



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

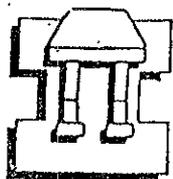
CAMPUS IZTACALA

“VALORACION DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LARVAS DE MOSCA COMUN (Musca domestica) INCUBADAS EN DESECHOS ORGANICOS PARA LA ALIMENTACION DE CRIAS DE TRUCHA ARCO IRIS (Oncorhynchus mykiss).”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A
ANTONIO VAZQUEZ OLARRA

DIRECTOR DE TESIS:

MARIO ALFREDO FERNANDEZ ARAIZA



IZTACALA

TLALNEPANTLA, EDO, DE MEXICO.

1998

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

258951



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

GRACIAS A DIOS.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO por brindarme un espacio para mi formación en esta mi muy querida Biología.

Al señor Isidro Gutiérrez Jiménez por su apoyo incondicional al facilitarnos la estanquería de su granja, así como las crías, el alimento balanceado, el hospedaje y su amistad.

A toda la familia Gutiérrez Jiménez quienes resguardaron en sus hogares los moscarios, así como las incubadoras.

A la Q.F.B. María Eugenia Garín Aguilar quien supervisó el desarrollo del análisis químico proximal.

Al Biol. Antonio Cisneros y al Biol. Angel Duran por su disposición para la ejecución de los análisis estadísticos.

A los profesores que revisaron este proyecto de tesis, quienes con sus observaciones enriquecieron el contenido de esta investigación.

DRA. NORMA NAVARRETE SALGADO

M. EN C. REGINA SANCHEZ MERINO

BIOL. HECTOR BARRERA

BIOL. ALBA MARQUEZ ESPINOZA

Un reconocimiento al Biólogo Mario Alfredo Fernández Araiza jefe del área de Metodología Científica IV quien acertadamente dirigió este trabajo, y quien a través de estos años siempre tuvo tiempo y palabras de aliento para la conclusión del mismo.

DEDICATORIA

A mi madre la señora Glafira Olarra Benítez quien con su ejemplo de esfuerzo trabajo y disciplina sembró en mi ese deseo constante de superación.

A mi padre Isidro Vázquez Juárez, él quizá sin imaginarlo me enseñó este amor por la naturaleza.

A mis hermanos Elisa, Marina, Isidro, Javier y Glafira, ya que su ejemplo siempre será un estímulo importante para mí.

A mis sobrinos, ustedes con su energía nos obligan a ser mejores cada día, para ellos este trabajo.

A mis hijas Ingrid e Iracema, mi mejor motivación .

Para ti Rocío, que esto sirva de estímulo para la conclusión de la licenciatura que ahora cursas.

INDICE

RESUMEN.....	5
INTRODUCCION.....	6
ANTECEDENTES.....	9
OBJETIVO.....	13
OBJETIVOS PARTICULARES	13
METODOLOGIA.....	14
RESULTADOS.....	17
PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA	17
ANÁLISIS PROXIMAL	22
RESPUESTA BIOLÓGICA.....	24
DISCUSION.....	34
PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA	34
ANÁLISIS PROXIMAL	36
RESPUESTA BIOLÓGICA	39
CONCLUSIONES.....	44
BIBLIOGRAFIA.....	45
APENDICE.....	50

RESUMEN

Con el fin de evaluar la calidad nutricional de larvas de mosca común Musca domestica , en la alimentación de crías de trucha arco iris Oncorhynchus mykiss , se realizó un ensayo donde se alimentaron 200 peces por un periodo de 90 días; para ello se formularon cuatro dietas de la siguiente manera : la dieta A (control) consistente en el 100 % de alimento balanceado " El pedregal " , la dieta B formulada con 65 % de alimento balanceado y 35 % de larvas vivas, una dieta C en base al 35 % de alimento balanceado más 65 % de larva viva y la dieta D que se le proporciono 100 % de larva viva de mosca.

La calidad nutricional de larvas de Musca domestica se determinó a partir de un análisis proximal; para conocer la respuesta de los peces a este alimento se registro el incremento en peso y longitud, tasa de crecimiento diario en peso y longitud, factor de conversión alimenticia, factor de condición y mortalidad.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el incremento en peso y longitud entre las dietas A, B y C ($p < 0.05$); no obstante después de un análisis de regresión y un posterior análisis de comparación de pendientes, se atribuye a las dietas A y C un crecimiento más rápido, ya que muestran los valores de la pendiente más elevados .

Se demostró que la larva de Musca domestica puede ser utilizada como un sustituto del alimento comercial hasta un 65 % de la cantidad a suministrar en la alimentación de crías de trucha.

INTRODUCCION

La acuicultura es una industria en desarrollo, donde se cultivan organismos acuáticos bajo condiciones controladas en hasta ahora tres niveles de producción: cultivo intensivo, semi intensivo y extensivo; el crecimiento de la acuicultura a nivel mundial es mayor (8.7 %) si se le compara con cualquier otro sistema de producción animal (carne 2.7 %, leche 17.7 %, huevo 3.3 %) o vegetal (cereales 1.7 %, forrajes 3.8 %, soya 2 %) (Akiyama, 1991).

El florecimiento de las granjas acuícolas ha sido favorecido con la biotecnología y en especial con la alimentación adecuada para la especie que se desarrolla, ya que la buena calidad de los alimentos incrementa la producción por unidad de área, de tal manera que la industria acuícola tiene una buena expansión si cuenta con una industria que le provea de buenos alimentos (Akiyama op cit).

El empleo de alimentos de buena calidad ha permitido el cultivo de especies acuáticas de gran valor comercial con excelentes resultados, tal es el caso de las granjas camaroneras o las granjas trutícolas, que en nuestro país tuvieron su origen en la década de los 40's.

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) es originaria de Norte América y en nuestro país tiene una distribución natural muy amplia que abarca las zonas montañosas y valles que se ubican por encima de los 2000 m., donde las frías corrientes de agua cristalina y oxigenada favorecen su desarrollo.

El cultivo de trucha arco iris se ha extendido en las últimas dos décadas debido al delicado sabor de su carne que posee un alto valor nutricional. como consecuencia se ha desarrollado la biotecnología para su cultivo, lográndose su reproducción, procesamiento y venta, manteniendo a estos organismos en

confinamiento y alimentándolos con dietas artificiales.

La alimentación natural de trucha varía de acuerdo a su edad, estación del año y del hábitat, en general, se ha observado que su dieta se basa en el consumo de zooplancton, crustáceos, almejas, caracoles, pequeños peces, insectos acuáticos y sus estadios larvarios (Forbes, et al., citado por Metcalf y Flint. 1977).

Con la expansión mundial de la acuicultura (entre estas la industria trutícola), se ha incrementado la demanda de alimentos balanceados, que por lo general son formulados a base de harinas de pescado, aceite de pescado y ensilado de pescado; si consideramos que las pesquerías están alcanzando su rendimiento máximo sostenible, una mayor demanda de harina de pescado ha originado un incremento en los precios (Hardy y Toshiro, 1991), por lo cual, los alimentos balanceados y peletizados no son baratos y llegan a representar hasta el 50 % de los costos totales de la producción acuícola, por lo que día a día se eleva el valor comercial de estos productos (Aguilera y Noriega, 1985).

El interés por sustituir parcial o totalmente las harinas de pescado se ha incrementado; harinas de soya, de girasol, levaduras, gluten de maíz, hidrolizados de plumas, así como desechos orgánicos de aves han sido utilizados en la alimentación de peces, todos con buenos resultados lo cual demuestra que la sustitución de las harinas de pescado es factible (Martínez, 1986; Moyano, et al. 1992 ; Gouvela, 1992 ; Rumsey, et al. 1993).

La alimentación de peces con comida natural es recomendable ya que esta garantiza que los nutrientes proporcionados son ingeridos, además también representan el tamaño adecuado de la partícula, estabilidad en el agua y una menor producción de materia orgánica.

Para proveer de alimento natural a los peces en cultivo, se han desarrollado técnicas para la producción de fitoplancton (algas), zooplancton (rotíferos y

crustáceos) y organismos del bentos (*tubifex sp.*).

Aun cuando los insectos representan un buen recurso alimenticio, son pocos los trabajos donde se emplean como alimento para peces. Los insectos tales como efemerópteros, plecópteros, odonatos, megalópteros, trichópteros y dípteros forman parte importante en la alimentación de peces en estanques, limitando su consumo a la producción misma del estanque o bien a la recolección que de estos se pueda hacer (Huet, 1983; Singh et al. 1977).

La larva de mosca común (*Musca domestica*) es un díptero que se caracteriza por su alto contenido proteico, mismo que ha sido comparado con la harina de pescado, carne o soya (Calvert, 1969b), este organismo presenta un ciclo de vida corto y un gran potencial biológico; su fácil manejo y bajos costos de producción la convierten en un organismo adecuado para su explotación en la alimentación de crías de trucha, para de esta manera abatir los costos que el desarrollo y engorda de estos peces involucra; así mismo, al desarrollarlas en la materia orgánica producidas en las zonas aledañas a la estanquería se favorecerá el control de las contaminación, al mismo tiempo que se obtiene un alimento de excelente calidad.

ANTECEDENTES

La contaminación de las aguas es uno de los problemas ecológicos de más actualidad en México, esta es producida por diversos factores, entre los cuales cabe mencionar la debida a diversas sustancias orgánicas que son vertidas cotidianamente en ríos mares y lagunas (Margalef,1981). Los desechos orgánicos son recursos poco utilizados por el hombre, sin embargo, representan un valioso recurso si son empleados apropiadamente.

El potencial dañino del reciclamiento de desechos animales por alimentación, incluye bacterias patógenas, hongos, residuos de pesticidas, medicinas y metales pesados, que pueden ser destruidos por calor o tratamiento químico; por lo cual es posible su utilización como un suplemento alimenticio, al tiempo que se disminuye la contaminación ambiental (Battacharya, et al. 1975); sin embargo, estudios epidemiológicos concluyentes que relacionen el uso de excretas en la acuicultura con enfermedades en humanos no existen, cabe mencionar que todos los patógenos pueden ser destruidos por medio del cocinado (Naegel, 1990).

En algunos sistemas acuaculturales de Asia es común la adición de desechos de vacas a la estanquería, la razón de adicionar heces animales es proveer de materia orgánica degradable, la cual es el material más importante para promover el crecimiento de bacterias, fito y zooplacton que forman parte de la cadena alimenticia (Mishra, et al. 1988).

También en Panamá se han aprovechado las aguas y excretas porcinas para incrementar la productividad de un sistema acuático y se ha reportado que los peces se pueden alimentar directamente del estiércol, sin que estos a su vez pongan en riesgo la salud del hombre (Pretto, 1980).

Algunas de las alternativas para el uso de desechos orgánicos son : nutrientes para la producción de metano microbial y para la **síntesis de proteína a partir de insectos** (Fontenot,1979; Fontenot y Ross 1980).

Fue probablemente Lidner, 1919; citado por Calvert,1979, el primero en usar insectos coprófagos, específicamente Musca domestica para producir proteínas y grasas sobre excretas humanas.

Entre los estudios realizados con larvas de M. domestica destacan los de Calvert, et al.1969a y 1970, quienes determinaron los porcentajes de ecloción en distintos niveles de temperatura y humedad; cuantificaron en 63.5 % la concentración de proteína en harina de pupa, valor similar al de la harina de soya. La harina de larvas de M. domestica ha sido probada en animales de granja y laboratorio, el mismo Calvert, et al. (1969 b) empleo harina de larvas y/o pupas de mosca común como fuentes de proteína alterna en aves de corral, una vez más, estableció como 63.1 % la concentración de proteína y 15.5 % de grasa en harina de pupa, separó amino ácidos y registro todos los esenciales excepto triptofano, también reportó ácidos grasos de importancia nutricional (oleico, linoleico y linolénico) por lo que compara a este recurso con la harina de carne o pescado; concluyen que este recurso provee de suficiente proteína de buena calidad para mantener el crecimiento de pollos .

También Teotia, et al. (1970) alimento a pollos Leghorn con una dieta a base de harina de pupas y otra con harina de soya enriquecidas con suplementos vitamínicos; no encuentra diferencia en el peso o factor de conversión alimenticia entre ambas dietas; sus resultados indican que la harina de pupa de mosca, tiene el potencial para servir como suplemento proteico en pollos de iniciación.

Posteriormente la harina de larva de mosca vuelve a ser probada en aves de corral por Reyes, (1980) y Pacheco, (1980) quienes en un análisis proximal

valoran en 41 % el contenido de proteína y 28 % de lípidos en harina de larva de mosca común, con este material alimentaron a pollos y codornices en crecimiento y no encuentran diferencia significativa en la conversión alimenticia del tratamiento control y el de la harina de larva de mosca .

Los trabajos con *M. domestica* continuaron esta vez con mamíferos cuando Andrade (1987) alimentó a ratas con una dieta a base de larvas y otra de caseína, no reportó diferencias significativas entre ambas dietas, pero sí menciona que los organismos que se alimentaban con la dieta que contenía larvas comían mejor, quizá atraídos por el olor. Realizó un análisis proximal a la harina de larva de mosca en base seca y reporta 54.6 % de proteínas, 30.27 % de grasa y 1.8 % de carbohidratos; determinó la composición de ácidos grasos y encuentra entre otros ácido oleico, linolénico y linoleico, estos de importancia nutricional para el desarrollo de la trucha, ya que se ha reportado que con la presencia de estos ácidos en concentraciones del 1 % en la dieta se favorece el rango de crecimiento y se incrementa el factor de condición, además de ser preventivos de algunas enfermedades como erosión de las espinas, miopatía en el corazón y síndrome del shock (Castell, et al. 1972).

Son pocos los trabajos de investigación donde se estudien los hábitos entomófagos de los peces; uno de estos trabajos fue el realizado por Singh, et al. (1977) quienes observaron los diferentes hábitos alimenticios de las crías de *Ctenopharingodon idella*, ellos sugieren que estos organismos pueden ejercer algún control sobre las poblaciones de larvas de mosquito, pues estas son ingeridas con gran avidez cuando se encuentran entre la vegetación acuática, aún en presencia de alimentos preferenciales (zooplacton).

La producción de larvas para la alimentación de peces comerciales es hasta ahora nula, Bondari y Sheppard (1981) colectaron larvas de mosca soldado

Hermetia illucens en gallinaza y las usaron como alimento para bagre y tilapia, demostraron que la larva de mosca soldado es capaz de convertir las heces de pollo en un alimento de calidad cuando es usado solo o en combinación con alimentos balanceados.

Nandeesh, et al. en su artículo " Efecto de las pupas no desengrasadas del gusano de seda en dietas para el crecimiento de carpa común Cyprinus carpio " publicado en 1990, cuantifico en 41 % la concentración de proteína y 18 % de grasa en este organismo, alimentaron carpas con dietas que contenían diferentes proporciones de harina de pescado y pupas, encontrando al final que los incrementos en peso y longitud fueron mejor en las dietas que solo contenían harina de pupas, la conversión del alimento vario muy poco en las diferentes dietas y la digestibilidad de las grasas fue mejor en las dietas que contenían mayor proporción de harina de pupas. Cuando suministran pupas sin grasa registran un crecimiento pobre, por lo que concluyen que un aumento en el nivel de pupa aumenta el crecimiento, indicando la posible presencia de factores que promueven este proceso, consideran que las pupas pueden ser utilizadas para disminuir los costos de alimentación y obtener una más alta producción .

La trucha es un pez oportunista que se come lo que este disponible en el momento, se ha reportado que los dípteros y cladoceros forman la alimentación de primavera - verano en el lago Argyle, Illinois (Jahn y Lendman, 1993); siendo la mosca común un díptero, su empleo en la alimentación de truchas es entonces compatible con el espectro trófico de estos organismos y representa la posibilidad de lograr una producción óptima a bajo costo; el crecimiento de larvas de mosca sobre excretas, pretende brindar una solución al problema de la disposición de los desechos orgánicos, al mismo tiempo que se obtiene un fertilizante potencial y proteína de alta calidad .

Se espera que en la alimentación con este recurso natural, renovable, el desarrollo sea más rápido y los costos originados por el alimento disminuyan, para que la trucha que ha llegado a ser considerada un platillo de lujo, se coloque al alcance de todos los sectores de nuestra población .

OBJETIVO

Evaluar la calidad nutricional y eficiencia alimenticia de larvas de mosca común (*Musca domestica*) en la alimentación de crías de truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en una granja con estanquería rústica en Cahuacan, Estado de México.

Objetivos particulares.

Elaborar un análisis proximal a larvas de mosca común, para cuantificar la concentración de proteínas, carbohidratos, lípidos, ceniza y humedad.

Estimar factor de conversión alimenticia , factor de condición, tasa de crecimiento y mortalidad en las dietas que se emplearan.

Se espera que en la alimentación con este recurso natural, renovable, el desarrollo sea más rápido y los costos originados por el alimento disminuyan, para que la trucha que ha llegado a ser considerada un platillo de lujo, se coloque al alcance de todos los sectores de nuestra población .

OBJETIVO

Evaluar la calidad nutricional y eficiencia alimenticia de larvas de mosca común (Musca domestica) en la alimentación de crías de truchas arco iris (Oncorhynchus mykiss) en una granja con estanquería rústica en Cahuacan, Estado de México.

Objetivos particulares.

Elaborar un análisis proximal a larvas de mosca común, para cuantificar la concentración de proteínas, carbohidratos, lípidos, ceniza y humedad.

Estimar factor de conversión alimenticia , factor de condición, tasa de crecimiento y mortalidad en las dietas que se emplearan.

METODOLOGIA

Se emplearon un total de 200 crías de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) de 81 días de nacidas, originarias de la unidad de producción piscícola " El Zarco " con un peso promedio de 1.1 g. y una longitud promedio de 3.7 cm., mismas que fueron separadas aleatoriamente en cuatro lotes de 25 organismos cada uno, cada lote con una repetición y mantenidas en cuatro canaletas de concreto de (3.0)(0.6)(0.25) m., que se ubican dentro de una construcción usada como incubadora en la granja de truchas " Truchilandia ", situada en " El Paso del Río ", 5° barrio de Cahuacan , Villa Nicolas Romero, estado de México, durante el periodo de tiempo comprendido entre el 17 de mayo al 15 de agosto de 1991.

Para evaluar la calidad del agua donde se desarrollaron los organismos se determinaron semanalmente y a la misma hora (entre 11:45 AM. y 12: 00 PM.) los siguientes parámetros:

temperatura con termómetro de mercurio marca Taylor escala -10° a 50 ° C, concentración de oxígeno disuelto por el método de Winkler y transparencia con un disco de Secchi; el flujo de agua que fue controlado con llaves de paso, se calculó con el tiempo que tardaba en llenarse un recipiente de 10 l. y extrapolando a un minuto; mensualmente se estimó la alcalinidad por titulación con ácido sulfúrico 0.02 N., dureza por titulación con EDTA 0.01 M. y amonio por comparación de muestras según los métodos descritos en APHA, 1975 y Franco, et al. 1985.

Cada lote fue alimentado diariamente con el 10 % de su peso corporal dividido en tres raciones, según lo recomienda Brown (1977) durante los primeros 30 días. Al observarse un desperdicio del alimento balanceado las raciones se disminuyeron al 5 % del peso corporal, ración propuesta por Maria, et al. 1985;

por un periodo de 60 días; para lo cual se diseñaron tres tratamientos a base de alimento balanceado, peletizado y larvas vivas de *Musca domestica*, aportando estas el 35 %, 65 % y 100 % de la cantidad total de alimento experimental según lo propuesto por Nandesha, et al. (1990) además de un lote testigo al que se le proporcionó 100 % de alimento balanceado, estableciendo por duplicado el siguiente diseño:

DIETA	ALIMENTO	LARVAS BASE
	BALANCEADO	HUMEDA
	%	%
A	100	0
B	65	35
C	35	65
D	0	100

El alimento vivo se obtuvo a partir de un cultivo de larvas *M. domestica* incubadas en cerdaza, mismo que se implementó en la zona de estudio.

La evaluación de la calidad nutricional de larvas de *M. domestica* se fundamentó en la composición del recurso utilizado, así como en la respuesta de los peces a este alimento. Larvas vivas fueron secadas en una estufa a una temperatura de 100 ° C a peso constante, cuatificándose la concentración de proteínas por el método de Kjeldhal, modificado por Gunning - Arnold, lípidos por el método de Goldfish, humedad por evaporación, carbohidratos por diferencia en peso y ceniza por cremación a 600 grados centígrados, (técnicas descritas en González y Peñaloza 1984).

Para evaluar la eficiencia alimenticia, cada uno de los peces fue introducido en una bolsa de polietileno y pesado en una balanza granataria marca OHAUS con una precisión de 1 - 610 g. y registrada su longitud patrón con un ictiometro graduado en centímetros cada quince días. Con los datos de longitud y peso se estimó el factor de condición de acuerdo al modelo propuesto por Le Creen, 1965, citado por Ricker, 1975 $W = a L^{exp n}$, donde " a " representa el factor de condición; así también se calculó la tasa de crecimiento diario en peso y longitud según Parker y Larkin 1959.

Se registró la cantidad de alimento suministrado en cada tratamiento para obtener el factor de conversión alimenticia, por la relación cantidad de alimento distribuido / producción total (Huet, 1972).

En la fase experimental se registró mortalidad de organismos, los que se fijaron con formalina al 10 % para su posterior disección. En el mes de mayo los peces de los cuatro lotes fueron afectados por Ichtiofitiriasis o " punto blanco ", para lo cual se aplicó verde de malaquita directamente al agua de las canaletas (Aguilera, et. al. 1985), sin obtener buenos resultados, se optó por la alternancia en los flujos de agua, aumentándolo y disminuyéndolo durante cortos periodos de tiempo (20 minutos).

Se aplicó un análisis de varianza factorial ($P < 0.05$) para probar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, así como pruebas de Tukey ($P < 0.05$) para determinar que tratamientos tenían un comportamiento diferente. Se llevó a cabo una regresión lineal y un posterior análisis de comparación de pendientes para conocer cual tratamiento contó con un crecimiento más rápido, (Scheffler, 1981; Cisneros, et al. 1986).

RESULTADOS

Parámetros fisicoquímicos del agua

Las evaluaciones correspondientes a los parámetros fisicoquímicos se muestran graficadas en las figuras 1, 2, 3 y 4.

La figura 1 muestra la interacción oxígeno - temperatura en nuestro sistema, en esta se observa que las concentraciones más bajas de oxígeno (5.4 - 5.9 ppm) corresponden también a las temperaturas más altas (16 ° C) y estas se registran durante los días 24 y 31 del mes de mayo. El día 15 del mes de junio tenemos la más alta concentración de oxígeno (6.9 ppm) y también un valor de temperatura alto (16° C).

A partir del día 22 de junio y hasta el 16 de agosto en que finalizan los registros en la zona de estudio, la temperatura del agua disminuyo en un rango de 15 a 11 ° C, mientras que la concentración de oxígeno se mantuvo en un nivel de 6.1 a 6.7 ppm.

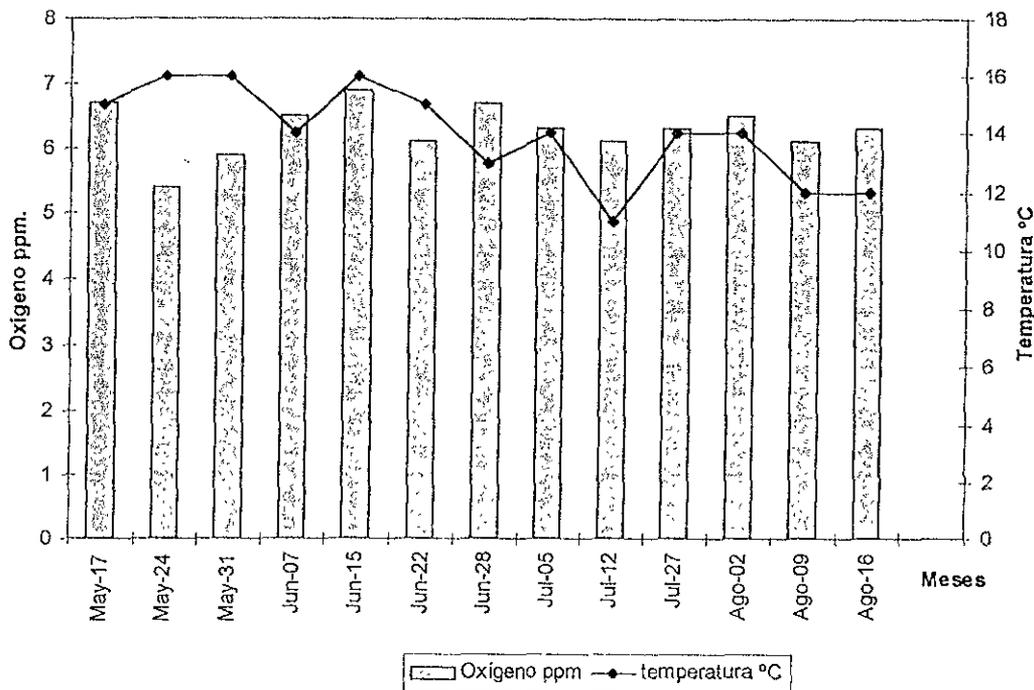


Figura 1. Comportamiento del oxígeno y la temperatura en el agua de las canaletas.

El agua presentó un flujo constante de 8 l/min. (480 l/h.), mientras que la transparencia de la misma fue total (25 cm) en el mes de mayo, presentando fluctuaciones entre 5 - 20 cm durante los meses de junio, julio y agosto (ver figura 2).

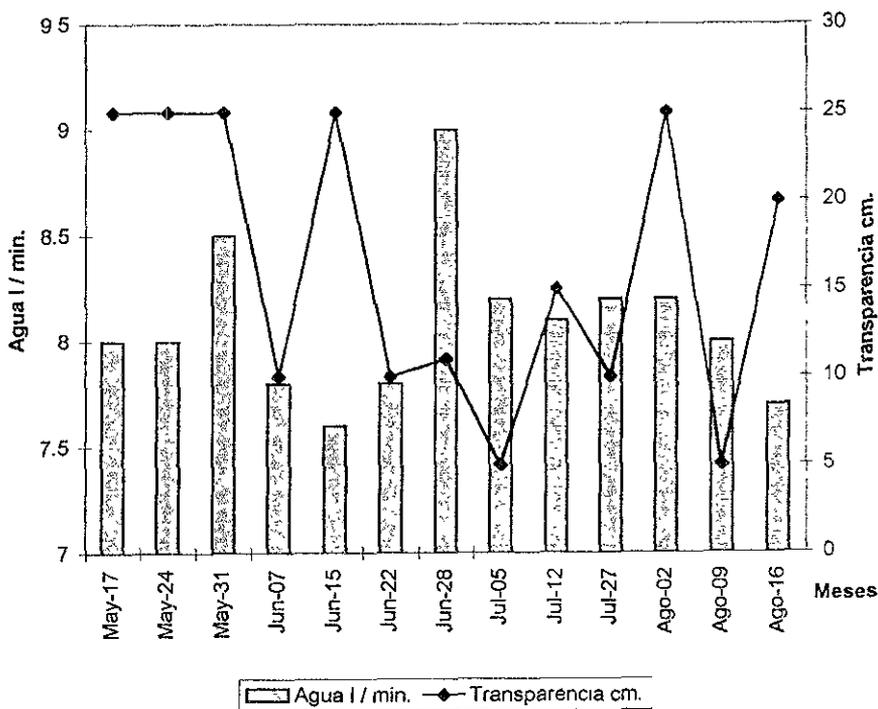


Figura 2. Variaciones en el flujo de agua y transparencia en las canaletas utilizadas.

La dureza y alcalinidad del agua exhibieron su máximo valor al inicio del trabajo (17 de mayo) con registros de 3.6 y 40 mg CaCO_3 / l respectivamente; las siguientes valoraciones de estos parámetros los días 15 de junio, 12 de julio y 16 de agosto fueron menores, con valores de 1.8 mg de CaCO_3 / l de dureza y 31 - 35 mg de CaCO_3 /l en la alcalinidad (ver figura 3).

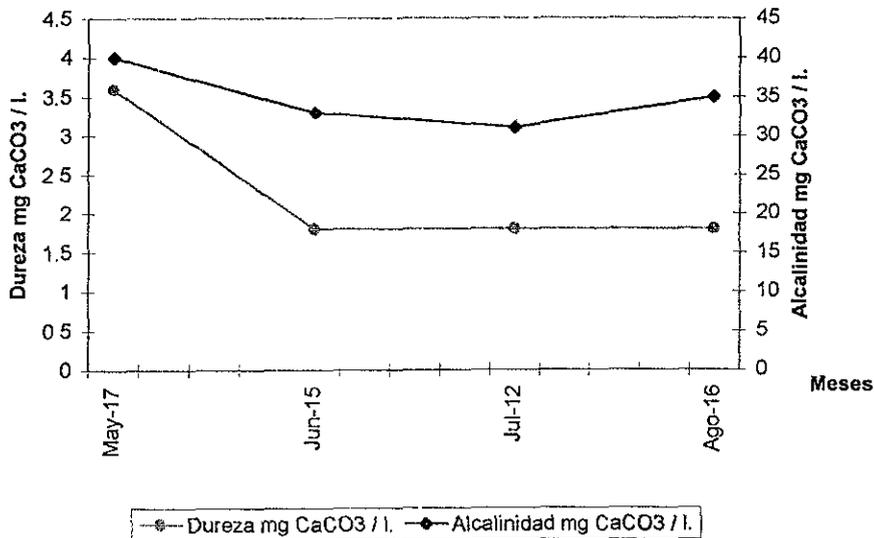


Figura 3. Dureza y alcalinidad en el agua de las canaletas.

En nuestras canaletas que contaban con sistema de agua corriente, la concentración del ion amonio fue constante con un valor de 0.1 mg / l durante el periodo de estudio (ver figura 4).

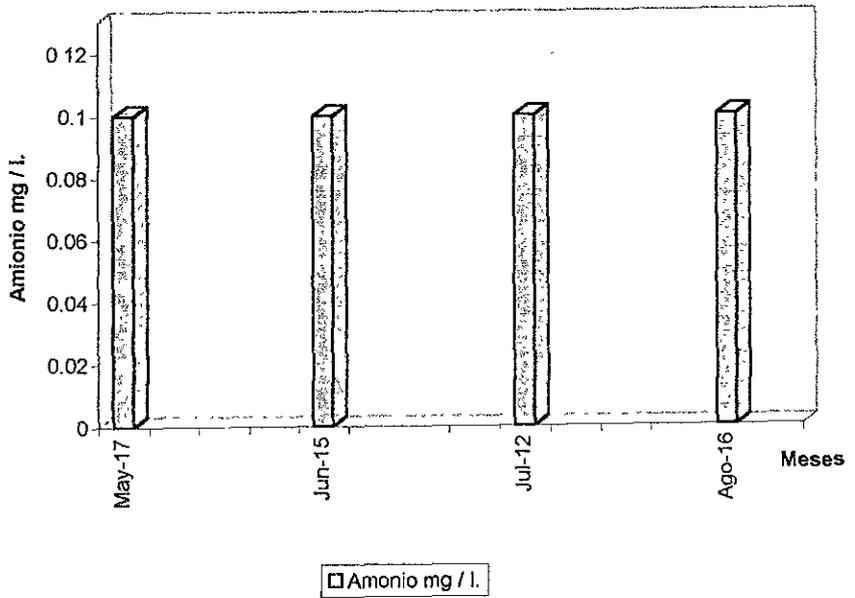


Figura 4. Amonio en el agua de las canaletas.

Análisis Proximal

Del análisis proximal a que fueron sometidas las larvas de *Musca domestica* se obtiene que en base seca (harina), la proteína es un elemento importante con 62.24 % del peso, seguidas por los lípidos que representan el 21.9 % de la muestra, en tanto que los carbohidratos forman el 8.67 % y la ceniza 7.19 %, (ver figura 5).

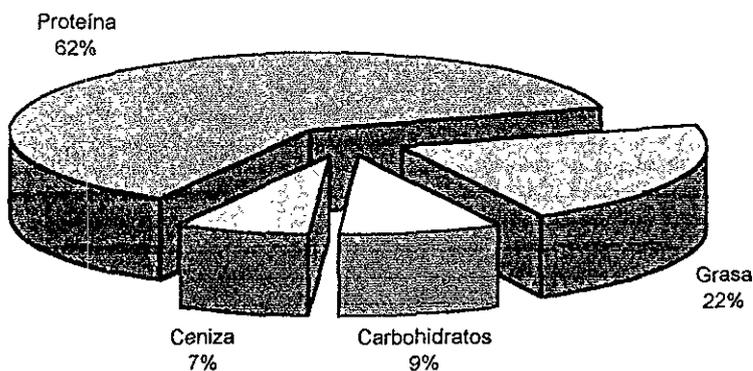


Figura 5. Análisis proximal de larvas de *Musca domestica* en base seca (harina %).

Los resultados para la muestra en peso fresco (base húmeda) son dominados por la humedad con 74.5 %, seguidos por la proteína con 15.9 % , lípidos con 5.6 % , carbohidratos 2.2 % y la ceniza con un valor de 1.8 % (figura 6).

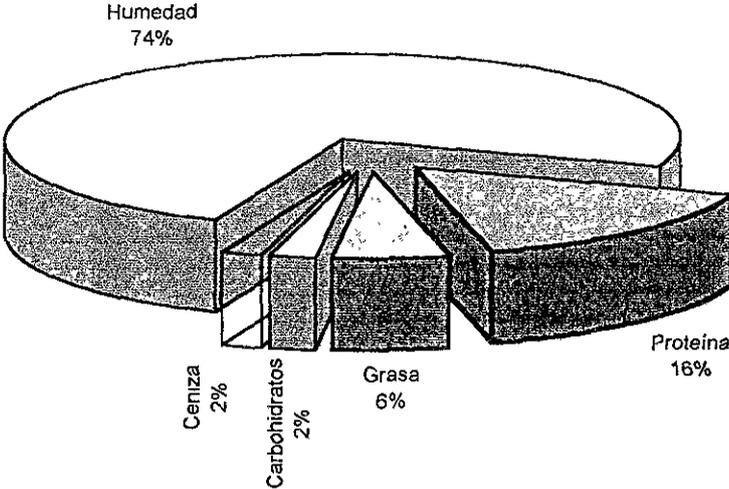


Figura 6. Análisis proximal de larvas de *Musca domestica* en base húmeda %.

Respuesta Biológica.

Al iniciar el periodo de alimentación (tiempo 0, tabla 1) los organismos de los lotes A, B, C y D tenían pesos promedio homogéneos (0.95 - 1.25 g), transcurridos 30 días de alimentación los registros del peso eran semejantes en los cuatro tratamientos (2.05 - 2.15 g).

El periodo 45 y 60 días de alimentación se caracterizó por presentar pesos promedios similares entre los lotes A, B y C, pero es también un periodo en el que el lote D alimentado únicamente con larvas obtenía un peso promedio inferior comparado con las otras dietas.

Después de 75 días de alimentación el lote C obtuvo el mejor peso promedio (5.3 g) en comparación con los lotes A , B (4.54 y 4.4 g respectivamente) y D que en este punto alcanzó un peso promedio de 3.65 g .

En el último registro del peso promedio (90 días), la dieta A (6.95 g) muestra una ligera ganancia sobre las dietas B y C (6.51 y 6.55 g respectivamente), en tanto que el lote D obtuvo 4.3 g de peso promedio.

Tabla 1. Peso promedio de los organismos (g) en cada dieta durante el periodo de estudio.

Tiempo (días)	Dieta A	Dieta B	Dieta C	Dieta D
0	0.95	1.05	1.05	1.25
30	2.05	2.1	2.15	2.1
45	2.7	2.55	2.55	2.25
60	3.5	3.4	3.6	2.85
75	4.54	4.4	5.3	3.65
90	6.95	6.51	6.55	4.3

En la figura 7 se gráfica la tendencia del crecimiento en peso en las cuatro dietas, en esta observamos que después de 30 días de alimentación el incremento en peso es igual en los cuatro tratamientos, recordando que es en este periodo de tiempo cuando se administro el mayor porcentaje de alimento (10 %); después de disminuir este porcentaje (5 %) y al finalizar 45 días de alimentación se observa en la figura que el lote D no obtiene la misma ganancia en peso que las dietas restantes. Al termino de 60 días con alimentación los lotes A, B y C muestran el mismo incremento en peso, en este punto el lote D aparece con un registro inferior respecto al crecimiento de las otras dietas.

Después de 75 días de alimentación el mejor desarrollo se ha dado en la dieta C, a la que se le proporcionó 65 % de larvas vivas y 35 % de alimento balanceado; en el último punto de la gráfica (después de 90 días) se aprecia que la dieta A (a la que se le proporcionaba alimento balanceado) presenta una ligera ganancia sobre las dietas restantes, por su parte el lote D alimentado exclusivamente con larvas de mosca, aparece con un crecimiento más lento en comparación con las otras dietas; también observamos la tasa de crecimiento diario en peso, donde es evidente que dicha tasa en el lote D fue menor con 1.7 g / día, mientras las dietas A, B y C presentaron una tasa mayor con 2.8 - 3.3 g / día.

DIETA	A	B	C	D
Tasa de crecimiento g / día	3.3	2.8	3.0	1.7

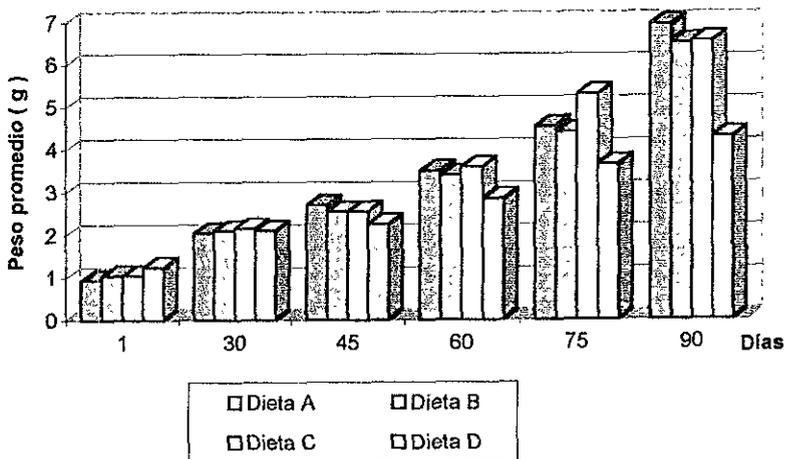


Figura 7. Incremento en el peso promedio de *Oncorhynchus mykiss* en cada dieta durante el periodo de estudio.

La figura 8 muestra el crecimiento y tasa de crecimiento diario en longitud durante nuestro periodo de trabajo; como se observa, el crecimiento en longitud presenta un patrón de desarrollo afín al crecimiento en peso, donde después de cuarenta y cinco días de alimentación los cuatro lotes muestran el mismo progreso, de igual forma después de 75 días el lote C muestra un mejor incremento en longitud respecto a las dietas restantes, y al finalizar los registros las dietas A y C llegan al mismo nivel en sus longitudes, es indiscutible que el lote D después de sesenta días de alimentación presenta un crecimiento más lento que se prolongo hasta el final de los registros.

La tasa de crecimiento diario en longitud entre las dietas son aproximadas (0.3 - 0.4 mm / día), aún así, la tasa de crecimiento que presentó el lote D no le permitió alcanzar la misma longitud promedio final que las dietas restantes (ver figura 8).

DIETA	A	B	C	D
Tasa crecimiento mm / día	0.4	0.4	0.4	0.3

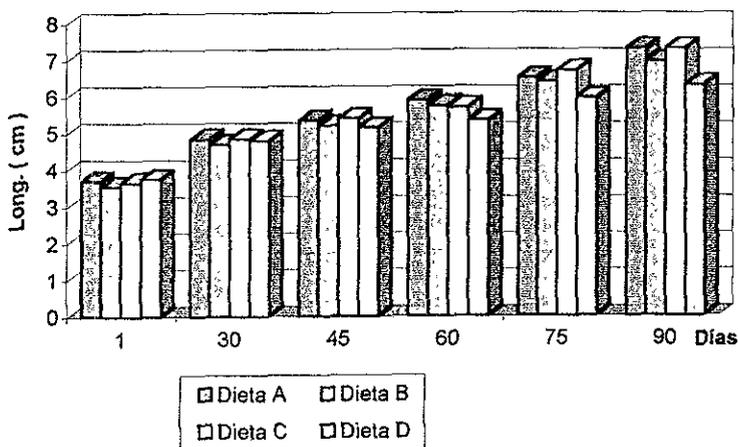


Figura 8. Incremento en la longitud patrón promedio de *Q. mykiss* en cada dieta durante el periodo de estudio.

Al aplicar un análisis de varianza donde se compararon los cuatro tratamientos a través de los seis periodos de experimentación, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) en el tipo de crecimiento, es decir que independientemente del tipo de dieta todos los organismos presentaron un crecimiento del tipo isométrico (apéndice).

Durante el periodo de investigación fueron proporcionados un total de 618 g. de alimento balanceado al lote A; 397.4 g. de alimento balanceado más 214 g. de larvas al lote B; 424.1 g. de larvas más 228.4 g. de alimento balanceado en el lote C; mientras al lote D se le suministró 589.6 g. de larvas vivas, esto en base

a las proporciones antes descritas (ver tabla 2).

En el periodo 31 - 45 se aprecia una disminución en la cantidad de alimento a proporcionar respecto al periodo 1 - 30 días, esta corresponde al ajuste del nuevo porcentaje de alimento que se distribuyó calculado en base al 5 % del peso corporal.

Tabla 2. Alimento proporcionado a cada lote durante el periodo de estudio.

Tiempo (días)	Dieta A 100% balanceado	Dieta B 65% balanceado 35 % larva.	Dieta C 35% balanceado 65 % larva.	Dieta D 100 % larva.
1 - 30	144.0	150.9	150.0	183.0
31 - 45	77.1	77.9	80.4	79.0
46 - 60	100.6	92.9	94.3	83.7
61 - 75	129.8	126.2	132.8	107.4
76 - 90	166.5	163.5	195.5	136.5
Alimento Balanceado total (g)	618.0	397.4	228.4	-
Larvas vivas total (g)	-	214.0	424.1	589.6
Alimento total suministrado (g)	618.0	611.4	652.5	589.6

La biomasa al inicio del trabajo quedo distribuida de la siguiente manera: 48 g. en el lote A, 50.60 g. en el lote B, 50.80 g. para el lote C y 61.0 g. en el lote D, obteniéndose al concluir la fase experimental una biomasa ganada de 293.80 g. en el lote A, 249.00 g. en el lote B, 270.00 g. para el lote C, mientras que el lote D finalizó con una biomasa 155.70 g. , estos datos se aprecian en la tabla 3.

Tabla 3. Biomasa (g) en cada lote durante el periodo de estudio.

Tiempo (días)	Dieta A	Dieta B	Dieta C	Dieta D
Biomasa inicial (g)	48.0	50.60	50.80	61.0
1 -30	102.7	103.6	107.1	105.3
31 - 45	134.0	123.8	125.8	111.6
46 - 60	173.0	168.2	177.1	143.7
61 - 75	221.0	217.6	259.1	180.4
76 - 90	341.8	299.6	320.8	216.7
Biomasa ganada (g)	293.8	249.0	270.0	155.7

A partir de un análisis de varianza factorial se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en el incremento en biomasa para las cuatro dietas probadas, es decir, que los tratamientos empleados provocaron un comportamiento diferente en el incremento en peso entre los lotes. Al aplicar una prueba de Tukey ($p < 0.05$) se observó que entre los lotes A, B y C existe un comportamiento semejante entre sí, pero diferente al lote D por lo que a ganancia en biomasa se refiere. Para establecer cual de los tratamientos (A, B, C) había presentado un crecimiento más rápido, se desarrollo una regresión lineal y un posterior análisis de comparación de pendientes ($p < 0.05$), encontrando que no existen diferencias significativas entre las dietas A, B o C, pero al revisar los datos de las pendientes, el lote A y C tienen valores de pendiente de 0.12, en tanto que el lote B presentó una pendiente de 0.10 (apéndice).

En la tabla 4 observamos el factor de conversión alimenticia, que en las dietas A, B y C durante los primeros treinta días de alimentación presento valores no aceptables en un rango de 2.63 - 2.83, de igual forma en la dieta D, el factor de conversión alimenticia aparece bajo con un valor de 4.13; luego de 45 días de alimentación, en los tratamientos que contenían algún porcentaje de larva, el factor de conversión alimenticia se torno más bajo, alcanzado incluso un valor de 12.54 en el lote D. Después de 60 días de alimentación los mejores registros de este índice se encuentran en la dieta B (2.09) y en la dieta C (1.84), sin embargo después de 75 días de alimentación solo el lote C mantenía el valor más alto hasta el momento (1.62); al concluir noventa días de alimentación el registro más alto se obtuvo en la dieta A con un valor de (1.38); se registra un valor de (1.99) en el lote B, mientras que las dietas que contenían el mayor porcentaje de larvas se observaron valores muy bajos (dietas C 3.16, dieta D 3.76).

Tabla 4. Factor de conversión alimenticia en cada lote durante el periodo de estudio.

Tiempo (días)	Dieta A	Dieta B	Dieta C	Dieta D
30	2.63	2.83	2.66	4.13
45	2.46	3.86	4.3	12.54
60	2.58	2.09	1.84	2.61
75	2.70	2.55	1.62	2.93
90	1.38	1.99	3.16	3.76

Luego de obtener el factor de condición a partir de la ordenada al origen, tenemos que al iniciar nuestra fase experimental las cuatro dietas presentaron un factor de condición con valores de 0.02 a 0.21; este mismo parámetro presentó variaciones muy amplias después de 30 días de alimentación y hasta el final del periodo de experimentación en las dietas que contenían algún porcentaje de larva (dietas B y C) con valores de 0.01 y hasta 3.64, en tanto que el factor de condición en las dietas que fueron alimentadas exclusivamente con alimento balanceado o con larvas (A y D) en este mismo periodo aparecen con un registro de 0.01 - 0.03, estos datos se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Factor de condición en cada lote durante el periodo de estudio.

Tiempo (días)	Dieta A	Dieta B	Dieta C	Dieta D
Al inicio	0.11	0.02	0.04	0.21
30	0.01	0.67	0.14	0.03
45	0.02	0.03	0.01	0.03
60	0.02	0.78	0.04	0.03
75	0.02	0.03	2.17	0.02
90	0.01	0.02	3.64	0.01

La mortalidad de los organismos durante el periodo de estudio se muestra en porcentaje en la tabla 6, donde se observa que en el lote A, así como en el lote B y C ocurrió un deceso, mientras que en el lote D no se registro mortandad.

Tabla 6. Mortalidad en cada lote durante el periodo de estudio expresada en porcentaje.

Dieta	A	B	C	D
%	2	2	2	0

DISCUSION

Parámetros fisicoquímicos del agua

En nuestro sistema se observa que la concentración más baja de oxígeno corresponden también a las temperaturas más altas, esto ocurre durante los días 24 y 31 de mayo, y es que a mayor temperatura la disolución de oxígeno en el agua es menor

(Wheaton, 1982). El día 15 de junio se inicio la temporada de lluvias en la región, en este punto encontramos el registro de temperatura y oxígeno más altos, esto considero, es el intercambio entre dos estaciones del año (estiaje y lluvias) y por esta razón aún se conservan los más altos registros de temperatura en el agua, mientras que la concentración de oxígeno se ve favorecida con las precipitaciones pluviales.

A partir del 22 de junio y hasta el 16 de agosto, la nubosidad aumento al 100 % acompañada de lluvias torrenciales y granizadas, lo que ocasionó que la temperatura del agua disminuyera en un rango de 15 a 11 grados centígrados, en tanto que la concentración de oxígeno se mantuvo en un nivel de 6.1 a 6.7 ppm, y es que a menor temperatura existe una mayor disolución de oxígeno en el agua (Wheaton, ídem).

Los valores de oxígeno y temperatura registrados en este estudio, se encuentran dentro de los rangos aceptables para la trucha, ya que el valor óptimo recomendado por Zendejas (1997) y Fondepesca (1988) es igual o mayor de 5 mg / l de oxígeno disuelto; la temperatura se ubica dentro de los rangos

recomendados por Liao y Mayo, (1978) y Trzebiatowski et al. (1981) (10 - 17° C) para el buen desarrollo de estos organismos.

El flujo de agua que abastecía a las canaletas fue suficiente para permitir el recambio total del agua cada hora como sugiere Bardach, (1982).

Las fluctuaciones en la transparencia del agua fueron ocasionadas por la temporada de lluvia que con la creciente del río que abastece a toda la estanquería de la granja, arrastró una gran cantidad de partículas en suspensión producto del deslave del suelo arcilloso de la región, cuando las precipitaciones disminuían las partículas sedimentaban y daban lugar a mejores condiciones de transparencia en el agua; esta variable aunque no disminuyó las concentraciones de oxígeno si puede afectar directamente a los organismos ya que los sólidos suspendidos irritan y bloquean las branquias (Aguilera y Noriega op cit), además las partículas en suspensión producen un estado de estrés lo cual impide una alimentación exitosa (Barret, et al. 1992); fue claro para nosotros que durante los días de menor transparencia los organismos difícilmente se alimentaban, dando como resultado que solo algunos de los peces desarrollaran una mayor talla.

Los valores de dureza y alcalinidad del agua más altos corresponden a la temporada de estiaje (mayo), que se caracterizó por el bajo nivel de agua en el río (0.20 m. prof.) que abasteció a la granja. Las siguientes valoraciones de estos índices disminuyeron progresivamente debido al inicio de las precipitaciones pluviales (junio 15) que incrementaron el nivel de agua del río (1.6 m prof.) provocando una disminución en las concentraciones de carbonatos. De acuerdo a los valores de la dureza y la alcalinidad, el sistema se considera de agua blanda (Wheaton, op cit), la cual está en el rango que Fondepesca op. cit. recomienda para el cultivo de la trucha.

El valor observado en la concentración del ion amonio es considerado aceptable para peces pequeños por Wheaton, op. cit., Liao y Mayo, op.cit. y se mantuvo en estos niveles debido a que nuestras canaletas se mantenía un flujo constante de agua.

Análisis proximal

Del análisis químico proximal practicado a larvas de Musca domestica, se desprende que la harina (base seca) contiene 62.24 % de proteínas, valor muy similar al reportado por Calvert et. al. 1969b, con 63.1 % de proteínas, razón por la cual Calvert et. al. (1970) , Fontenot y Ross (1980) comparan la concentración de proteína de estos invertebrados con la harina de pescado, carne o soya .

Los lípidos que se obtuvieron en la muestra de harina de larvas son el 21.90 %, este porcentaje se ubica entre los valores reportados por Calvert, op. cit. (15.5 %), Reyes, (1980) y Andrade, (1987) (28 y 30 % respectivamente) para el mismo índice; estas diferencias pueden ser atribuidas al tipo de sustrato en que se desarrollaron las larvas ya que Calvert, et. al. (1969 a) las incubó en gallinaza, mientras que nuestro recurso fue desarrollado en cerdaza al igual que las larvas de Reyes y Andrade. Calvert, ídem. y Andrade, ídem. determinaron la composición de ácidos grasos, encontrando entre otros, ácido oleico, linolénico y linoleíco, estos considerados importantes para el crecimiento de la trucha (Castell, et. al. 1972).

El valor correspondiente a los carbohidratos fue de 8.67 % valor similar al reportado por Calvert, ídem. y Andrade, ídem. con 12.2 % y 9.2 %

respectivamente. El porcentaje de ceniza encontrada en la muestra (7.19 %) se aproxima a los valores reportados por Calvert y Andrade quienes encontraron 5.3 y 5.9 % de ceniza respectivamente en las muestras que analizaron.

El mismo tipo de análisis se practicó a larvas vivas de *Musca domestica*, encontrando que las concentraciones de proteína son de 15.9 %, 5.6 % de grasa, 2.2 % de carbohidratos y 1.8 % de ceniza, no se localizaron reportes para establecer comparaciones con nuestros resultados en peso fresco ; se determinó en **74.5 % la humedad en la larva viva**, esta concentración se aproxima a la humedad que Bondari y Sheppard, (1981) reportaron en larvas de mosca soldado (*Hermetia illucens* L.) y que es de 83 %. Una vez más el sustrato donde se cultivan debió ser el que determinó estas diferencias ya que Bondari y Sheppard, colectaron sus larvas en vacaza.

Los requerimientos nutricionales de la trucha varían dependiendo de su etapa de desarrollo, los organismos aquí alimentados fueron crías, en este estadio se recomiendan concentraciones de proteína de 50 % (Zendejas, 1997). Las larvas de *Musca domestica* sobrepasan esta concentración cuando son empleadas en base seca , pero no es así cuando se administran como alimento vivo.

La disponibilidad de calorías a partir de carbohidratos es muy baja en la trucha arco iris por lo que algunas proteínas son usadas para la producción de energía (Leonardi et. al. 1991), las concentraciones que Aguilera y Noriega (1985) recomiendan de este nutriente son 9 % de la dieta, valor que las larvas de mosca común presentan en base seca, sin embargo en base húmeda su concentración disminuye.

Para prevenir que las proteínas sean utilizadas como una fuente de energía, debemos garantizar que las dietas que se proporcionen contengan una concentración de lípidos cercana al 10 % durante la etapa de alevín y cría y 18 %

para juveniles y engorda, ya que de proporcionar una concentración más elevada de grasas en los dos primeros estadios se incrementarían las tasas de mortalidad (Leonardi, et. al. op. cit.); las grasas en la harina de *M. domestica* tienen un valor de 9 % y 2 % en base húmeda, es decir, los nutrientes requeridos por *O. mykiss* se encuentran en niveles adecuados en la harina de mosca común. Asimismo los lípidos de *M. domestica* están formados por los ácidos grasos laurico, mirístico, palmitico, palmitoleico, estearico, oleico, linoleico y linolénico (Calvert, et. al. 1969 b), estos tres últimos de gran importancia para el desarrollo de la trucha arco iris, ya que al ser alimentadas con dietas complementadas con ácido oleico y linolénico se obtuvieron incrementos en el factor de conversión y en el rango de crecimiento, además de prevenir enfermedades en la trucha tales como erosión de las espinas, miopatía del corazón y síndrome del shock (Castell, et. al. 1972); de igual manera Kiessling y Kiessling (1993) determinó que las mitocondrias del músculo de la trucha son capaces de discriminar entre los ácidos grasos que serán utilizados en la producción de energía y aquellos que serían los precursores de los ácidos grasos esenciales.

No se conocen hasta el momento la presencia de factores que pudieran inhibir el crecimiento de *O. mykiss* cuando estas fuesen alimentadas con larvas de mosca, tal como ha sucedido al sustituir las harinas de pescado por harinas de soya o proteínas de origen bacteriano (Yamamoto y Akiyama, 1991; Kiessling y Askbrandt, 1992) quizá la única restricción sería el escepticismo de la gente acerca del uso de larvas que han sido desarrolladas en estiércol de cerdo; como se mencionó con anterioridad, el potencial dañino del reciclamiento de los desechos orgánicos, es minimizado si los peces son cocinados con calor, desechando el hábito de consumir productos acuáticos crudos (Naegel, 1990).

El resultado de este análisis proximal nos permite señalar que la harina de larvas (base seca) de *Musca domestica* es rica en proteínas y ácidos grasos, que la convierten en un recurso alimenticio de gran calidad nutricional (Calvert, C.1969 b y 1970).

Respuesta Biológica

Aún cuando las características fisicoquímicas del agua permitieron el cultivo de trucha, especial atención se deberá tener con la transparencia de la misma en la temporada de lluvias en la zona de estudio, ya que esta alterará de manera significativa el desarrollo de los organismos.

Fueron los primeros treinta días de trabajo que las condiciones de transparencia, así como el porcentaje de alimento suministrado, permitieron que los organismos lograran el mismo crecimiento en peso y longitud independientemente de la dieta , aunque cabe mencionar que el factor de conversión alimenticia es bajo en este lapso de tiempo, debido a la gran cantidad de alimento proporcionado, que en el caso de la dieta A y B representaban un desperdicio del alimento balanceado.

Luego de ajustar el porcentaje de alimento a proporcionar en base al 5 % del peso corporal, el factor de conversión alimenticia continuo bajo, especialmente en aquellos tratamientos que contenían algún porcentaje de larva (B, C y D), esta vez ocasionado por alguna deficiencia en el alimento (larvas) como mencionan Medina y Kuri (1987), que se reflejo en la escasa ganancia en la biomasa; esta deficiencia debió ser ocasionada por una variable no contemplada y que se representaba por el 74.5 % de humedad en las larvas vivas, aunque también, durante este periodo de tiempo la ganancia en peso pudo verse afectada por la

escasa transparencia del agua, que como ya mencionaba, esta variable ocasiona que los organismos se encuentren en un estado de estrés lo cual será motivo para una mala alimentación, con la consiguiente formación de jerarquías (Barret, et al. 1992). El factor de conversión pobre y el lento crecimiento en peso en la dieta D, que era alimentada únicamente con larvas de *Musca domestica*, no se ha debido entonces a la mala calidad del alimento, sino a la elevada concentración de humedad de estos organismos, es decir, que por cada 100 g. de larvas vivas solo se aportó 23.5 g. de nutrientes. Al concluir 60 días de alimentación las dietas B y C obtienen un F.C.A. alto, pero también la dieta C presenta el mejor rendimiento en biomasa en comparación con la dieta A que al parecer se le suministraba alimento en exceso. El registro de F.C.A. luego de 75 días es excelente en la dieta C (1.62), además su ganancia en biomasa es superior a los tratamientos A, B y D; es decir que durante los periodos de alimentación 45 - 60, 61 - 75 días la dieta C que contenía 65 % de larvas de mosca, fue suficiente para obtener los mejores rendimientos en biomasa y en el factor de conversión en comparación con la dieta control, lo cual representa un ahorro del 65 % en el gasto de alimento balanceado.

Al finalizar 90 días de alimentación tenemos que los mejores F.C.A. se presentaron en los tratamientos A y B, pero la dieta A obtuvo el mejor rendimiento en biomasa en este periodo, la dieta C presentó un F.C. A. bajo, lo que indica que para la talla de nuestros organismos (7 cm) el alimento se tornó menos eficiente o bien que se requerían mayores cantidades de nutrientes (Medina y Kuri op cit).

Por otra parte, las tasas de crecimiento diario en peso fueron similares entre las dietas A, B y C (2.8 - 3.3 g / día), pero es evidente que la tasa de crecimiento en el tratamiento D fue menor (1.7 g / día); lo que nos permite

afirmar que la larva de Musca domestica no debe ser usada como único recurso alimenticio. La tasa de crecimiento diario en longitud fue similar entre las cuatro dietas (0.3 - 0.4 mm / día) aún así la tasa de crecimiento que presentó el lote D no le permitió alcanzar la misma longitud promedio final que las dietas restantes.

El establecimiento de un modelo de producción continua de larva es un requisito indispensable para garantizar una producción diaria, de lo contrario la visita a los estercoleros será necesaria para la recolección de estos organismos.

Las larvas vivas de Musca domestica no requieren de la adición de ningún complemento, tampoco necesitan de un procesamiento previo para que estas sean bien aceptadas por los organismos; las heces excretadas por los peces que son alimentados con larvas son menos que las heces producidas al ser alimentados con alimentos balanceados, lo que nos ayuda a mantener un ambiente acuático más limpio en la estanquería y por ende a la salida de la granja (Akiyama 1991).

El ahorro de hasta 65 % de alimento balanceado permitirá al acuacultor invertir quizá en un modelo de producción continua que cada vez le brinde mejores rendimientos en la cosecha de larvas, para que de esta manera no se dependa de las grandes empresas productoras de alimentos balanceados.

El modelo estadístico utilizado nos permite afirmar con una $p < 0.05$ que no existen diferencias significativas en el tipo de crecimiento, ganancia en peso y factor de conversión alimenticia entre las dietas A, B o C, es decir, que las dietas B y C que contenían 35 y 65 % de larvas respectivamente, pueden mantener la misma tasa de crecimiento en peso o longitud que la dieta formulada exclusivamente con alimento balanceado.

Al inicio de la fase experimental las dietas presentaron valores para el factor de condición diferentes entre sí, contrario a lo que se esperaba por haber realizado

una selección aleatoria de los organismos; los registros al inicio del trabajo son bajos, esto, provocado probablemente por la deficiente alimentación que recibieron en su lugar de origen . El factor de condición en la dieta A aparece constante con valores de 0.01 a 0.02 , de igual forma la dieta D muestra valores estables (0.01 - 0.03) durante nuestro periodo de estudio. Los valores observados para este mismo índice en las dietas B y C después de 30 días de alimentación no reflejan en este caso un buen estado de salud, estos resultados nos indican que los organismos se estaban adaptando a las nuevas condiciones experimentales y al nuevo tipo de alimento que se les proporcionaba (Martínez, 1986); posiblemente por esta razón después de 45 días de alimentación todos los organismos se han adaptado a las dietas y por lo tanto obtenemos F.C. homogéneos.

Las dietas A, C y D después de 60 días de alimentación presentaron valores similares (0 .02 - 0 .04), mientras que el lote B presenta un valor de 0.78; este valor puede ser provocado por la transparencia del agua que no fue la optima, estos organismos difícilmente salían alimentarse en estas condiciones, además de mostrar una clara preferencia por el alimento natural mientras que el alimento balanceado se diluía o se iba al fondo.

Los dos últimos registros del factor de condición en la dieta C son elevados (2.17 - 3.64), esto nos refleja por un lado que el alimento se ha tornado menos eficiente para la talla de estos organismos, provocado en gran medida por la alta concentración de humedad en las larvas, siendo necesaria la adición de una mayor cantidad de larvas; además el amplio intervalo de peso y longitud que se observa en la gráfica 3 del anexo 2 nos permite afirmar que una porción de la población ha sido beneficiada con la alimentación dando origen a la formación de jerarquías (Medina y Kuri, 1987).

Todas las dietas presentaron amplios intervalos de peso y longitud lo que provoca que los organismos de mayor talla sean los que mejor se alimenten, este tipo de organismos debe ser separado de los lotes a través de la selección de tallas, para de esta forma lograr producciones más homogéneas.

El ataque por Ictioftiriasis fue eliminado con el control del flujo de agua al disminuirlo y aumentarlo durante cortos periodos de tiempo, esta alternativa sanitaria fue propuesta por comunicación personal con el entonces dueño de la granja (Gutiérrez, 1991).

De un total de 50 organismos en cada lote, tenemos que en la dieta A murió un organismo por obstrucción anal, ocasionada por un coleóptero que ingirió y no logró digerir ni evacuar; en el lote B un pez murió al saltar fuera de la canaleta durante la noche, mientras que en el tratamiento C un organismo murió debido al ataque de Ich a que estuvo expuesta la población, lo anterior nos permite afirmar que los decesos ocurridos durante el periodo de estudio, no fueron efecto de las dietas utilizadas.

A través de nuestros resultados comprobamos que las larvas de Musca domestica muestran un buen desarrollo al ser incubadas en cerdaza, este material se vuelve terroso y granular además de perder gran parte su humedad y aroma característicos. Musca domestica además de tener un alto potencial biológico (100 - 150 huevos / puesta) presenta un ciclo de vida larval corto que se completa en siete días después de la oviposición , lográndose generaciones de organismos de acuerdo a nuestras necesidades al controlar la temperatura; su manejo es sencillo y los costos de producción bajos, su empleo como alimento vivo en peces deberá ser supervisado para evitar que la concentración de humedad en este organismo, altere las cantidades de nutrientes que deban recibir los peces en cultivo.

CONCLUSIONES

1. A partir del análisis proximal practicado a larvas de Musca domestica , se observa que este recurso es rico en proteínas y ácidos grasos.
2. Es posible su empleo como harina para la formulación de dietas o bien, ser agregadas vivas como un sustituto alimenticio, siempre tomando en cuenta la concentración de humedad que presentan .
3. Al no encontrarse diferencias significativas entre los tratamientos A,B y C, podemos afirmar que las larvas vivas de Musca domestica empleadas como sustituto alimenticio, pueden mantener el desarrollo de crías de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) .
4. Se sugiere el empleo de este estadio larvario en sustitución del alimento comercial hasta un 65 % de la ración diaria en tallas de 3.5 cm a 7.0 cm.
5. Fue evidente la gran aceptación de las larvas en las poblaciones de las tres dietas que las contenían .
6. No se recomienda el empleo de larvas de Musca domestica como único recurso alimenticio.

BIBLIOGRAFIA

1. AKIMAYA, D. (1991). "Future considerations for the aquaculture feed industry " American Soybean Association. Singapore. September 19 - 25. pp 5- 9.
2. AGUILERA, H.P. y NORIEGA , C.P. (1985). "La trucha y su cultivo " . Fondepesca. Secretaría de Pesca.
3. ANDRADE, M. G. (1987). " Evaluación de la calidad proteica de las larvas de mosca desarrolladas en estiércol de cerdo y valoración de su actividad como biodegradadoras del desecho " . Tesis. ENEP-I UNAM.
4. APHA, (1975). " Standard methods for examination of waste water " 12ª ed. American Public Health Association Inc.N.Y.
5. BARDACH, R.M. (1982). "Acuicultura Crianza y cultivo de Organismos Marinos y de Agua Dulce ". AGT Editor México. p 327 - 365.
6. BARRETT,J.C; GROSSMAN, G.D. y ROSENFELD, J. (1992). " Turbidity induces changes in reactive distance of rainbow trout " Transactions of the American Fishery Society. 121 (4): 437-443.
7. BATTACHARYA , N.A. et al (1975). "Recycling animal waste as a feedstuff: a review " . Journal of Animal Science 41 (5) : 1438-1454.
8. BONDARI, K. & SHEPPARD, D. C. (1981). " Soldier fly larvae as feed in comercial fish production ". Aquaculture 24 No. 1,2. 103 - 109.
9. BROWN, E.E. (1977) " World Fish Farming: Cultivation and Economics" The Avi Publishing Co. Inc USA.
10. CALVERT, C.C., MARTIN, R.D., MORGAN, N.O. (1969 a). " Dual roles for house fly in poultry manure disposal " Poultry Science 48 : 1793.
11. CALVERT, C.C., MARTIN, R.D., MORGAN, N.O. (1969 b) . "House fly pupae as food for poultry " Journal of Economic Entomology 62 (4) 938-939.
12. CALVERT, C.C., MORGAN ,N.O., MARTIN, R.D. (1970). " House fly larvae: Biodegradation of hen excreta to useful products" Poultry Science 49: 588-589.
13. CALVERT, C.C. (1979). " Use of animal excreta for microbial and insect protein synthesis". Journal of Animal Science 48 (1) 178-192.
14. CASTELL, J.D., SINNHUBER, R.O., WALES, J.H. y LEE, J.D. (1972) " Essential

- fatty acids in the diet of rainbow trout". Journal Nutrition 102 : 93 - 100.
15. CISNEROS, C., DURAN, D., FERNANDEZ, A., GERSENOWIES, R., VARGAS, V. (1986) " Manual de técnicas estadísticas". ENEP IZTACALA UNAM.
 16. EL BOUSHY, A.R. (1991). "House fly pupae as poultry manure converters for animal feed : a review " Bioresource Technology. 38: 45 - 49.
 17. FONDEPESCA. (1988) " Formulación de proyectos. Guía práctica para truiticultura " Secretaria de Pesca. México. 77 p.
 18. FONTENOT, P. (1979) " Alternatives in animal waste utilization. Introductory coments". Journal of Animal Science. 48 (1): 111-112.
 19. FONTENOT, P. y ROSS, I.J. (1980) " Animal waste utilization. Livestock waste: a renewable resource" 4 th International Symposium on livestock waste. : 4 - 10.
 20. GALL, G. (1990). " Taxonomics names for northern pacific trout species". Acuaquulture 86 (1):1.
 21. GONZALEZ, M.S. y PEÑALOZA, C.I. (1984). " Métodos de biomoléculas" ENEP-I UNAM.
 22. GOUVELA, A. J. (1992). " The use fo poultry by-product and hydrolysed feather meal as a feed for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)" Publicacoes Do Instituto De Zoología Dr. Augusto Nobre Faculdade De Ciencias Do Porto. 0 (227) : 11 -24.
 23. GUTIERREZ, J.I. (1991) Comunicación personal. Granja de truchas " Truchilandia " Cahuacan, Villa Nicolas Romero, estado de México.
 24. HARDY, R. W. AND TOSHIRO MATSUMOTO (1991). " Specification for marine by-products for acuaculture " American Soybean Association . Singapore. September 19 - 25. pp 99 - 108.
 25. HARMON, B.G., DAY, D.L., JENSEN, A.H. y BAKER, D.H. (1972). "Nutritive value of aerobical sustained swuine excrement ". Journal of Animal Science 34 (3): 403- 407.
 26. HOLM, C.J. et. al. (1990) " The effect of fish density and feeding regimes on individual growth rate and mortality in rainbow trout (*O mykiss*) ". Acuaquulture 86 (1) 1.
 27. HUET, M. (1972) . " Text book of fish culture. Breeding and cultivation of fish". Fishing New Books. LTD . England.
 28. HUET, M. (1983). " Tratado de piscicultura" 3ed Mundi-Prensa. Madrid, España.
 29. IÑIGUEZ, G.C., FRANCO, M.J. Y ROBLES A.C. (1990) " Factibilidad técnico-

económica para el aprovechamiento de sólidos recuperados del estiércol de cerdo " Primer ciclo de interconferencias sobre manejo y aprovechamiento del estiércol de cerdo. Guadalajara, Jalisco. pp 70 - 100.

30. JAHN, L.A. Y LENDMAN, D.J. (1993) " Food habits in rainbow trout stocked in Argyle Lake, Illinois " Transactions of the Illinois State Academy of Science. 86 (1 - 2): 71 - 77.
31. KIESSLING, A. Y ASKBRANDT, S. (1993) "Nutritive value of two bacterial strain of single cell protein for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) " *Acuaculture* 109 (2): 119 - 130.
32. KIESSLING, K. y KIESSLING, A. (1993) " Selective utilization of fatty acids in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) red muscle mitochondria " *Canadian Journal of Zoology*. 71 (2) 248 - 251.
33. KLONTZ, W.G. (1983). " Manual para la producción de trucha y salmón" Silver Cup. USA.
34. LAEVASTU, T. (1971). " Manual de métodos de biología pesquera". Acribia. España. p148 - 157.
35. LARDE, G. (1990) " Growth of *Omidia obesa* (Diptera :Syrphidae) larvae on descomposition coffe pulp" .*Biological Waste*. 34 (1): 73 - 76.
36. LEONARDI, M. VEGA, R. y TARIFENO, E. (1991). " Effect in the dietary lipids in the rainbow trout Kamloops *Oncorhynchus mykiss* Jordan 1892, on growth, condition fator, and food conversion efficiency, during the fresh water stage" *Revista de Biología Marina*. 26 (2) : 253 - 256.
37. LIAO, B. P. AND MAYO, D. R. (1978). " Salmonid hatchery, Water Reuse Systems" *Acuaculture*. 1 : 317 - 335.
38. LOEHR, R.C. (1974). " Agricultural waste mangements, problems, process and approaches" Academic Press. USA.
39. MARGALEF, R. (1981). " LIMNOLOGIA". OMEGA, ESPAÑA.
40. MARIA, N. A., ELLI, P.P. y VASILIKI, T. (1985). " Formulation of practical diets for rainbow trout made by partial or complete substitution of fish meal by pyoultry by products and certain plants by products" *Acuaculture* 50: 61-73. Amsterdam.
41. MARTINEZ, C.A. (1986) " Advances in the substitution of fish meal and soy bean meal by sun flower meal in diets of rainbow trout (*Salmo gairdneri* L.)" *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM*. México. 13 (2) 345 - 352.
42. MAYNARD, A.L. (1981) "Nutrición Animal" 4ed Mc. Graw-Hill, México.

43. MEDINA, G.M. Y KURI, N.E. (1987) " Elementos de alimentación y manejo de alimentos para el cultivo intensivo de especies acuáticas" Manual Técnico. Alimentos Balanceados de México. p 103.
44. METCALF, C.L. y FLINT, P.W. (1977). " Insectos destructivos e insectos útiles. Sus costumbres y su control". 4 ed. Compañía Editorial Continental México.
45. MISHRA, B.K., SAHU, A.K. y PANI, K.C. (1988) " Recycling of the aquatic weed, water hyacinth, and animal waste in the rearing of Indian Major Carps" *Aquaculture* 68 (1):59 -64
46. MOYANO, F.J.; CARDENETE, G; DE LA HIGUERA, M. (1992). " Use of two vegetable by-products as protein source in rainbow trout feeding" *Animal Production*. 55 (2) 227 - 284.
47. NAEGEL, C.A. (1990) " A review of public health problems associated with the integration of animal husbandry and aquaculture, with emphasis in the Southeast Asia" *Biological Wastes*. 31 (1) 69 - 83.
48. NANDEESHA, M. C., SRIKANTH, G.K., KESHAVANATH, P., VARGHESE, T.J., BASAVARAJA, N. y DAS, K.S. (1990). " Effects of non-defatted silkworm-pupae in diets on the growth of common carp, *Cyprinus carpio*". *Biological Waste*. 33 (1) : 17 - 24.
49. PACHECO, A.J. (1980). " Larva de mosca común (*Musca domestica*) , alternativa como fuente de proteína en la cría de codorniz (*Coturnix, sp*)". Dep. de Zootecnia. Tesis. Chapingo México.
50. PARKER y LARKIN. (1959) . " A concept of growth of fishes" *Journal Fish Resource Board Can.* 16 (5) : 721- 745.
51. PRETTO, M.R. (1980). " Aprovechamiento de las aguas residuales y excretas de la población porcina para el cultivo de peces en Panamá". *Revista Latinoamericana de Acuicultura*. 3 : 29-33.
52. REINITZ, G., HITZEL, F. (1980). "Formulation of practical diets for rainbow trout based in desired performance and body composition". *Aquaculture* 19 : 243 - 252.
53. REYES, M.R.. (1980) " Estudio preliminar de la larva de mosca (*Musca domestica*) como fuente de proteína en dietas para pollos". Dep. de Zootecnia Tesis, Chapingo. México.
54. RICKER, W. E. (1975) " Computation and interpretation of biological statistics of fish population". Department of the Environment, Fisheries and Marine Services.

Otawa. 209-210.

55. RUMSEY, G.L.; HUGHES, S G; WINFREE, R.A. (1993) . " Chemical and Nutritional Evaluation of Soya Protein Preparation as Primary Nitrogen Source for Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) "
56. SCHEAFFLER, W. (1981). "Bioestadística" ed. Fondo Educativo Interamericano, México.
57. SINGH, S.B.; DEY, R.K., REDDY, P.G. (1977) " Observations on feeding young grass carp on mosquito larvae " *Aquaculture* 12: 361 - 363.
58. TEOTIA, J.S. y MILLER , B.F. (1970)." Nutritional value of fly pupae and digested manure" *Poultry Science* 49: 1443.
59. TRZEBIATOWSKI, J., FILIPIAK, R. & JAKUBOWSKI, R. (1981). " Effect of shock density on growth and survival of rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich)" *Aquaculture*. 22: (3) 289 - 295.
60. VELAZQUEZ, E.M. y ESPINOZA , H.R. (1989) " Diagnósis del estado actual del cultivo de trucha arco iris de México" . Secretaria de Pesca.
61. WATSON, N.R. (1985). " Processed piggery waste as a feed material for *Cyprinus carpio*" . *Aquaculture* 44 (3) 167-176.
62. WERNER, S. (1981)." Protein utilization by rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and carp (*Cyprinus carpio*): a brief review " . 23 :1 - 4 (337-345).
63. WHEATON, F. (1982). " Acuicultura. Diseño y Construcción de Sistemas". AGT editor. México. p 587.
64. ZENDEJAS, H.J. (1997) " Calidad del agua en acuicultura". Plan Purina para Trucha arco iris. Amanalco de Becerra, México. pp 1 - 11.

APENDICE

Análisis de varianza para la variable pendiente entre las dietas A,B,C y D.

STAT GENERAL ANOVA	Summary of all effects; design : (anovatu. sta) 1- DIETA, 2- TIEMPO Customized Error Term					
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p- level
1	3	0.053082	15	0.077870	0.681683	0.576849
2	5*	0.644318*	15*	0.077870*	8.274316*	0.000635*

Análisis de varianza para la variable incremento en peso entre las dietas A,B,C y D

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fo	F tablas
Tratamiento	23	135.935	1.536		
Efecto de la dieta	3	4.61	24.8006	7.1309	3.01
Efecto del factor tiempo	5	124.003	0.4881	115.1374	2.62
Interacción entre los factores	15	7.322	0.2154	2.2660	2.09
Error	24	10.125			
Total	47				

Prueba de Tukey (comparación múltiple de medias).

	$\bar{D} = 2.73$	$\bar{B} = 3.26$	$\bar{A} = 3.44$	$\bar{C} = 3.53$	
\bar{D}	--	0.53	0.71	0.8	D
\bar{B}		--	0.18	0.27	B
\bar{A}			--	0.09	A

Análisis de comparación de las pendientes A, B, C y D.

Dieta	Ordenada	Pendiente	r
A	0.7214	0.1232	0.949
B	1.1857	0.1069	0.9651
C	0.9285	0.1227	0.9642
D	2.114	0.0670	0.9800