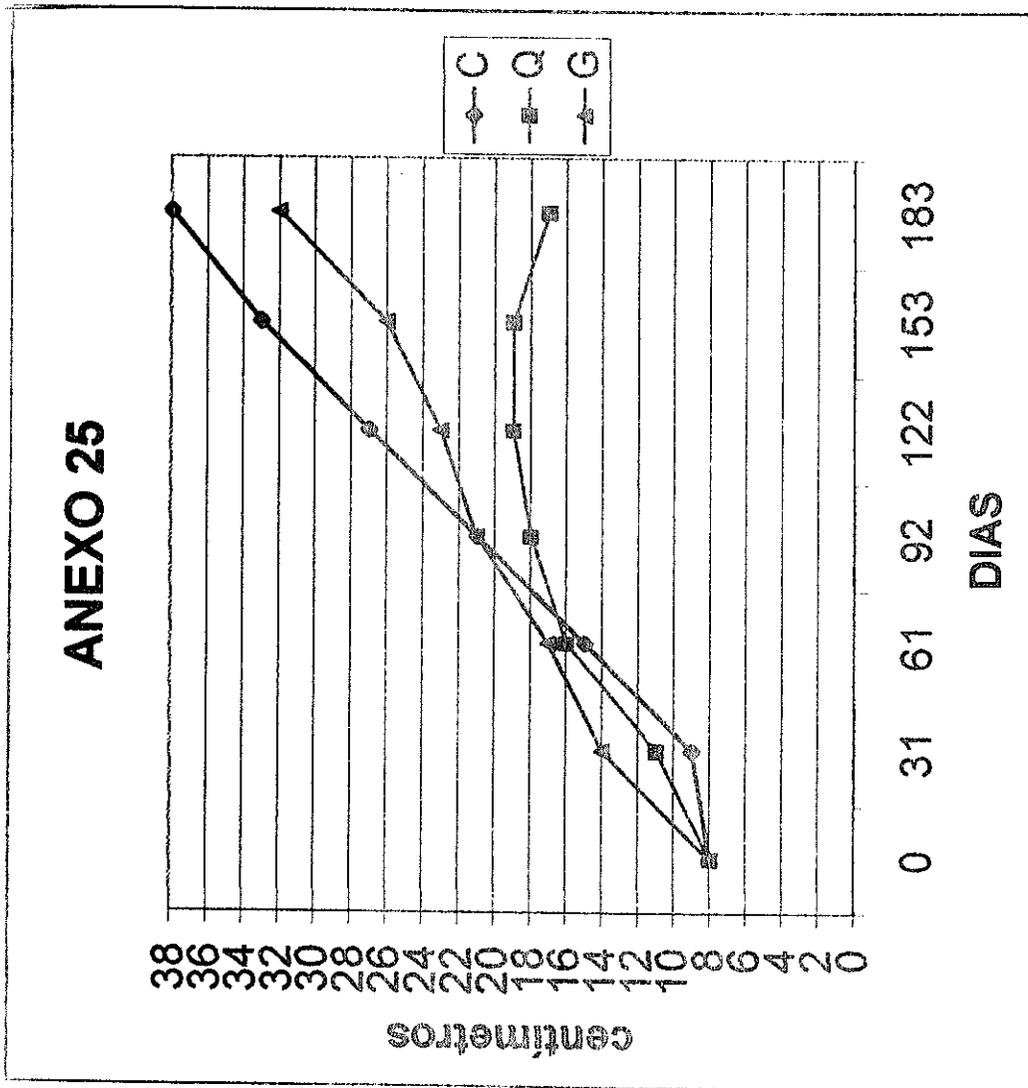
Cm. 8 - 15 >15
 Gr. <100 >100

ANEXO No. 23
 Distribución porcentual de la población de tilapia en cosecha final según el factor longitud y peso en dos rangos, por estanques de 250 m².

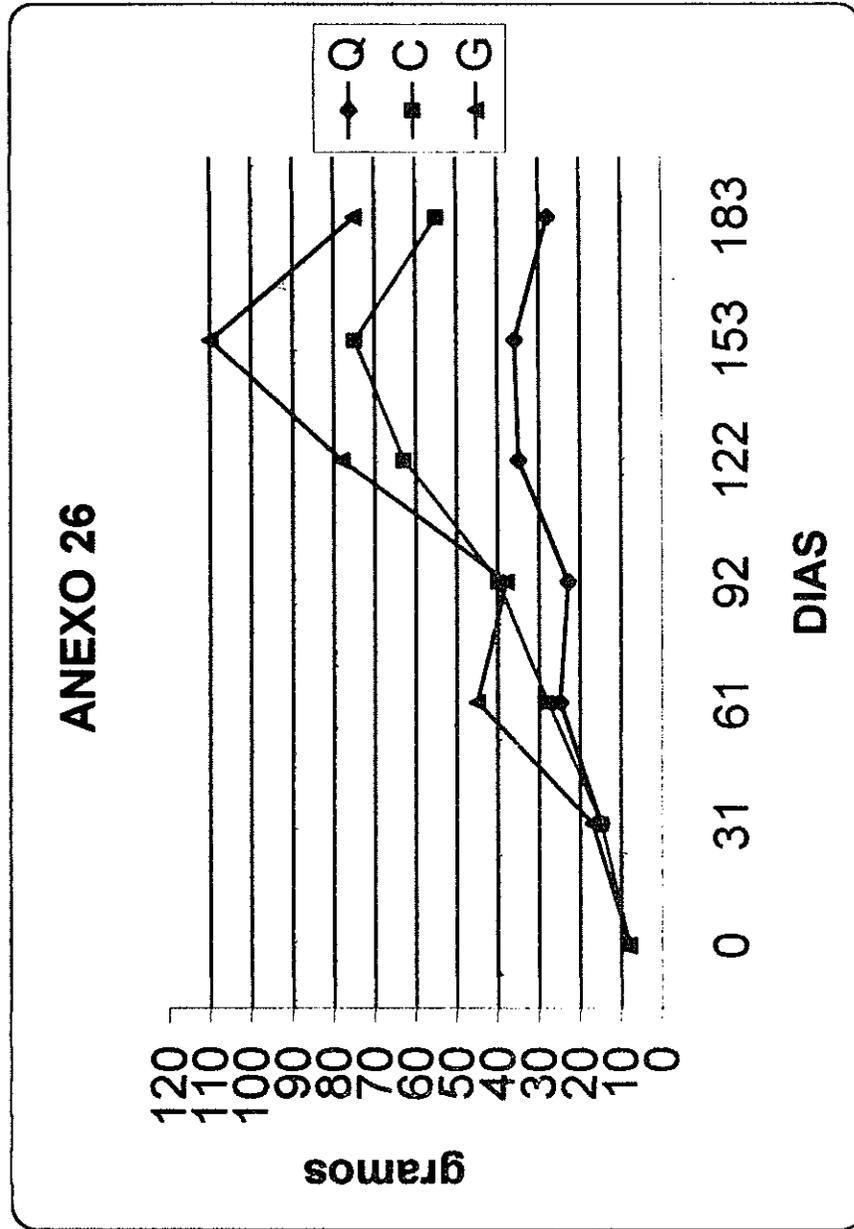
Anexo No. 24



1: Crecimiento longitudinal en centímetros de tilapias en los 3 tratamientos : G = gallinaza, C = cerdaza y Q =químico.



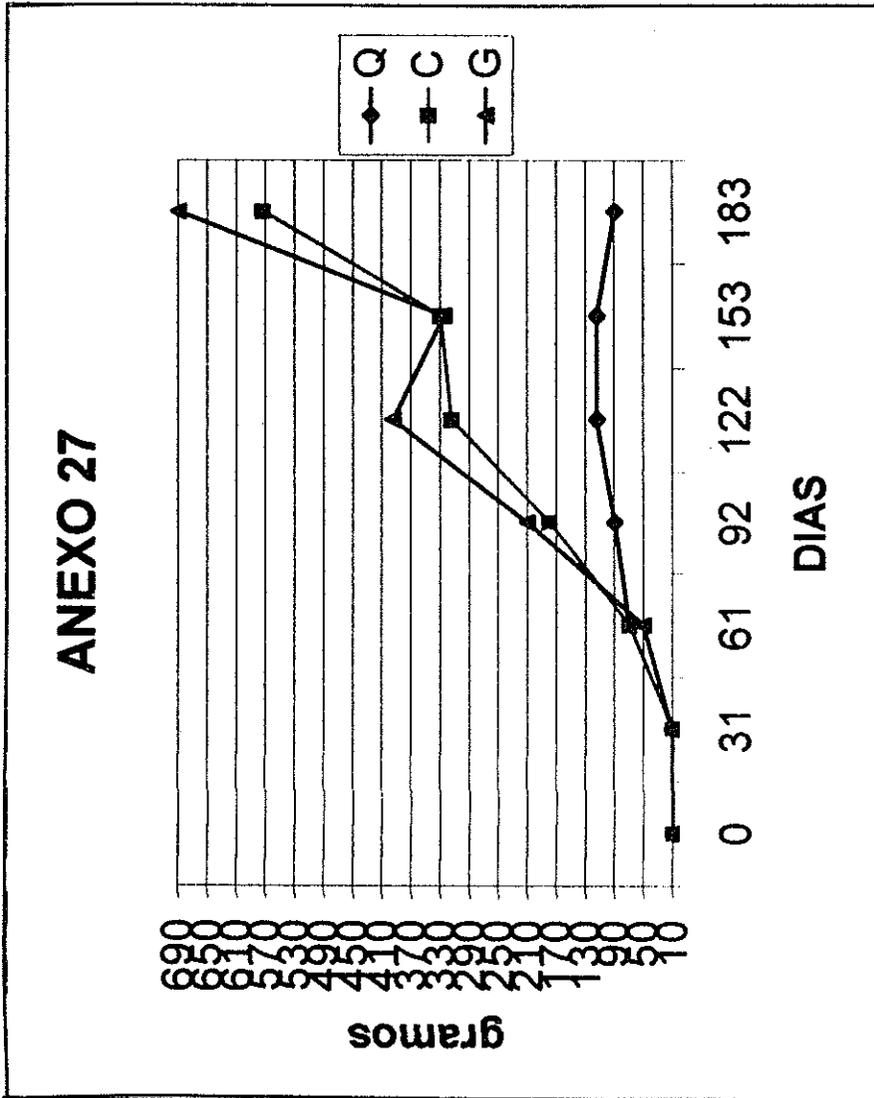
ANEXO No.25
 Crecimiento longitudinal en centímetros de carpas en los 3
 tratamientos: G = gallinaza, C = cerdaza y Q = químico.



ANEXO No. 26

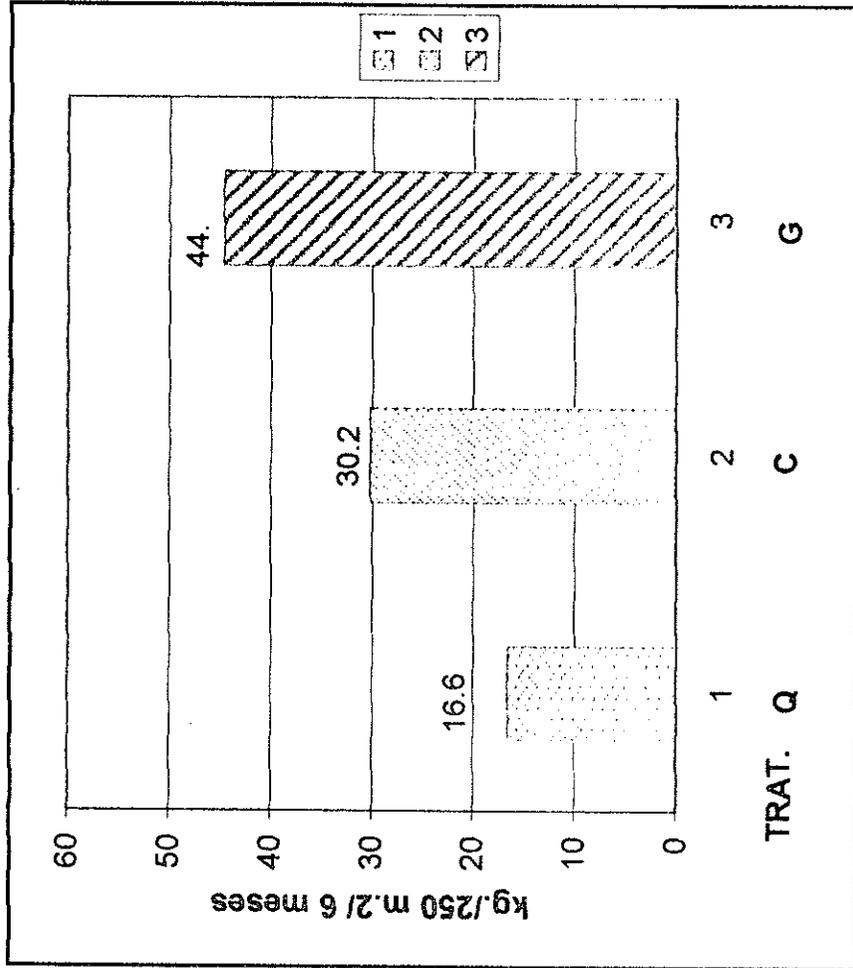
Ganancia de peso en gramos de tilapia en los 3 tratamientos:

G = gallinaza, C = cerdaza y Q = químico.



ANEXO No. 27

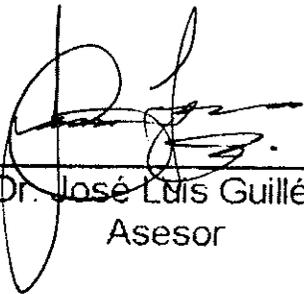
Ganancia de peso de gramos de carpa en los 3 tratamientos:
G = gallinaza, C = cerdaza y Q = químico.

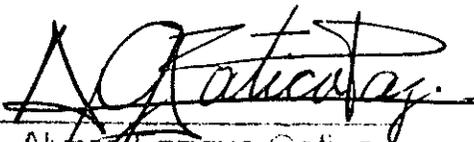


Prod. Promedio de pescado en estanque de 250 m2. En 6 meses de crecimiento.


Br. Jesús Alfredo Ruiz Gómez


Dr. Mario Augusto Ramirez López
Asesor Principal


Dr. José Luis Guillén
Asesor


Dr. Alvaro Enrique Galicia
Asesor


IMPRIMASE Lic. Rodolfo Chang Shum
DECANO

