

116
2 ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

EVALUACION DE LOS EFECTOS DE ALIMENTOS EN EL CULTIVO DE Oreochromis niloticus (TREWAVAS, 1979) CICHLIDADE EN JAULAS FLOTANTES EN LOS CAMELONES CHONTALES DE NACAJUCA, TABASCO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE LICENCIADO EN BIOLOGIA PRESENTA OSCAR MANCERA MORENO

MEXICO, D. F.

FALLA DE ORGAN 1990.





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.

INDICE

CONTENIDO.....	PAGINA
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
ANTECEDENTES.....	5
OBJETIVOS.....	19
AREA DE ESTUDIO.....	20
METODOLOGIA.....	23
RESULTADOS.....	39
DISCUSION.....	48
CONCLUSIONES.....	93
RECOMENDACIONES.....	95
LITERATURA CITADA.....	96

RESUMEN

A partir de la utilización de varios subproductos derivados de actividades agropecuarias tales como: hojas de plátano (Musa sp.), hoja y tallo de yuca (Manihot esculenta), harina de sangre de bovino, gallinaza, estiércol de cerdo y desperdicios de comida; fueron evaluadas cuatro raciones, para encontrar un alimento eficiente y económico para el cultivo del Cichlido Oreochromis niloticus en jaulas flotantes.

El ensayo tuvo una duración de 60 días, durante los cuales se aplicaron tratamientos duplicados en jaulas de 1 m³, en los camellones Chontales del Mpo. de Nacajuca, Tabasco.

Los efectos en el crecimiento y estado de condición fueron comparados con los obtenidos utilizando un alimento comercial, encontrándose que con este se presentaron los mejores efectos en el crecimiento, factor de conversión de alimento, estado de condición y costos de producción. Después del alimento comercial, con los desperdicios de comida se obtuvieron los mejores resultados de crecimiento, estado de condición y costos de producción con respecto a: una ración hecha con harina de hoja y tallo de yuca, harina de hoja de plátano y harina de sangre; una dieta hecha con harina de hoja y tallo de yuca, harina de hoja de plátano, harina de sangre y gallinaza; una ración elaborada con harina de hoja y tallo de yuca, harina de hoja de plátano, harina de sangre y estiércol de cerdo.

Los resultados obtenidos sugieren la posibilidad de utilizar los desperdicios de comida como un complemento alimenticio de Oreochromis niloticus.

1. INTRODUCCION

El Gobierno del Estado de Tabasco a través de la Secretaría de Desarrollo local implementó en 1984, un Programa de desarrollo rural integrado con la finalidad de mejorar las condiciones de vida de los grupos de escasos recursos económicos de la región.

Mediante este programa, se pretende por una parte, dar empleo a los indígenas Chontales en labores agropecuarias y piscícolas abocadas a satisfacer sus demandas de alimento y por otra, se considera la posibilidad de lograr una producción cuyo alcance vaya más allá de la autosubsistencia familiar, que pueda proyectarse a un nivel comunitario e incluso regional (INIREB-Tabasco, 1984).

Por tal motivo, además de brindarles asesoramiento técnico para el mejoramiento de las prácticas agrícolas tradicionales, destacan acciones en el área de la producción animal, dentro de la cual figuran: la capacitación para la cría y engorda de cerdos y pollos, así como el semi-cultivo del pez Cichlido Oreochromis niloticus en jaulas flotantes.

Estos módulos de producción animal, por su carácter intensivo, enfrentan la necesidad de depender de manera casi exclusiva, de alimentos adicionados, siendo los más usuales los alimentos balanceados (Bolaños, 1979; Trujillo, 1979; Porras, 1981; Hepher et al., 1983; Campbell, 1985; Shiau et al., 1987),

lo que provoca el encarecimiento de la producción, debido a los altos precios de dichos insumos.

Lo anterior adquiere mayor relevancia si se considera que, en los cultivos intensivos de peces del 40 al 60% de los costos de producción, se deben al alimento (Palcheimo y Dickie, 1966; Coché, 1978; Pillay, 1979; Campbell, 1985).

Diversos autores han manifestado, que para resolver este inconveniente, es necesario encontrar recursos regionales que aporten nuevas fuentes de nutrientes, de alta disponibilidad y de consumo no competitivo con el hombre, para elaborar dietas suplementarias que resulten más económicas que el alimento comercial, sin que por ello se vea afectada la eficiencia del proceso productivo (Coché, op.cit.; Guerrero, 1980; Prieto, 1980; Jackson et al., 1982; Appler y Jauncey, 1983; Pillay, 1983; Anderson et al., 1984; Ofojekwu y Ejike, 1984; Wee y Wang, 1987)

Con base en lo anterior, la presente investigación intenta aportar nueva información sobre alimentos no convencionales hechos a partir de insumos que resultan de las actividades agropecuarias, las granjas y las agroindustrias del Estado, como son subproductos de origen animal (estiércol de cerdo y pollo en engorda), esquilmos agrícolas (hoja y tallo de a yuca, así como la hoja de plátano), un subproducto de agroindustria (harina de sangre de bovino) y también los desperdicios de comida que se generan en los restaurantes locales, con la finalidad de

encontrar un alimento eficiente y económico, que pueda suprimir el uso del alimento comercial para la producción de Oreochromis niloticus en jaulas flotantes.

La presente investigación forma parte del Proyecto global titulado "Sistemas Ecológicos de Explotación de Recursos" desarrollado por el INIREB-Tabasco, cuya parte experimental se ubicó en los Camellones Chontales de Tucta, Municipio de Nacajuca, Tabasco.

2. ANTECEDENTES

El pez Cichlido, O. niloticus es una especie omnívora que ostenta un rango de alimentación muy amplio, ya que consume: Fitoplancton (Algas verde-azules y diatomeas), Algas filamentosas, plantas inferiores y superiores, detritus, organismos bentónicos, etc. y en condiciones de cultivo aceptan alimento balanceado artificial de origen animal y /o vegetal (Almeida, 1976; Coché, 1977; Guerrero, 1980; Rifai, 1980; Mohifarh y Hulata, 1981; Jauncey y Ross, 1982; Campbell, 1985; Aguilera y Noriega, 1986; Hanley, 1987; Shiau et al., 1987).

En años recientes, se ha concentrado mucha atención en buscar recursos proteínicos potenciales, que de manera alternativa puedan usarse para elaborar raciones para la alimentación de esta especie (Watson, 1985). Entre las investigaciones que se hacen al respecto, Pillay (1983) menciona el hecho de recircular y convertir materiales alimenticios de baja calidad y productos de desecho en alimentos ricos en proteína.

Para facilitar el estudio y conocimiento de la amplia variedad de recursos proteínicos potenciales para la alimentación de las Tilapias, el autor estableció la siguiente división:

- a. Recursos de origen vegetal.
- b. Recursos de origen animal.

2.1 Recursos de origen vegetal

Los recursos proteínicos de origen vegetal incluyen a los subproductos de ciertas agroindustrias como es el caso de la industria de las oleaginosas, entre los que se comprenden: harina de soya (Jackson et al. 1982; Shiau et al., 1987; Hanley, 1987), harina de algodón (Jackson et al. ., 1982 ; Ofojekwu y Ejike, 1984), harina de cacahuete (Jackson et al., 1982), harina de semilla de girasol (Aguilar y Bencomo, 1980; Jackson et al., 1982), copra de coco (Guerrero, 1980, Jackson et al., 1982), harina de colza (Jauncey y Ross, 1982), harina de ajonjolí y de palma de kernel (Jauncey y Ross, 1982).

Entre otros recursos vegetales se encuentran los subproductos de los cereales, tales como: el polvo y salvado del arroz (Sánchez y Vázquez, 1980; Santiago et al., 1985), cebada, avena, mijo, sorgo y maíz quebrado (Jauncey y Ross, 1982; Hanley, 1987).

Asimismo se abarca a las algas: Cladophora glomerata (Appler y Jauncey, 1983), Spirulina, Chorella, Scenedesmus (Jauncey y Ross, 1982).

Se incluye también a las plantas acuáticas tales como: La lenteja de agua Lemna gibba (Gaigher et al., 1984), Elodea canadiensis (Morales, 1978), el helecho acuático Azolla filiculoides (Antoine et al., 1987), entre otros.

Por otra parte, se comprenden plantas superiores entre las que se tiene a: la alfalfa (Jauncey y Ross, 1982), el bore

Alocasia macrorhiza (Poepa, 1978), el ipil-ipil Leucaena leucocephala (Guerrero, 1980; Wee y Wang, 1987), la leguminosa Canavalia ensiformis (Martínez et al., 1988), la chaya Cnidoccolus chayamanza, las moreras, los manglares, los sauces, palmeras, pastos y algunas hierbas, de los cuales se utiliza principalmente las hojas y/o los frutos (Morales, 1978; Jauncey y Ross, 1982).

En esta división se abarcan a los subproductos de los ingenios azucareros, plantas papeleras, destilería (como los granos de cebada) y demás industrias que transforman productos de origen vegetal que puedan utilizarse para la alimentación animal (Aguilera y Noriega, 1986; Hanley, 1987).

Finalmente, se abarcan los recursos a partir de organismos unicelulares como bacterias y hongos (Jauncey y Ross, 1982; Watson, 1985; Martínez-Palacios et al., 1988).

2.1.1 La hoja y el tallo de la yuca

Dentro del estudio de recursos de origen vegetal, resulta interesante utilizar la factibilidad de aprovechar en la alimentación de la Tilapia el tallo y follaje de la yuca (Manihot esculenta) que en la región Tabasqueña se desechan, empleándose únicamente los tubérculos de las plantas tanto, para la alimentación humana, como para la animal.

El mayor contenido proteínico se encuentra en las hojas de

la planta, siendo un 25% mientras que el porcentaje de proteína en los tallos es de 5.6%, que es considerablemente menor (Legorreta-Padilla, 1983).

La harina de hoja de yuca tiene un contenido aproximado de 15.6% de proteína, 20.07% de fibra, 4.79% de lípidos, 41.49% de extracto etéreo y 18.10% de cenizas (Legorreta-Padilla, 1983; López, 1982). Estas cualidades permiten pensar en un aprovechamiento en la alimentación animal, ya que según López (op. cit.), se pueden obtener hasta 20 Toneladas de forraje por hectárea, cosechando la planta entera cada 90 días.

La objeción principal para su empleo es el contenido de cianuro (HCN) debido a que las hojas jóvenes contienen 568-620 mg/Kg y las maduras 400-500 mg/Kg (Ramos-Henao y Corredor, 1982). No obstante lo anterior, en experimentos hechos con marranas en gestación alimentadas con la harina de hoja y tallo de la yuca, no se observaron síntomas de toxicidad por HCN durante esa fase de su desarrollo (López, op. cit.).

No existen suficientes conocimientos del valor nutricional de la hoja y tallo de la yuca en la alimentación animal (Legorreta-Padilla, op. cit.).

Sin embargo, en Colombia, Ramos-Henao y Corredor (op. cit.) realizaron un estudio para comparar la efectividad de las hojas de yuca en la alimentación de Tilapia rendalli.

En dicha investigación se comparó la asimilación de las hojas de yuca con la que se obtiene con el bore (Alocasia macrorhiza), que se usa con buenos resultados en el cultivo del Cichlido, encontrándose que el follaje de la yuca es una buena alternativa para su alimentación.

2.1.2 La hoja de plátano

El plátano Musa sp. es un cultivo que tiene un ciclo vegetativo (plantación-recolección) que varía de 11 a 15 meses según la variedad cultivada. La recolección del fruto significa el término de la existencia de la planta, ya que se corta el pseudotrunko ó en el caso de dejarse intacta la planta, el falso tronco empieza a podrirse y las hojas se desecan (Ferrer, 1981). El número de hojas funcionales en la floración de la planta es determinante para el crecimiento del racimo. Cualquier planta puede tener de 12 a 14 hojas, las que presentan una vida media de 160 días (Juárez, 1983).

En pruebas para valorar el uso de las hojas en la alimentación animal, Ffoulkes et al ., (1979) encontraron que estas contenían un 17.6% de proteína cruda. Por otra parte, Alderete et al ., (1981), reportaron que el número total de hojas cosechadas durante un periodo de 5 a 10 meses de edad de la planta, con una población de 1800 a 5500 plantas por hectárea fue de 3000 a 12000 hojas, representando aprox. 2 000 Kg de materia seca o el equivalente de 200 Kg de proteína.

El contenido químico aprox. de la harina de hoja de plátano es de 24.50% de proteína cruda, 5.90% de lípidos, 10.70% de fibras, 7.50% de cenizas y 51.40% de extracto libre de nitrógeno (Ffoulkes et al. , 1979).

El cultivo del plátano Musa sp se encuentra entre las 6 actividades frutícolas más importantes económicamente de México, esto lo ubica dentro de los 30 principales productos agrícolas del País (SARH, 1986). En 1984 se cultivaron en México 74635 Ha. y se produjeron 1604777 Ton. de las cuales el Estado de Tabasco contribuyó con el 12.46%, ya que en 9000 Ha. cultivadas se cosecharon 219028 Toneladas (Ramírez, 1985).

La producción del plátano depende de las densidades en que se siembre, así tenemos que en el Estado de Colima se obtienen los rendimientos más altos del País, 30/Ton/Ha/año sembrando 1600 plantas por hectárea. El rendimiento anual del Estado de Tabasco en 1984 quedó comprendido entre las 15 y 18 Ton/Ha/año, lo cual se puede considerar muy por abajo del obtenido en Colima, sin embargo hay que considerar la poca tecnificación que existe en el área (Ramírez, 1985). Se han hecho ensayos con las hojas de plátano para valorar su uso en la alimentación animal, como sería el caso de becerros (De las Heras, 1982), novillos (Alderete et al. , 1981) y pollos (LLamas, 1978).

Con base en sus cualidades y disponibilidad en el área de estudio, se utilizó como un elemento más para ser evaluado

en la alimentación de O. niloticus, ya que hasta la fecha no se tiene conocimiento que dicho insumo se utilice con esa finalidad.

2.2 Recursos proteínicos de origen animal

Los alimentos de origen animal pueden suplir las deficiencias de aminoácidos esenciales y vitaminas, que son características de las raciones hechas a partir de compuestos vegetales únicamente. Asimismo, presentan la ventaja de que, al utilizar pequeñas cantidades contribuyen de manera importante a la nutrición animal en minerales y suplen varias vitaminas del complejo "B" (Lagler et al. ., 1962 ; Nikolsky, 1963; Doreste et al., 1981). Sin embargo, biológica y económicamente tienden a ser muy costosos, por ello sólo deben emplearse en pequeñas cantidades, para cubrir las deficiencias de aminoácidos esenciales y no como recursos de proteína per se (Jauncey y Ross, 1982).

Entre los recursos proteínicos de origen animal se abarcan los siguientes: harina de pescado (Eguiar et al. ., 1978; Aguiar y Becomo, 1980; Sánchez y Vázquez, 1980; Jauncey y Ross, 1982; Santiago et al. ., 1985; Hanley, 1987), harina de hueso (Aguiar y Becomo, 1980; Jauncey y Ross, 1982), harina de sangre (Eguiar et al. ., 1978; Jauncey y Ross, 1982; Aguilera y Noriega, 1986), harina de cefalotráx de camarón (Sánchez y Vázquez, 1980;

Jauncey y Ross, 1982), fauna acompañante de la pesca comercial, harina de huevo de salmón, harina de hígado, productos de ballena y otros mamíferos marinos, excrementos de animales, desperdicios de la transformación de la leche, lombrices de tierra, caracoles, larvas de moscas, ensilados animales y todos los subproductos de las industrias y agroindustrias que transformen productos de origen animal (Jauncey y Ross, 1982; Hanley, 1987).

El estudio del reciclaje de las excretas de animales con miras a emplearse en la alimentación de los peces en cultivo, ha cobrado gran importancia (Bolaños, 1979; Pretto, 1980; Porras, 1981; Watson, 1985), por lo que se realizan numerosas investigaciones sobre la composición química de las heces de animales, con el objeto de averiguar si pueden ser reutilizadas como una fuente de nutrientes en la alimentación animal (Köhler y Pagan-Font, 1979; Sticney y Hesby, 1979; Burns y Stickney, 1980; Behrends et al., 1980; Porras, 1981; Ogaz, 1983; Vaz, 1983; Watson, 1985). Los resultados de dichos estudios, indican que las excretas contienen nutrientes posibles de ser reutilizados, los cuales están en función de muchos factores entre los que figuran: la especie, la composición, el nivel de ingestión de la dieta original, el tiempo de almacenamiento etc. (Ogaz, 1983).

2.2.1 Las excretas de cerdo

En Piscicultura, algunas excretas como son: la del cerdo,

vaca, pollos etc., son consideradas como fertilizantes orgánicos y cuando se suministran en un estanque donde se cultiva una población omnívora, parte del fertilizante es aprovechado directamente por los organismos, mientras que la restante es utilizada en la producción primaria del medio, que a finales de cuenta contribuye a la alimentación de los animales (Almeida, 1976; Kuri-Nivón, 1979; Porras, 1981; Chakroff, 1983; Aguilera y Noriega, 1986; Medina-García y Kuri-Nivón, 1987).

La composición química aproximada de las heces de cerdo es de 23.5% de proteína cruda, 8.20% de grasa cruda, 14.80% de fibras, 14.50% de cenizas y 38.50% de extracto etéreo (Peñalva, 1981; Chakroff, 1983; Flores, 1986).

Pretto (1980) menciona que, en Panamá es común el uso del estiércol de cerdo en la producción de peces, reportándose que la Tilapia constituye la parte principal dentro de diversos policultivos entre los que sobresalen: I. nilotica y Carpa común (Cyprinus carpio); I. nilotica, Carpa común (Cyprinus carpio) y Guapote Tigre (Cichlasoma managuense); I. nilotica X I. honorum (híbrido), Carpa común (Cyprinus carpio) y carpa plateada (Hipophthalmichthys molitrix). En los estanques de cultivo se ubica una porqueriza en el plano superior de tal manera que las aguas de lavado y excretas van directamente al estanque.

En relación a lo anterior, Pretto (op. cit.), reporta que

el estiércol de cerdo actúa indirectamente en la producción de peces mediante el incremento del alimento natural en el estanque, el que es aprovechado por los peces, éstos a su vez pueden alimentarse directamente del estiércol porcino, lo que resulta en un mejor uso de los nutrientes en él contenidos, comparado con el caso de la cadena alimenticia indirecta, en la que se pierde parte del valor alimenticio y energía.

Así también, Ogaz (1983) reporta que las heces de cerdo contienen un 70% de alimentos digeribles para los peces, lo que incluye un 22% de proteína cruda, la que es biológicamente utilizable en un 60%, la información anterior se ajusta a lo reportado por Pretto (op. cit.).

Para el caso de Panamá, se consideran buenos rendimientos aquellos que se sitúan arriba de los 5000 Kg/Ha/año, sin embargo cabe señalar que en los cultivos antes mencionados, se han superado los 10000 Kg/Ha/año bajo condiciones de agua corriente y liberación de aguas profundas en tres cosechas al año.

Con base en la información anterior, el estiércol de cerdo fue utilizado como un elemento para la elaboración de raciones.

2.2.2 La gallinaza

Otro subproducto importante para el presente estudio es el estiércol de los pollos que se crían y engordan en las granjas. A la excreta se le denomina comúnmente "gallinaza" y contiene cascarilla de arroz, que es usada como cama en los gallineros.

Este desecho usualmente es alto en contenido de nitrógeno, promediando un 17% ó más de proteína cruda (Bolaños, 1979). Presenta también, un valor muy alto en el contenido de ceniza que se estima en un 20%, esto hace que su valor de energía sea muy bajo (Ogaz, 1983). Dicho factor, implica que deban añadirse otros ingredientes que proporcionen un mayor nivel energético al alimento. Por otro lado, al emplear la gallinaza en la alimentación animal es innecesaria la suplementación de minerales, ya que es particularmente rica en estos nutrientes (Garza, 1975).

En El Salvador (García y Bayne, 1974), se tuvieron experiencias para determinar la efectividad de la gallinaza y una ración en base a pulpa de café en la alimentación de Tilapia aurea cultivada en corrales.

La producción obtenida con la gallinaza fue de 3375 Kg/Ha/año, en tanto que la obtenida con la pulpa de café se lograron 3942 Kg/Ha/año. Así se concluyó que la gallinaza y la ración con base en la pulpa de café son factibles de usar como alimentos suplementarios para la producción de Tilapia aurea.

En los camellones Chontales de Tucta, Mpo. de Nacajuca, Tabasco, Olivas y Ortiz (1984), investigaron el efecto de la gallinaza usada como alimento para la producción de O. niloticus en jaulas flotantes. El ensayo consistió en comparar las producciones conseguidas por O. niloticus mantenida con alimento

balanceado comercial, gallinaza combinada con harina de yuca y gallinaza administrada directamente por pollos situados arriba de las jaulas flotantes (a esta clase de cultivo, los autores lo citan como "cultivo asociado", ya que en una misma zona se cultivan pollos y peces).

Para el caso de la gallinaza suministrada directamente se hicieron las siguientes observaciones:

1. Se evitó la acumulación de excretas y olores al recircular la gallinaza.

2. Se suprimió el trabajo de poner la cama de cascarilla de arroz en el gallinero y luego recoger la gallinaza.

En el caso de la gallinaza combinada con harina de yuca, esta presentó el FCA más alto y la producción más baja de las tres raciones. Olivas y Ortiz (op. cit.) concluyeron que por su rentabilidad y efectividad, la gallinaza administrada directamente es un buen alimento para la producción de O. niloticus en jaulas flotantes.

2.2.3 La harina de sangre

La harina de sangre de bovino, es un recurso de elevada disponibilidad y bajo costo en el Estado de Tabasco, esto se debe a que en la Ciudad de Villahermosa se localiza uno de los frigoríficos más importantes de la República. Debido a su magnitud, esta agroindustria produce grandes cantidades de harina de sangre y de carne las cuales son utilizadas para la alimentación animal de la región.

La harina de sangre se utiliza como fuente de proteína (Bressani et al., 1966) en la elaboración de raciones para aves (pollos y pavos), cerdos, ganado bovino e incluso cabras (López-Palazón, 1953; Marchi y Pucci, 1960; Trujillo, 1979; Flores, 1986) y algunos autores la consideran como un recurso para la alimentación de las Tilapias (Eguiar et al., 1978; Jauncey y Ross, 1982; Aguilera y Noriega, 1986).

En Cuba (Eguiar, 1978), la harina de sangre se usa como elemento de raciones para alimentar a Tilapia aurea y Tilapia mossambica. A estos animales se les suministran raciones consistentes en harina de girasol (40%), harina de pescado (40%), y harina de sangre de (20%), obteniéndose buenas conversiones de alimento, así como buenos rendimientos de cultivo (Eguiar op. cit.).

Con base en sus cualidades nutricionales y bajo costo, se utilizó como un elemento para las raciones a estudiar en la presente investigación.

2.2.4 Desperdicios de comida

Los desperdicios de comida, normalmente son obtenidos de los desechos de alimentos que el hombre consume, ya sea en hogares o en comedores públicos como restaurantes y fondas. Estos generalmente se aprovechan, utilizándose en la alimentación de animales domésticos, pero cuando el volumen es muy grande, como es el caso del que se produce en los restaurantes, mucha de esta comida de deshecho es utilizada

los lugareños para alimentar a cerdos, pollos, etc. (Flores, 1986).

Sin embargo, en muchas regiones este subproducto se desperdicia al no haber quién lo demande, lo que ocasiona que se tire, generandose además problemas de contaminación ambiental.

Este subproducto se puede considerar como una mezcla de recursos de origen animal y vegetal, ya que como se sabe, la alimentación humana se compone de carnes de diferentes animales y de una gran variedad de vegetales, así como de los derivados de origen animal y vegetal.

A la fecha no se tiene conocimiento de que existan cultivos de Tilapia cuya fuente de alimentación sean los desperdicios de comida, sin embargo Chakroff (1983) los menciona como un alimento alternativo para peces.

Tomando en cuenta el amplio rango de alimentación que tiene O. niloticus, se consideró pertinente hacer una evaluación de los efectos de dicho insumo en su crecimiento y estado de condición para determinar si puede ser un buen alimento para su cultivo.

3. OBJETIVOS

Objetivos generales

Contribuir a la adaptación de Biotecnologías para la producción intensiva de Oreochromis niloticus en jaulas flotantes, en el Estado de Tabasco.

Determinar los efectos que producen cuatro raciones en O. niloticus mediante la valoración de parámetros poblacionales (crecimiento y mortalidad) y de indicadores poblacionales (factor de conversión de alimento, factor de condición simple, factor de conversión de alimento económico).

Objetivos específicos

1. Evaluar el crecimiento de O. niloticus.
2. Por medio del Factor de Conversión de Alimento (FCA), determinar cual es el alimento más eficiente para la producción de O. niloticus.
3. Mediante el Factor de Conversión de Alimento Económico (FCAe) determinar cual de estos alimentos es el más económico para el cultivo de O. niloticus.
4. Obtener el Factor de Condición simple "K" de cada situación experimental.
5. Establecer relaciones funcionales entre los parámetros físico-químicos y el crecimiento de O. niloticus

4. AREA DE ESTUDIO

4.1 Características del área de estudio

La de estudio se localiza en el Municipio de Nacajuca, Tabasco. Su situación geográfica es de 18°11' de latitud norte y 93° 01' longitud oeste, su altura m.s.n.m. es de 17 metros (INI, 1977).

Colinda al Norte con los Municipios de Jalpa de Méndez, al sur con Cunduacán y Centro, al oeste con Jalpa de Méndez y Cunduacán y al este con el Centro (mapa No.1).

Los camellones Chontales se sitúan en el Poblado de Tucta, a 5 Km de la cabecera Municipal de Nacajuca, en la zona central del Municipio (Mapa No.2).

La zona de estudio está en el límite de dos tipos de climas: Aw2(x"), cálido subhúmedo con lluvias en verano, con P/T (índice de humedad de Lang, en donde "P" significa precipitación en mm. y "T" es la temperatura media anual en C) mayor de 55.3 mm. y con un alto porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2 mm. ; y el Amw", cálido húmedo con lluvias en verano e influencia de monzón (Soto, 1978).

La zona está considerada como muy cálida, ya que la temperatura media anual es mayor de 26°C (García, 1981), siendo las mínimas entre 10°C y 12°C en los meses de diciembre y enero, con máximas de 40°C en abril y mayo (INI, 1977).

La precipitación de la zona, presenta valores mayores de 2,000 mm. anuales en la región de Comalcalco y Cunduacán

(porción suroeste) y valores menores de 1 500 mm. hacia Trinidad y Tecoluta (porción noreste). En la región de Nacajuca y Jalpa de Méndez (porción intermedia), se presentan valores entre 1500 y 2000 mm. (Soto, 1978).

La infraestructura edáfica de los camellones, donde se explota la agricultura es muy variable, es decir sin una textura definida debido a que existen horizontes muy duros (arcillosos) y puede haber horizontes muy ligeros (arenosos).

Existe una estructura laminar de la capa arable heterogénea pues se puede decir que el perfil del suelo original fue modificado al construir los camellones sobre el pantano, transformándose por completo los horizontes y los materiales característicos del perfil edáfico (Rentería, 1980).

La superficie territorial del Municipio es de 808 Km², los cuales se caracterizan por ser completamente planos (INI, 1977).

Sus principales corrientes son aportadas por los ríos: Nacajuca, González, Don Cipriano, la Pigua, el Escarbajo y el Mocho. Sus lagunas son: Tuliija, Boca Grande, Tronco, la Palma, Oxiacaque, la Florida y Olcuatitán.

Las lagunas Ramada y de la Muerte abastecen parcialmente a los camellones, ya que existen ciertas comunicaciones entre ambos (INI, 1977).

4.2 Características de los camellones agropiscícolas

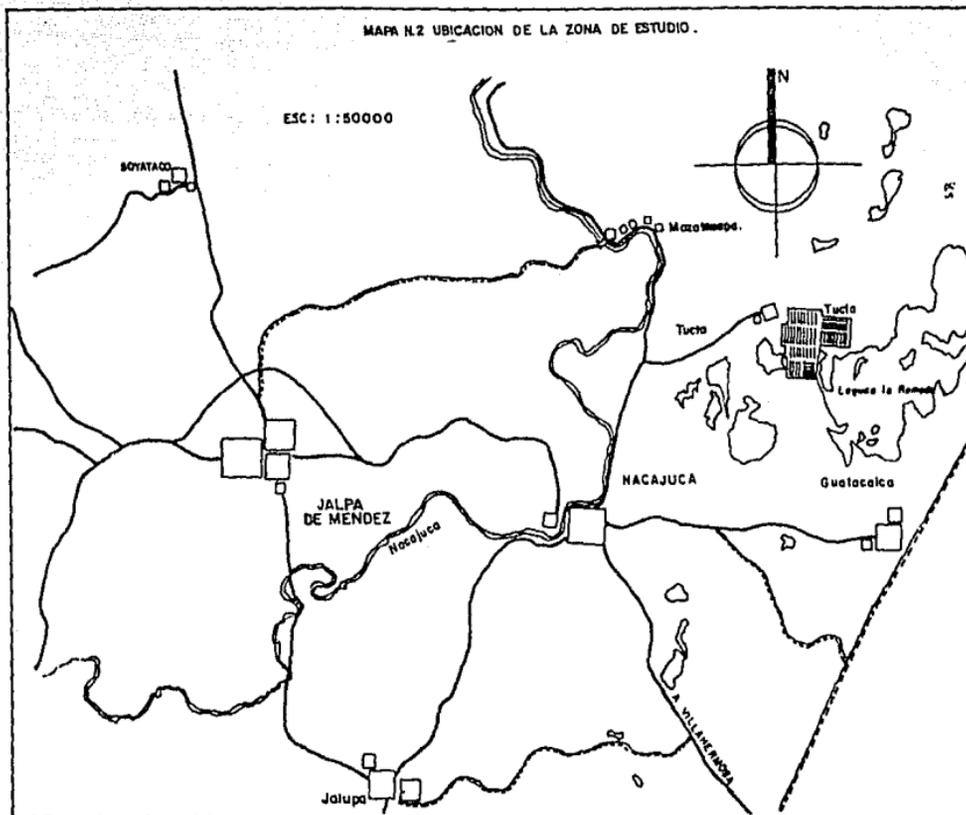
Cada unidad agropiscícola consta de una porción no inundable, terraplén o camellón que se ocupa para la agricultura

y una parte de canales paralelos que se destinan para fines de Piscicultura (Garrido, 1980).

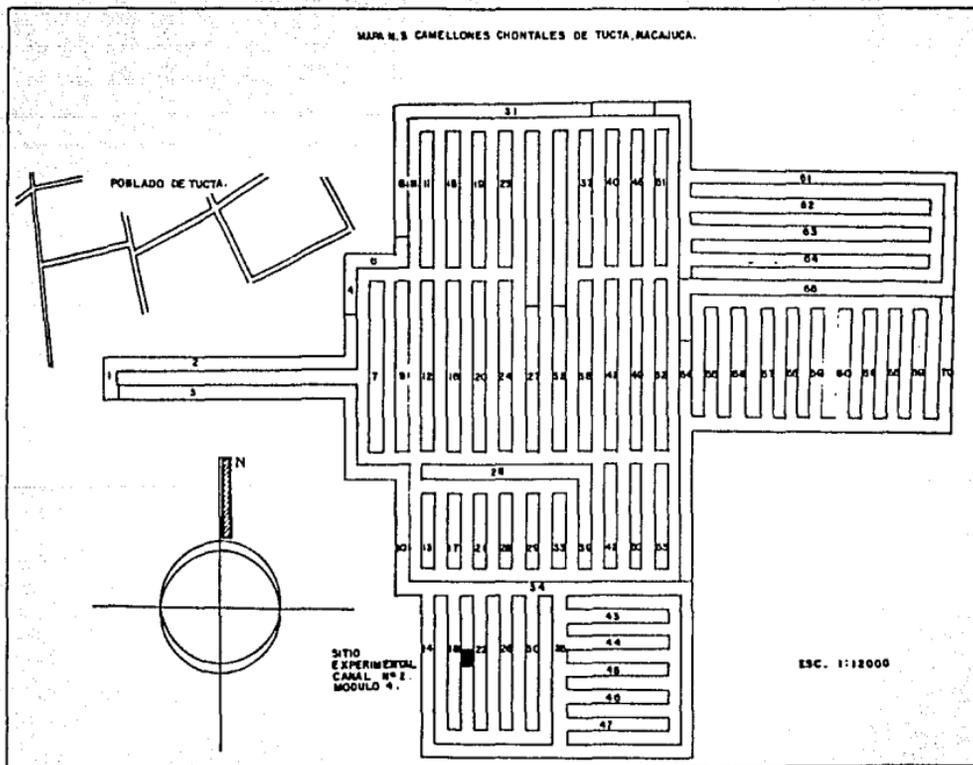
Cada canal presenta 100 m. de largo, 10 m. de ancho y 3 m. de profundidad. El volúmen que se puede tener es de 3000 m³ de agua aproximadamente (fig. 1). El camellón tiene 100 m. de largo, 20 m. de ancho y de 1 a 1.5 m. de alto con respecto al nivel de agua. La superficie que se puede disponer para la agricultura es de 2000 m² aproximadamente (fig. 1).

Los camellones de Tucta, Municipio de Nacajuca, Tabasco abarcan un total de 68.2 hectáreas (mapa No. 3) de las cuales 32.8 hectáreas son de camellones y 30.4 hectáreas comprenden a los canales (INI, 1985). El estudio se realizó en el canal número 2, del módulo 5 de los camellones Chontales (mapa No. 2).

MAPA N.2 UBICACION DE LA ZONA DE ESTUDIO.



MAPA N.º 3 CAMELONES CHONTALES DE TUCTA, MACAJUCA.



5. METODOLOGIA

Para una mejor realización, el proyecto fue dividido en seis partes las cuales se presentan a continuación:

5.1 Adecuación de las instalaciones

5.2 Parámetros fisicoquímicos

5.3 Preparación de alimentos

5.4 Diseño experimental

5.5 Análisis de resultados

5.6 Análisis económico

5.1 Adecuación de las instalaciones

Esta parte consistió en la limpieza y la fabricación de las jaulas.

5.1.1 Acondicionamiento del canal

Previo al inicio de la experimentación fue eliminada la vegetación flotante existente en el canal. A causa del inconveniente que representó la extensión del sistema de canales que están unidos entre sí (fig. 1) no fue posible extraer la fauna íctica local.

5.1.2 Diseño y preparación de la jaulas flotantes

El sistema de jaulas flotantes (fig. 2) presentó los siguientes componentes:

- a. Un marco.
- b. Un sistema de flotación.
- c. Redes de confinamiento (jaulas de 1 m³).
- d. Sistema de fondeo y anclaje.

5.1.2.1 Marco

En la construcción de la parte exterior se utilizaron 12 varas de tatuán (Colubrina ferruginosa) de 6 m. de largo , con diámetro de 40 cm. La unión de las varas se hizo con alambre galvanizado mediante amarres, hasta obtenerse un rectángulo de 6 X 12 metros (fig. 3).

La parte interior del marco se construyó con diez varas de tatuán de 6 m. de largo con diámetro de 30 cm. Las varas fueron dispuestas dejando un metro de distancia entre cada una de ellas (fig. 3).

5.1.2.2 Sistema de flotación

Como flotadores se utilizaron 10 tambos de aceite vacíos con volumen de 200 litros cada uno y se colocaron en la parte exterior del marco (fig. 2 y 3). Los tambos fueron pintados con esmalte anticorrosivo para asegurar su buen estado.

5.1.2.3 Redes de confinamiento

Se construyeron 10 jaulas de 1 m³ con las siguientes características: Cuatro lados de 1.0 X 1.0 m. de red camaronera

de una pulgada de luz y una tapadera de 1.0 X 1.0 m. de red camaronera de una pulgada de luz.

Se encabalgó la parte superior de las jaulas con cabo #5 y se dispuso una asa en cada extremo de la jaula (fig. 5).

En la parte superior de cada jaula se instaló un comedero en forma de caja rectangular con las siguientes características:

Cuatro lados de 15 X 30 cm. de red camaronera de media pulgada de luz, un fondo de 15 X 30 cm. de red camaronera de media pulgada de luz y un marco de 15 X 30 cm. de alambre galvanizado (fig. 4 y 5).

El comedero se amarró en los extremos de las varas donde se fijaron las jaulas, quedando la parte inferior apenas en contacto con el agua.

5.1.2.4 Sistema de fondeo y anclaje

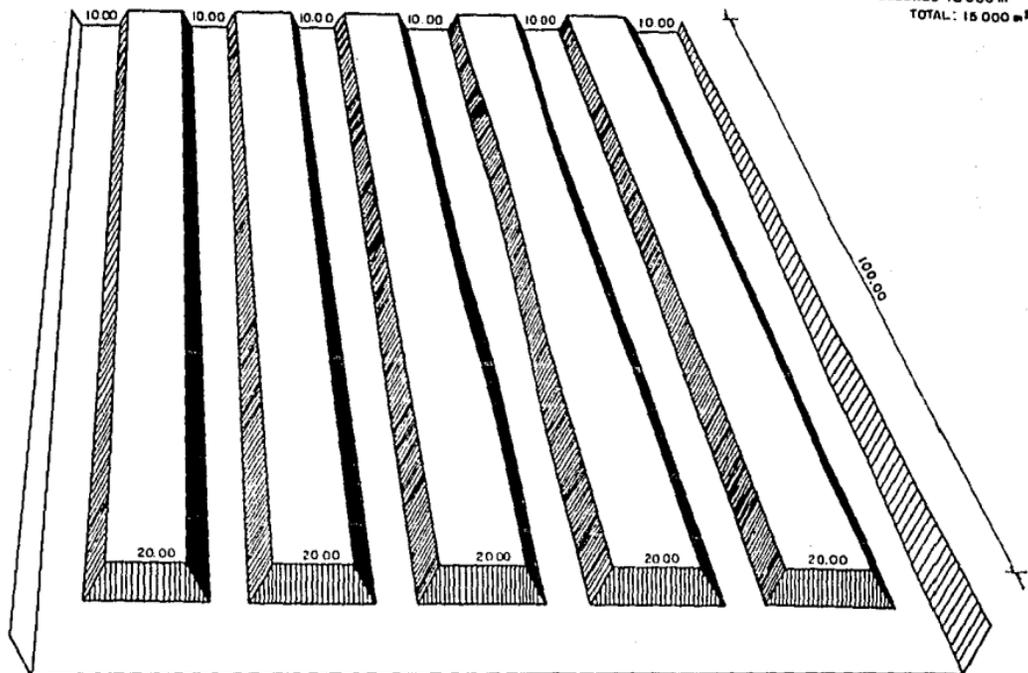
Para obtener el volumen de 1 m³ por jaula fue necesario que el extremo de cada lado se encabalgara una vara de mangle de 1.5 m. de largo y 10 cm. de diámetro y en el fondo un marco construido a partir de varas de mangle de 1.0 X 1.0 m. con diámetro de 10 cm. (fig. 4 y 5).

En cada extremo del marco inferior de cada jaula se colocaron bloques de cemento de 5 Kg de peso dentro de bolsas de polietileno unidas con cabo del #9 (fig. 2, 4 y 5). En el marco

FIG. 1 VISTA DE 5 CAMELONES Y 5 CANALES

AREA DEL CAMELON $20 \times 100 = 2000 \text{ m}^2$
AREA DEL CANAL $10 \times 100 = 1000 \text{ m}^2$
VOLUMEN DE AGUA DEL CANAL $100 \times 10 \times 3 = 3000 \text{ m}^3$

AREA TOTAL:
AREA DE CANALES 6000 m^2
AREA DE CAMELONES 10000 m^2
TOTAL: 16000 m^2



ACOT: MTS

FIG 2 PERSPECTIVA DEL SISTEMA DE JAULAS FLOTANTES
Y SUS PRINCIPALES COMPONENTES.

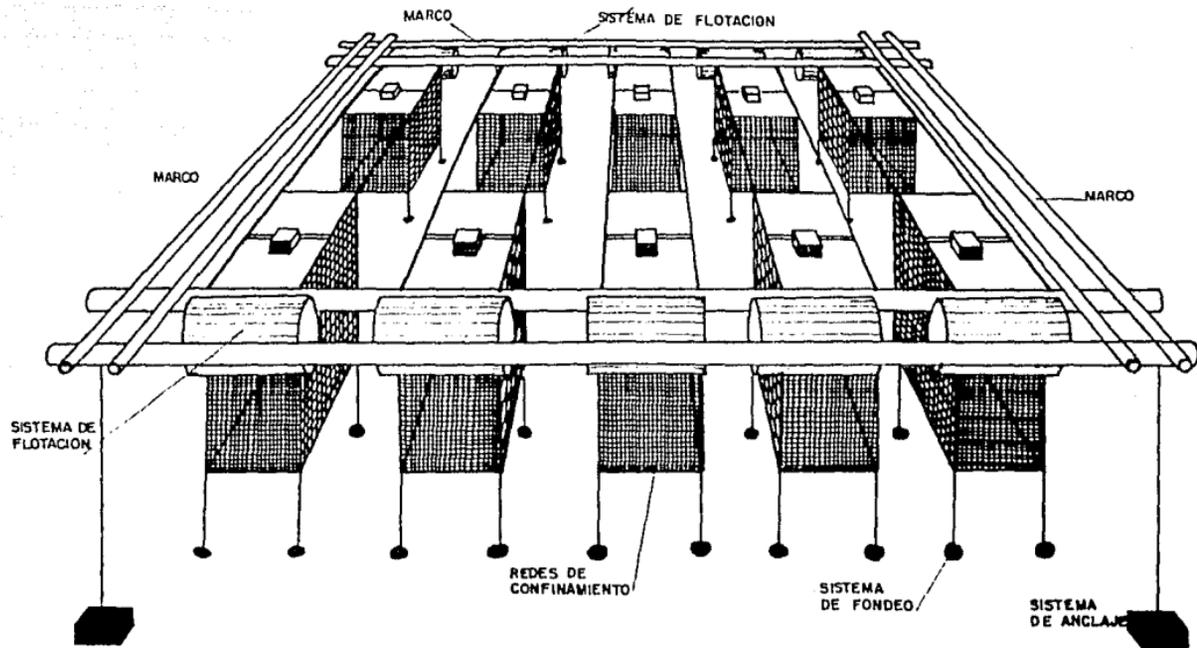


FIG.3. VISTA SUPERIOR DEL SISTEMA DE JAULAS FLOTANTES

- 1.- VARA DE TATUAN
- 2.- TAMBOR DE PETROLEO VACIO
- 3.- VARA DE TATUAN
- 4.- JAULA DE 1M.³
- 5.- VARA DE MANGLE.

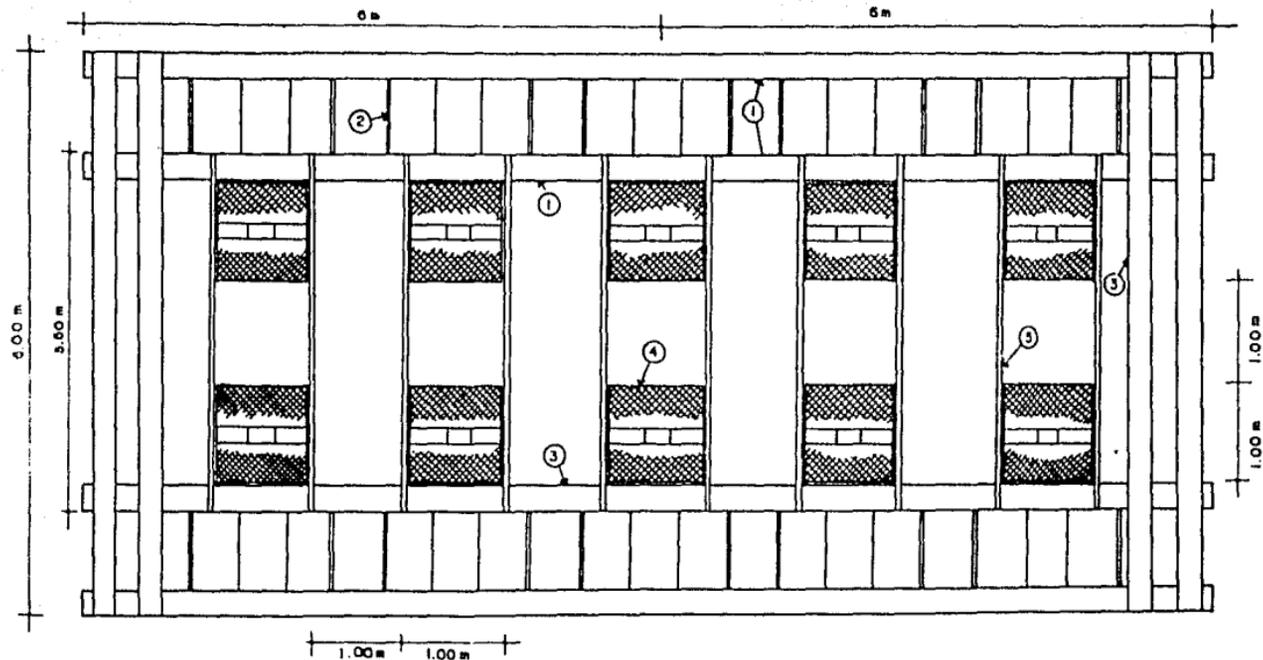


FIG.4. VISTA LATERAL DE UNA JAULA FLOTANTE DE 1 m³

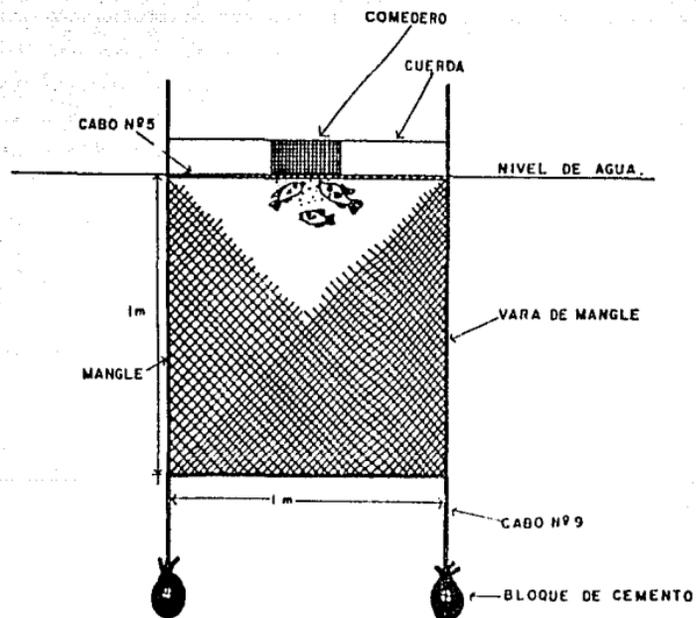


FIG. 5 PERSPECTIVA DE UNA JAULA FLOTANTE

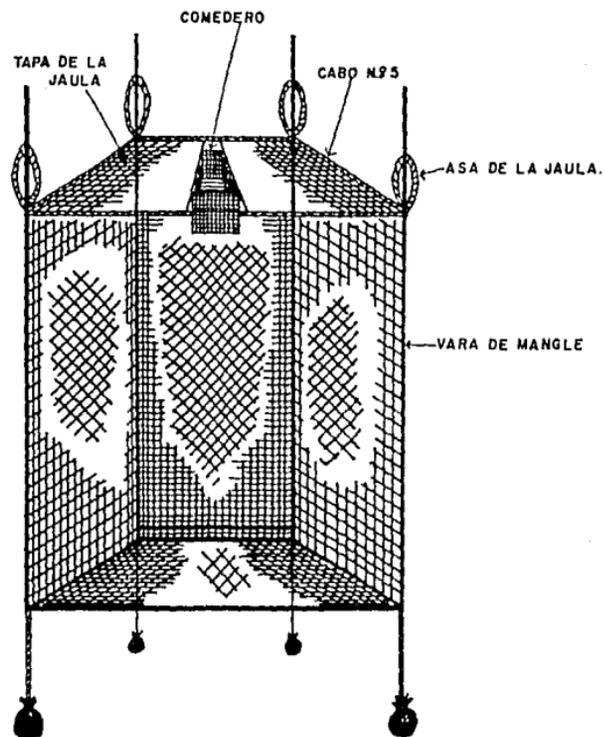
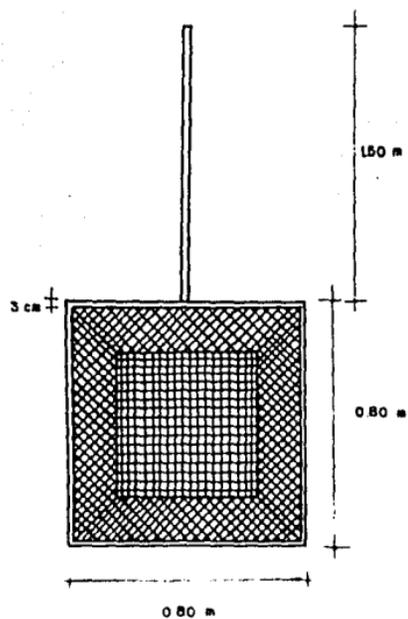
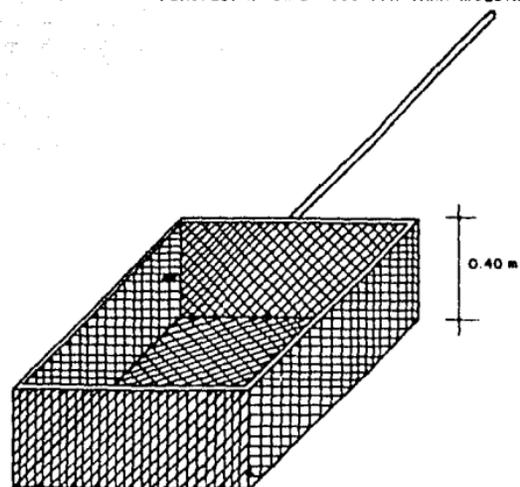


FIG. 6. DOS VISTAS DE LA CUCHARA PARA MUESTREAR.

VISTA SUPERIOR DE LA CUCHARA PARA MUESTREAR.



PERSPECTIVA DE LA CUCHARA PARA MUESTREAR.



**ANEXO I. MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION
DE LAS JAULAS FLOTANTES.**

- 1.- 10 TAMBOS DE 200 LTS.
- 2.- 12 VARAS DE TATUAN DE 6m. DE LONGITUD Y 40 cms DE DIAMETRO.
- 3.- 40 VARAS DE MANGLE DE 1,50 m. DE LONGITUD Y 5 cms DE DIAMETRO
- 4.- 8 VARAS DE TATUAN DE 3,50 m. DE LONGITUD 30 cms DE DIAMETRO
- 5.- RED CAMARONERA DE MEDIA PULGADA DE LUZ.
- 6.- 15 KG DE RED CAMARONERA DE UNA PULGADA DE LUZ (1 KG APROX. \times 4 m \times 1,30 m).
- 7.- 18 BOLSAS DE POLIETILENO.
- 8.- 40 BLOQUES DE CEMENTO DE 5 KG. C/ U.
- 9.- 6 BLOQUES DE CEMENTO DE 20 KG. C/ U.
- 10.- AHUJAS ARRIERAS.
- 11.- CABO N° 9.
- 12.- CABO N° 10.
- 13.- HILO ALQUITRANADO.
- 14.- PINTURA ANTICORROSIVA.
- 15.- ALAMBRE GALVANIZADO.
- 16.- NAVAJAS.
- 17.- BROCHAS.

del sistema de jaulas fueron dispuestos bloques de 20 Kg de cemento dentro de bolsas de polietileno unidas con cabo del número 10 (fig. 2).

En el anexo 1 se cita el material utilizado en la construcción de las jaulas flotantes.

5.2 Parámetros fisicoquímicos

Se determinaron los siguientes parámetros fisicoquímicos: temperatura, oxígeno disuelto, pH, alcalinidad y la transparencia del agua. Los registros de temperatura se llevaron a cabo, una hora antes de alimentar a los peces, por otra parte, los demás parámetros se registraron un día previo a realizarse cada biometría.

La colecta de las muestras de agua se obtuvieron por medio de una botella de Van Dorn horizontal de tres litros de capacidad en superficie y fondo, los registros in situ fueron: temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$), mediante un termómetro graduado de -10 a 100 $^{\circ}\text{C}$ con precisión de ± 1 $^{\circ}\text{C}$; transparencia por medio del disco de Secchi (20 cm. de diámetro); la medición del pH se hizo con un potenciómetro manual marca "Corning" modelo 3D con sensibilidad ± 0.01 .

La obtención de las muestras de oxígeno se obtuvieron mediante el empleo de botellas DBO de volumen conocido. Las muestras de alcalinidad se colectaron en botellas de 1 litro de capacidad y fueron procesadas de acuerdo a las técnicas de la APHA (1980), Boyd (1979) ; Golterman y Ohnstand (1978).

Se procedió a realizar los análisis de los parámetros fisicoquímicos en el siguiente orden: oxígeno por el método de Winkler azida modificado por Sterberg (Ruttner, 1975) y la alcalinidad con ácido sulfúrico 0.02 N.

5.3 Preparación de alimentos

Se prepararon cuatro diferentes raciones a partir de insumos locales tomando en cuenta:

5.3.1 Disponibilidad de los subproductos

Para elaborar las raciones experimentales, se utilizaron los siguientes sub-productos:

5.3.1.1 Harina de hoja y tallo de yuca

Esta harina fue proporcionada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) de la SARH, ubicado en el Municipio de Huimanguillo, Tabasco.

5.3.1.2 Harina de hoja de plátano

Esta harina fue elaborada por el autor, a partir de hojas colectadas de plantas que se cultivan en los camellones. Una vez hecha la colecta, se procedió a la deshidratación de las hojas por medio de una secadora de copra de coco durante 12 horas aproximadamente, para después pulverizarse en un molino de martillo marca Wiley Mod.3 con criba con perforaciones de 2 mm. de diámetro.

5.3.1.3 Harina de sangre de bovino

Este subproducto fue adquirido en el frigorífico de la Ciudad de Villahermosa, Tabasco.

5.3.1.4 Estiércol de pollo en engorda "gallinaza"

Este subproducto fue donado por la granja "La Petrolera", propiedad de los trabajadores de PEMEX (sección 31), localizada en la cabecera Municipal de Nacajuca, Tabasco.

Para preparar la ración, primero se limpiaba de elementos extraños y luego se molía para dar uniformidad a sus partículas, para posteriormente agregarse a los otros componentes.

5.3.1.5 Estiércol de cerdo

El subproducto se colectó en la saurdas propiedad de los campesinos que viven en la zona de los camellones. Una vez realizada la colecta, se procedió a deshidratar el estiércol mediante una secadora de laboratorio, a continuación se molía para dar uniformidad a sus partículas y después se adicionaba a los otros componentes de la ración

5.3.1.6 Desperdicios de comida

De un restaurante local, se consiguieron los desperdicios de comida. Para preparar la ración fue necesaria la utilización de un molino de nixtamal, donde se machacaban los desechos hasta adquirir una consistencia de masa.

Como esta ración se proporcionaba en húmedo, se tomaban muestras con el fin de determinar el porcentaje de humedad, para

Tabla 1. Análisis químico aproximado en base seca (E. B. S.) de los subproductos locales utilizados para la elaboración de raciones.

SUBPRODUCTO	PROTEINA CRUDA	GRASA CRUDA	FIBRAS	CENIZAS	EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO
Harina de hoja y tallo de yuca (1)	15.60	4.79	20.07	18.10	41.49
Harina de hoja de plátano (2)	24.50	5.90	10.70	7.50	51.40
Harina de sangre de bovino (3)	51.32	0.19	1.73	9.34	34.42
Estiércol de pollo "gallinaza" (4)	14.00	5.70	8.80	64.10	7.40
Estiércol de cerdo (5)	23.50	8.20	14.80	14.71	38.79
Desperdicios de comida (6)	35.00				

- Fuentes:
1. Legorreta-Padilla (1983) y López (1982)
 2. FFoulkes *et al.*, (1979) y boletín de análisis B-80-011, INIREB, Xalapa, Veracruz. (1984).
 3. Boletín de análisis del Laboratorio Central Regional de Patología de la SARH, Villahermosa, Tabasco (1984).
 4. Boletín de análisis del Laboratorio Central Regional de Patología de la SARH, Villahermosa, Tabasco (1984).
 5. Peñalva (1981) y VAZ (1983)
 6. Boletín de análisis del Laboratorio Central Regional de Patología de la SARH, Villahermosa, Tabasco (1984)

posteriormente hacer las estimaciones en peso seco de la cantidad de alimento a suministrar.

Las características de la composición química de los subproductos se describen en la tabla 1.

5.3.2 Preparación de las raciones experimentales

Las raciones que se elaboraron fueron las siguientes:

5.3.2.1 Ración : Harinas-estiércol de cerdo

La ración se obtuvo apartir de una mezcla consistente de un 40% de harina de sangre de bovino, 20% de harina de hoja de plátano, 20% de harina de hoja y tallo de yuca y un 20% de estiércol de cerdo.

5.3.2.2 Ración : Harinas-gallinaza

La ración consistió en una mezcla de un 40% de harina de sangre de bovino, 20% de gallinaza, 20% de harina de hoja de plátano y un 20% de harina de tallo y hoja de yuca.

5.3.2.3 Ración : Harinas

La ración fue una mezcla consistente en un 50% de harina de sangre de bovino, 25% de harina de hoja de plátano y un 25% de harina de hoja y tallo de yuca.

5.3.2.4 Ración : Desperdicios de comida

Cabe señalar que la ración "desperdicios de comida" se elaboró a partir de una mezcla consistente de: restos de

tortillas, pozol, pan, huesos de aves y sopas de pasta, todos molidos en un nixtamal manual hasta adquirir una textura de masa homogénea.

5.3.2.5 Ración : Alimento comercial

Por otra parte, la ración "alimento comercial" fue el que proporciona la Delegación Federal de Pesca del Estado para el cultivo de O. niloticus en jaulas flotantes dentro de la región.

Para evitar el inconveniente de la variabilidad del contenido de una misma ración, a excepción de los desperdicios de comida, ya que estos se descomponen en corto tiempo, se utilizó el mismo lote de cada alimento durante toda la experimentación. Por esto, se procuró dar un especial cuidado para que los alimentos no fueran expuestos a condiciones ambientales que pudieran afectar sus cualidades esenciales, entonces fueron almacenados en un lugar sin humedad, con una temperatura constante, sin iluminación y con una adecuada ventilación.

En la tabla 2 se describe la composición en tanto por ciento de los subproductos que forman cada ración experimental.

5.4 Diseño experimental

Cada situación experimental se estableció por duplicado. A cada una de las 10 jaulas les fue asignado un número y al azar se determinó la ración que se administraría a los peces previamente destinados en cada artefacto.

Tabla 2. Cantidad en tanto por ciento de subproductos utilizados para elaborar las raciones hechas con harinas y excretas animales.

SUBPRODUCTOS	RACIONES		
	HARINAS CON ESTIERCOL DE CERDO	HARINAS CON ESTIERCOL DE POLLO "GALLINAZA"	HARINAS
Harina de sangre de bovino	40	40	50
Harina de hoja de plátano	20	20	25
Harina de hoja y tallo de yuca	20	20	25
Estiércol de pollo "gallinaza"		20	
Estiércol de cerdo	20		

5.4.1 Obtención de crías

Las crías fueron proporcionadas por la Delegación Federal de Pesca del Estado mediante la Piscifactoría: José N. Rovirosa ubicada en el ejido Mariano Matamoros, a 8 Km de la cabecera Municipal de Teapa, Tabasco.

5.4.2 Transporte de crías

Los especímenes colectados se depositaron en bolsas de polietileno con 15 litros de agua y con aire a presión, para luego ser selladas y transportadas al vehículo que las llevó a los Camellones. Una vez que se llegó a la zona de experimentación, los animales fueron colocados en una jaula de 4 m. de largo y 2 m. de profundidad durante una semana durante con el propósito de adaptarlas a su nuevo medio.

5.4.3 Selección de organismos y densidad de siembra

Los peces fueron seleccionados utilizando como referencia la longitud total cuyo rango quedó comprendido entre los 9 y 11 cm., por otra parte el rango de peso que consecuentemente se obtuvo de la anterior selección fue desde 8 a 20 gr. Debido a la limitante del número de animales, no se dispuso de un rango de talla y peso más pequeño que evitara el aumento de dispersión de tallas de las poblaciones sembradas por jaula. Asimismo, se seleccionaron a los animales que no presentaron síntomas externos de enfermedades.

5.4.4 Tasa de siembra y mortalidad

Se sembraron 50 peces por jaula. Con base en lo reportado por Coché (1977) y Gaigher y Krause (1983) se estimó un 10 % de mortalidad natural para cada población, por lo que finalmente se introdujeron 55 alevinos por jaula.

En la tabla 3 se describe el diseño experimental del estudio.

5.4.5 Alimentación

Las estimaciones de Cantidad de Alimento a Suministrar (CAS) se hicieron tomando en cuenta la cantidad de materia seca de cada ración. Se suministró diariamente el 5% de alimento con respecto a la biomasa estimada por jaula, para ello se tomó en cuenta el tamaño de los peces.

5.4.5.1 Frecuencia de alimentación

Los animales fueron alimentados una vez al día, a las 11:00 A.M., durante todos los días de la semana.

5.4.5.2 Configuración de los alimentos

Debido a que no se utilizaron aglutinantes para evitar la pérdida de los alimentos, a las raciones hechas con harinas se les agregó un poco de agua hasta obtenerse un pastel que era esparcido en los comederos.

Los desperdicios de comida y el alimento comercial también se depositaron en los comederos en forma de masa.

Tabla 3. Diseño experimental para el estudio de alimentación de Oreochromis niloticus

RACION	NUMERO DE JAULA	TASA DE SIEMBRA (No. de peces/m ³)	PORCENTAJE DE ALIMENTO SUMINISTRADO POR DIA
Alimento comercial	1 y 2	55	5
Harinas	9 y 10	55	5
Harinas con estiércol de cerdo	3 y 4	55	5
Harinas con gallinaza	7 y 8	55	5
Desperdicios de comida	5 y 6	55	5

5.4.6 Muestreos

Por las limitantes de tiempo y recursos, se efectuaron 5 muestreos en intervalos de 15 días, incluyendo siembra y cosecha en un lapso de 60 días.

5.4.7 Datos biométricos

Para coleccionar los organismos, se usó una red de cuchara 0.8 X 0.8 metros, confeccionada con malla de red camaronesa, encabalgada a un marco de varilla de acero con diámetro de 3 cm. (fig.6).

Cuando se capturaban los peces, se depositaban en cubetas con agua para registrar los siguientes datos:

1. Longitud total (m.m.) . La medición se realizó con un ictiómetro de 1 m.m. de precisión.

2. Peso individual (gr.) . La estimación se llevó a cabo en una báscula marca "acme", con precisión de 4 gr.

5.4.8 Cosecha

Para realizar la cosecha, cada jaula fue desmontada del marco y a continuación llevada a la orilla del camellón para realizar las mediciones correspondientes, al mismo tiempo, se hicieron observaciones de las partes exteriores del cuerpo, así como de las branquias para detectar posibles anomalías y/o presencia de parásitos.

5.4.9 Determinación del tamaño de muestra

Al inicio y al final de la experimentación, fue determinado

el peso total de la biomasa por jaula y se midió la longitud patrón del 40% de peces muestreados. Se usó el método de Wayne (1979) para estimar el tamaño de muestra de la segunda, tercera y cuarta biometría.

Wayne (op. cit.) considera que tomar una muestra más grande de lo necesario para alcanzar los resultados deseados es un desperdicio de recursos, mientras que muestras pequeñas a menudo conducen a un resultado sin uso práctico.

El método que Wayne (op. cit.) propone para determinar el tamaño de muestra es el siguiente:

$$n = \frac{N \cdot z^2 \cdot \text{Var.}}{d^2 \cdot (N-1) + z^2 \cdot \text{Var.}}$$

donde:

n = Tamaño de muestra

N = Tamaño de población

z = Intervalo de confianza

z^2 = Intervalo de confianza elevado al cuadrado.

s.dev. = Desviación standard.

$(s.dev)^2$ = Varianza

d = Porcentaje de diferencia mínima expresada en unidades a comparar.

Debido a la incertidumbre de las medidas de peso de la balanza empleada para pesar a los peces, se optó por aplicar esta prueba con referencia a las mediciones del peso total utilizando un valor d_2 igual a 4 gramos que fué la división mínima de la balanza.

5.5 Análisis de resultados

El análisis de los resultados obtenidos se llevó a cabo siguiendo los procedimientos de:

5.5.1 Prueba de distribución "F"

Para conocer si existían diferencias estadísticas significativas entre el peso promedio máximo alcanzado por las Tilapias a las que se les administró una ración similar, se determinó la prueba que Zar (1974) denomina distribución F.

5.5.2 Prueba de "t"

Para conocer si existían diferencias estadísticas entre el peso promedio máximo alcanzado por las Tilapias, a las que se les administraron diferentes raciones, se determinó lo que Zar (op. cit.) propone como prueba de "t".

5.5.3 Contraste múltiple de medias

Para conocer si los pesos promedios alcanzados por los distintos lotes se debe al efecto de las distintas raciones suministradas o al efecto azaroso de múltiples factores, se practicó el análisis de varianza de dos vías, relacionando los tratamientos (raciones) con los diferentes tiempos.

Se realizó el análisis de contraste múltiple de medias para determinar las posibles diferencias entre las medias de peso (gr.) de cada lote con respecto a los distintos tiempos durante todo el ensayo (Zar, 1974).

5.5.4 Cálculo de los parámetros de crecimiento

Se usaron los siguientes indicadores:

5.5.4.1 Tasa Instantánea de Crecimiento (TIC)

Se determinó el crecimiento en los primeros 3 muestreos por medio de la ecuación de la Tasa Instantánea de Crecimiento (TIC) (Paloheimo y Dickie, 1966; Parker y Larkin, 1959) donde:

$$TIC = \frac{\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}}{\text{tiempo final} - \text{tiempo inicial}}$$

Posteriormente se hizo una regresión entre los pesos promedio (gr.) y el tiempo (días), los datos se manejaron por mínimos cuadrados y la regresión fue de tipo exponencial:

$$W = W_0 e^{TIC(t)}$$

Donde: W_0 = peso inicial; W = peso en el tiempo "t"; e = base de los logaritmos naturales; TIC = Tasa Instantánea de Crecimiento; t = tiempo.

5.5.4.2 Factor de Conversión de Alimento (FCA)

El Factor de Conversión de Alimento expresa la cantidad de alimento que se requiere para un incremento unitario de la biomasa; por ejemplo un FCA de 3:1 indica que se requieren de 3 Kilos de alimento para aumentar la Biomasa en un Kilogramo.

La fórmula que generalmente se utiliza para expresar la conversión alimenticia (Brett, 1971; Brett et al ,1969) es:

$$FCA = \frac{\text{cantidad de alimento suministrado en un tiempo dado}}{\text{incremento en peso de la población en el mismo tiempo}}$$

Para representar las variaciones de los efectos del alimento, se regresionaron los valores obtenidos de FCA contra el peso promedio (gr.) (Kuri-Nivón, 1979) para obtener la ecuación de regresión:

$$FCA = a + b (W)$$

donde a y b son constantes de la regresión.
y W es el peso promedio

5.5.4.3 Factor de condición simple (K)

El factor de condición K indica de manera individual, cual es el estado de bienestar, robustez de los organismos y al considerar la suma de los valores individuales se puede determinar el valor poblacional. Este valor nunca se debe determinar a partir de valores promedios.

El Factor de condición K (Nikolsky, 1963; Ricker, 1975) se estima con la relación:

$$K = \frac{W}{L^3}$$

donde: W = peso y L = longitud

3.6 Análisis económico

Una parte del análisis económico del estudio se realiza con el Factor de Conversión de Alimento económico (Medina-García, 1982a).

El Factor de Conversión de Alimento Económico (FCAe) es un indicador biotécnico que nos permite determinar los rendimientos poblacionales obtenidos, en función del costo del alimento de los animales. Puede decirse que es el costo del alimento por unidad de incremento, la fórmula general es:

$$FCAe = a(\$) + b(\$)W$$

donde: W = peso promedio

a = ordenada al origen

b = pendiente regresional

\$ = precio del alimento

Las constantes a y b se obtienen a partir de la regresión FCA/peso las cuales se multiplican por el precio del alimento.

6. RESULTADOS

6.1 Parámetros fisicoquímicos

Un resumen de la fluctuación de algunos de los parámetros fisicoquímicos que fueron registrados del canal durante toda la investigación, están contenidos en la tabla 4.

6.2 Análisis químicos de las raciones experimentales

Los análisis químicos de todas las raciones (tabla 5) fue realizado en el Laboratorio Central Regional de Patología, adjunto al sub-programa de sanidad animal de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Delegación Tabasco, ubicado en la Ciudad de Villahermosa. El análisis del alimento comercial se practicó previamente en el Laboratorio Central del INIREB en Xalapa, Veracruz.

6.3 Alimentación

La cantidad de alimento suministrado de cada ración en los periodos del experimento se reporta en las tablas: 16, 17, 18, 19 y 20.

6.4 Muestreos

A causa de las desfavorables condiciones climatológicas que imperaron en la zona no fue posible muestrear en intervalos de 15 días.

Para poder cumplir con el tiempo total de duración del experimento, los muestreos, incluyendo siembra y cosecha se

llevaron a cabo en el siguiente orden:

1.	0 días	biometría inicial
2.	20 días	segunda biometría
3.	36 días	tercera biometría
4.	51 días	cuarta biometría
5.	60 días	biometría final

Total: 60 días Total : 5 biometrías

6.5 Resultados de las biometrías y tamaño de muestra

El peso promedio (gr.) y la longitud promedio (cm.) de los organismos muestreados, así como el tamaño de muestra para de cada población, se recopila en las tablas: 6, 7, 8, 9 y 10.

6.6 Mortalidad

El número de organismos muertos dentro de cada intervalo de tiempo se reportan en las tablas: 6, 7, 8, 9 y 10.

Vale la pena mencionar que, durante las diferentes biometrías, algunos de los peces confinados en las jaulas se escaparon a causa del mal manejo, este hecho se reporta como mortalidad en las tablas antes citadas.

6.7 Prueba de "F"

Los resultados de la prueba de "F" entre las medias máximas del peso promedio alcanzadas por las poblaciones a las que se les administró un tratamiento similar se recopilan en la tabla 11.

6.8 Prueba de "t"

Los resultados de la prueba de "t" se concentraron en la tabla 12.

6.9 Análisis de varianza

La prueba del contraste múltiple de medias se describe en las tablas: 13, 13.2, 13.3, 13.4 y 14.

6.10 Parámetros de crecimiento

Los parámetros de crecimiento se presentan en el siguiente orden:

6.10.1 Tasa instantánea de crecimiento

Las estimaciones parciales de TIC que los animales obtuvieron con las raciones experimentales y el alimento comercial se manifiestan en las tablas: 16, 17, 18, 19 y 20, y se ilustran en la gráfica 2.

Analizando la relación Tasa Instantánea de Crecimiento (TIC) contra el tiempo se observa lo siguiente:

1. La recta correspondiente al alimento comercial permanece sin variaciones significativas hasta los 51 días, y después decrece hasta registrarse un valor de 0.0022 que fue 91,94% menor con respecto a su valor anterior (0.0265) esto se observa en la gráfica 2 (tabla 16).

2. La relación lograda con los desperdicios de comida muestra que los valores de crecimiento tienden a disminuir

conforme transcurre el tiempo, ya que de un valor de 0.0255 presentado a los 20 días, el valor al final del ensayo disminuyó hasta 0.0100, esto se aprecia en la gráfica 2 (tabla 20).

3. La relación obtenida con el alimento harinas estiércol de cerdo presentó una tendencia a aumentar su valor a través de los días ya que aún cuando a los 51 días se obtuvo el valor más bajo (0.0087), al final del estudio se logró una tasa de 0.0167 que fue 75.78% mayor a su valor inicial, esto se aprecia en la gráfica 2 (tabla 18).

4. La recta alcanzada con la ración harinas mostró la mayor variabilidad en sus valores debido a que no se observa una tendencia definida, ya que sus magnitudes aumentan y disminuyen durante todo el estudio, esto se aprecia en la gráfica 2 (tabla 19)

5. La relación correspondiente a la ración harinas gallinaza también presentó variaciones muy notorias, además de que no se contó con una muestra representativa para determinar el peso promedio a los 36 días y por tanto no se pudo estimar ese valor parcial. Cabe señalar que a los 60 días se presentó un valor de TIC más alto con respecto al obtenido con las otras raciones (tabla 19), esto se aprecia en la gráfica 2.

En lo que se refiere a los los valores de Tasa Instantánea de crecimiento regresional (TICr) obtenidos con las diferentes raciones, se incluyen en la tabla 21.

El crecimiento alcanzado a través de todo el experimento con cada uno de los diferentes alimentos, se ilustra en la gráfica 1.

Los animales mantenidos con alimento comercial presentaron la mayor velocidad de crecimiento (TICr) a lo largo de todo el experimento, es decir 0.0246 .

Los peces alimentados con desperdicios de comida tuvieron la segunda TICr durante todo el ensayo o sea 0,0170 (gráfica 1).

Los organismos sustentados con harinas estiércol de cerdo lograron la tercera TICr a través del estudio, es decir 0,0111 .

Los animales mantenidos con harinas lograron la cuarta TICr a lo largo de todo el ensayo o sea 0.0109 .

Los peces alimentados con harinas gallinaza tuvieron la más baja TICr durante todo el estudio que fue de 0.0101 los datos utilizados se tomaron de la (tabla 21).

6.10.2 Factor de conversión de alimento

Con respecto al Factor de Conversión de Alimento (FCA) en las tablas: 16, 17, 18, 19 y 20 se puede observar la Biomasa inicial (gr.) al inicio del periodo, la biomasa final (gr.), la cantidad de alimento suministrado CAS (gr.) y el FCA.

Dentro de la tabla 22, se puede apreciar el FCA promedio y CAS durante todo el experimento, aquí se aprecia que con el alimento comercial se obtuvo la mejor conversión alimenticia.

Con respecto a las raciones con los desperdicios de comida se logró la mejor conversión alimenticia, mientras que la más baja se obtuvo con la ración harinas-estiércol de cerdo.

Los FCA obtenidos en el primer período del estudio muestran que con el alimento comercial se alcanzó el mejor FCA, mientras que con los desperdicios de comida se logró el siguiente mejor FCA. Con la ración harinas-estiércol de cerdo se presentó la menor eficiencia alimenticia.

En el siguiente período, el FCA más eficiente se obtuvo con el alimento comercial, en tanto que con los desperdicios de comida se alcanzó la segunda mejor eficiencia. La ración harinas presentó la menor eficiencia alimenticia aunque para este lapso no fue posible determinar el FCA para la ración harinas con gallinaza. Se considera que la muestra no fue representativa, ya que en la estimación de la biomasa su valor fue menor con respecto al que se había calculado en la anterior biometría.

A los 51 días de experimentación, el alimento comercial continuó teniendo la mejor conversión alimenticia, mientras tanto la ración harinas fue la que tuvo una mejor conversión con respecto a las demás. Nuevamente, las harinas con estiércol de cerdo presentaron la más baja eficiencia alimenticia.

En la última etapa del ensayo, la ración harinas fue la más eficiente en cuanto a conversión alimenticia, mientras que el alimento comercial tuvo una considerable baja en su eficiencia,

ya que precisamente con este se presentó la más baja efectividad alimenticia. Los valores de FCA con respecto al tiempo se ilustran en la gráfica 3.

Los resultados obtenidos con la regresión FCA/peso promedio para cada ración mediante mínimos cuadrados se pueden observar en la tabla 23.

En la tabla 24 se describen los valores de los FCA regresionales por cada peso promedio. En la gráfica 5 se ilustra la fluctuación de los valores de FCA regresional con pesos promedios teóricos.

6.10.3 Factor de Condición Simple (K)

Una vez terminadas las biometrías, se realizó el cálculo de las constantes a y b necesarias para obtener el Factor K individual de cada situación experimental. Para ello mediante una regresión potencial del tipo $W = a L^b$, donde W = peso; L = longitud; a y b constantes de la regresión, con cada uno de los datos del total de la población durante todas las biometrías se obtuvieron dichas constantes cuyos valores fueron $a = 0.00475$ y $b = 3.71$

El Factor de Condición Simple K promedio, así como su coeficiente de variación y el número de datos analizados, para cada ración determinados en las cinco biometrías, se presentan en las tabla: 25. La variación del factor K a través de todo el ensayo se ilustran en la gráfica 4.

6.11. Análisis económico

Las ecuaciones de FCA económico, así como del precio de cada alimento se muestran en la tabla 26.

Los valores de FCA económicos regresionales que se obtuvieron con las tres mejores raciones se observan en la tabla 27.

Los valores de FCA económicos regresionales se muestran en la gráfica 6.

En la tabla 28 se observan 5 posibles estrategias para alimentar a los peces, también se proporcionan el costo parcial y el costo total de cada situación experimental.

6.11.1 Producción

En el presente estudio la producción máxima se obtuvo con el alimento comercial con 53 individuos por metro cúbico aprox. (107 individuos en 2 jaulas de 1 m³). En este caso las Tilapias crecieron de 13.15 a 53,28 gr. de peso promedio en 60 días, produciendo así 2.85 kg. de pescado por metro cúbico (tabla 30).

La siguiente producción se logró con los desperdicios de comida con 54 individuos aprox. por metro cúbico (109 animales en dos jaulas de 1 m³).

Para esta situación las Tilapias crecieron de 12.50 a 35.53 gramos de peso promedio en 60 días, produciendo así 1.94 kg. de pescado por metro cúbico (tabla 30).

Las producciones obtenidas con harinas gallinaza y harinas fueron muy similares, 1.43 y 1.42 kilogramos respectivamente.

La producción más baja del estudio se consiguió con harinas estiércol de cerdo con 52 individuos aproximadamente por metro cúbico (105 peces en 2 m³). En este caso las Tilapias crecieron de 12.96 a 25.51 gr. de peso promedio en 60 días, produciendo así 1.34 kg. de pescado por metro cúbico. (tabla 30).

7. DISCUSION

Es conveniente mencionar que el presente estudio abarca principalmente la evaluación de los efectos de diferentes alimentos en el crecimiento de O. niloticus, por lo que se pretende discutir los aspectos más relacionados al tema.

7.1 Sistemas de jaulas flotantes

Al ubicar las jaulas de 1 m³ en un mismo sitio experimental, se facilitaron las actividades de: toma de muestras de parámetros fisicoquímicos, biometrías, cuidado y mantenimiento de jaulas, alimentación de los peces y su cosecha.

A estos artefactos, se les dio limpieza constante, para evitar en lo posible el crecimiento de organismos en las redes, ya que su existencia entre otras cosas, altera los movimientos de agua en el interior de la jaula. Según Coché (1978) y Guerrero (1980), las corrientes son importantes en el recambio de oxígeno y la eliminación de metabolitos de los peces en cultivo.

La presencia de movimientos de agua en los canales, ya había sido detectada por Olivas y Ortiz (1984), esta se pudo comprobar mediante una veleta, con la que se registró un flujo a razón de 0.75 metro por minuto, infiriendo la presencia de corrientes dentro de las jaulas. Las aberturas de las redes de las jaulas fueron de una pulgada de luz, (figuras. 4 y 5). Se sabe que dichas aberturas deben ser lo suficientemente grandes para permitir el flujo de agua, pero a la vez contener a los organismos más pequeños (Landless, 1974; Gómez y Larez, 1981).

7.2 Parámetros Fisicoquímicos

La temperatura es uno de los parámetros que influyen directamente sobre el crecimiento. La tasa de crecimiento se acelera con los incrementos de temperatura y declina cuando esta disminuye (Jensen, 1985; Medina-García y Furi-Nivón, 1987).

El rango normal de temperatura de las Tilapias queda comprendido entre los 20 °C y los 30 °C (Wohlfarth y Hulata, 1981; Aguilera y Noriega, 1986), aunque diversos autores han establecido que su máximo crecimiento se presenta en temperaturas comprendidas entre los 25 y los 30°C (Sanchez y Vázquez, 1980; SEPECSA, 1980; Hephher et al., 1983; Campbell, 1985; Santiago et al., 1985). En el experimento, los valores de temperatura registrados se presentaron entre 25°C y 29°C, es decir quedaron comprendidos dentro del rango que se propone para que *O. niloticus* logre su máximo crecimiento.

En el caso del oxígeno disuelto en los canales, Gómez y García (1978) mencionan que su aporte principal se debe a los recambios por difusión entre el oxígeno atmosférico y el nivel freático de la superficie de agua, que en el sitio experimental está representada por 5000 m² (fig. 1) y en menor proporción por los flujos de agua del lugar anteriormente referidos por Olivas y Ortiz (1984).

En los cultivos en jaulas flotantes, cuando el oxígeno disuelto llega a niveles críticos, influye negativamente sobre el crecimiento de las Tilapias (Coché, 1977; Coché, 1978; Rifai, 1980; Gaigher et al., 1984). Según Coché (op. cit.), la concentración crítica del oxígeno disuelto es de 0.1 mg/lit., mientras que la concentración letal se presenta a los 2.6 mg/lit.

Por otro lado, varios investigadores mencionan que la concentración mínima de oxígeno para el cultivo de O. niloticus es de 2 p.p.m. (Almeida, 1976; SEPESCA, 1980; Santiago et al , 1985; Aguilera y Noriega, 1986).

Asimismo, según Aguilera y Noriega (op. cit.), las Tilapias pueden vivir en aguas con poco oxígeno, debido a que soportan bajas concentraciones y ello se debe a la capacidad de su sangre a saturarse aun cuando la presión parcial de este elemento sea baja. En la tabla 4 se observa que, durante el ensayo la cantidad de oxígeno disuelto registrado en el canal presentó un valor mínimo de 4 p.p.m., mientras que la concentración más alta fue de 7 p.p.m.

Estos valores quedan comprendidos dentro del rango de tolerancia de la especie, por lo tanto, en el presente estudio este factor no influyó negativamente en su crecimiento.

El pH también es un factor importante en el desarrollo de O. niloticus, el rango de pH registrado en el canal (tabla 4), quedó comprendido entre 6.5 y 8.0, éste se encuentra dentro de los límites de tolerancia del organismo propuesto por Burns y Sticney (1980), Gaigher y Krausse (1983), Hepher et al. (1983), Santiago et al. (1985) y Aguilera y Noriega (1986). En un estudio con O. niloticus cultivada en jaulas flotantes y bordería rústica, en la región Tabasqueña, Garrido (1984) manifiesta que se presentan buenas condiciones en los cuerpos de agua locales donde se tiene un rango de pH entre 7.8 y 8.0. Además, el rango del pH registrado en el estudio, fue similar al que Campbell (1985) reporta en el cultivo de O. niloticus en el lago Kossou, Costa de Marfil Africa,

donde el registro obtenido fue de 6.5 y 8.0 durante la mayor parte del año, y en épocas de lluvia alcanzó valores de 5.0. Este factor no alteró la eficiencia de los cultivos donde se obtuvieron producciones de 200 Ton. en 8500 M3. de agua.

La SEPESCA (1980) reporta que una alcalinidad adecuada para las Tilapias queda comprendida entre 140 y 150 p.p.m. En la tabla 4 se puede apreciar que los valores registrados en los canales, comprendió un rango de 140 a 180 p.p.m., fue muy similar al que propone la SEPESCA. En este caso, nunca se alcanzaron los valores críticos, por lo que se piensa que este factor no actuó perjudicialmente en el crecimiento de O. niloticus.

Las aguas de los Camellones tienen una penetración de luz de 40 a 50 cm. (tabla 5), este parámetro físico está ligado directamente a la productividad natural que se presenta en el lugar según informan Gómez y García (1978) y Noriega-Curtis (1981). Con respecto a los cultivos en jaulas flotantes, el alimento natural no es un factor limitante según informan Coché (1977), Coché (1978), Campbell (1985) y Hopher y Pruginin (1985), esto se debe a que el crecimiento de los peces depende directamente del alimento adicionado. Al mismo tiempo, se sabe que la Tilapia es un consumidor muy voraz de sus alimentos naturales (Jackson et al., 1982; Santiago et al., 1985), por consiguiente cuando existe abundancia de comida se puede beneficiar el crecimiento de los Cichlidos en las jaulas.

No fue un objetivo del presente estudio el determinar la productividad del lugar, pero se juzgó conveniente mencionar su presencia, ya que en todo caso se estima que esta pudo beneficiar el crecimiento de los peces en estudio.

Tabla 4. Valores máximos y mínimos registrados de los parámetros físicoquímicos del agua del canal donde se realizó el estudio.

PARAMETRO	RANGO
Temperatura (°C)	23 - 29
Oxígeno disuelto (p. p. m.)	4 - 7
PH	6.5 - 8
Alcalinidad (mg Ca CO ₃ / litro)	140 - 180
Turbidez (metros)	0.4 - 0.5

7.3 Los parámetros fisicoquímicos y la capacidad de carga

La capacidad de carga de los cultivos en jaulas flotantes depende directamente del oxígeno disuelto, de la temperatura, del alimento disponible y del estado metabólico de los animales (Coché, 1978; Medina-García, com. pers., 1988).

Los valores de temperatura y oxígeno registrados (Tabla 4) quedaron comprendidos dentro de los rangos de tolerancia de la especie, por ello se infiere que el estado metabólico de los peces no fue alterado, ya que en caso contrario, esto incide desfavorablemente en su crecimiento. Asimismo, los movimientos de agua en los canales, se estima que promovieron la eliminación de metabolitos y ferohormonas de los peces.

Los parámetros discutidos anteriormente, indican que no se sobrepasó la capacidad de carga del sistema, por lo que este fue adecuado para sostener a las poblaciones en estudio.

7.3.1 Número de peces sembrados

Con relación al número de peces sembrados por unidad de área, en la región Tabasqueña, Garrido (1980), Garrido *et al.*, (1980) y la SEPESCA-TABASCO (1981), recomiendan sembrar un mínimo de 100 animales por metro cúbico.

En el ensayo fueron sembrados 55 peces/m³, y al tomarse en cuenta el criterio anterior, entonces en el experimento se subutilizó el sistema. Según García y Bayne (1974), Coché (op. cit.), Aguiar y Becomo (1980), así como Sánchez y Vázquez (1980), el crecimiento de los peces es beneficiado cuando hay abundancia de espacio y alimento.

Por lo tanto, en el estudio el hecho de sembrar un número menor de peces, con respecto al considerado como óptimo, pudo ser favorable a su desarrollo.

7.4 Alimentación

La tasa de crecimiento y bienestar de los peces depende entre otros factores, del suministro adecuado de nutrimentos en proporciones que satisfagan a sus necesidades (Pearson, 1972).

En el ensayo, las características de composición química de las raciones obtenidas por análisis bromatológico, se observan en la tabla 5. Allí se aprecia que el porcentaje de proteínas de todos los insumos está incluido dentro del rango de 30 a 40% necesario para que las Tilapias logren su máximo crecimiento, esto es mencionado por Jauncey y Ross (1982), Appler y Jauncey (1983), Hepher et al. (1987).

Por otro lado, las proporciones de grasa, cenizas y fibras de las raciones (tabla 5) fueron diferentes con respecto a las del alimento comercial, esta desigualdad pudo ser uno de los factores que alteraron el crecimiento de los organismos bajo estudio. Vale la pena mencionar que los desperdicios de comida se elaboraron diariamente, por lo que su composición química presentó una gran variabilidad, por ello en la tabla 5 solamente se reportó el contenido de proteínas presentes en varias muestras del insumo.

Es un hecho que cuando diferentes raciones tienen la misma proporción de proteínas, grasas y carbohidratos estas pueden ocasionar efectos muy distintos en el crecimiento y mortalidad (Pearson, 1972). Esto se debe a que los peces presentan un determinado contingente enzimático, el cual solamente les permite degradar determinados tipos de alimento (Lagler et al., 1962; Nikolsky, 1963).

De aquí la importancia de observar los efectos de nuevos alimentos en el crecimiento de las Tilapias, para determinar si pueden incluirse como base de alimentación en su cultivo.

En el presente trabajo, cuando los alimentos entraron en contacto con el agua no se pudo determinar la existencia de una desnaturalización en su contenido nutricional, como sería una degradación de aminoácidos o de vitaminas y minerales. Esto es significativo, ya que en caso de presentarse dicho fenómeno, este sería perjudicial a la salud y crecimiento de los peces (Lagler, *op. cit.*; Nikolsky, *op. cit.*; Pearson, *op. cit.*)

Para tener alguna referencia de lo anterior, se practicó un análisis bromatológico antes y después de mezclarse las raciones con el agua, obteniendo las mismas proporciones en su contenido químico. Con esto se puede ver que la composición química de las dietas, a pesar de su dilución con el agua, no se alteró en sus proporciones bromatológicas.

A causa de la turbulencia del agua de los canales, no fue posible observar directamente cuando y como los peces ingerían el alimento, por ello diariamente antes de suministrar los alimentos eran revizados los comederos, advirtiéndose que el total de estos fueron consumidos, entonces se infiere que su aceptación fue buena. Con base en lo anterior, los aspectos de sabor, color, olor y textura no fueron determinantes para su aceptación.

En otro punto, Medina-García (1982b) opina que para los estudios de alimentación de peces, se debe tomar en cuenta el "factor pérdida del alimento". Esto es, la cantidad de alimento que se desperdicia en función de: el tamaño de partícula; la flotabilidad o velocidad de sedimentación de la partícula; el tipo de reservorio; los hábitos alimenticios del animal y el tiempo de adición del alimento.

La harina de sangre presentó partículas muy finas (polvo), mientras que las harinas de hoja de plátano y hoja de yuca contuvieron partículas más grandes, aunque menores de 2 mm. Lo mismo sucedió con las partículas de gallinaza y estiércol de cerdo. Al ver lo anterior, se aprecia que el tamaño de las partículas de las raciones hechas con harinas no excedió los 2 mm. que Jauncey y Ross (1982) recomiendan para alimentar estos animales cuando presentan pesos entre 10 y 120 gr.

Como una consecuencia de la falta de aglutinantes en las raciones, los comederos de las jaulas (figuras 2, 3, 4 y 5) representaron una gran importancia en la alimentación, ya que tuvieron la función de contener las partículas el mayor tiempo posible sin mezclarse con el agua hasta que los animales lo requirieran. Con este precedente, al disponerse los diferentes "pasteles" de alimentos en los comederos se procuró evitar la dispersión de las partículas. Se piensa que esta carencia de aglutinantes incrementó el factor pérdida, a pesar de que este no haya sido cuantificado.

Sin embargo el tipo de comedero usado en el estudio fue similar a los que se usan con buenos resultados en los cultivos que se efectúan en el Estado de Tabasco (Garrido, 1980; PIDER-PESCA, 1980; SEPESCA-TABASCO, 1981; Garrido, 1984; Olivas y Ortiz, 1984).

La Tilapia es un pez que puede alimentarse en la columna de agua, aún cuando tiene preferencias de nutrirse en el fondo, entre más tiempo perdure la partícula en este, más oportunidad tendrá de poderlo consumir (Morales, 1974; Almeida, 1976; Wohlfarth y Hulata, 1981). En el caso de las jaulas, el alimento que cae al fondo no puede ser aprovechado por lo que el consumo se limita a lo que puedan atrapar los peces en el comedero y al momento de ir cayendo en la columna de agua. Se desconoce si el total de alimento suministrado fue consumido por los animales.

De acuerdo con los puntos discutidos anteriormente, es obvio que no todo el alimento proporcionado fue engullido por los peces, ya que una parte se perdió debido a: la ausencia de aglutinantes, a la falta de flotabilidad de las partículas y al tipo de reservorio.

En esta evaluación, lo anterior se toma en cuenta ya que aunque la formulación de las raciones hubiese sido buena, en caso de no haberse ingerido la totalidad del contenido nutricional, esto pudo manifestarse como una desnutrición reflejada en bajas tasas de crecimiento, en los pobres estados de condición y en bajos valores de eficiencia alimenticia, tal y como se discute en incisos posteriores.

En el presente estudio, la cantidad de alimento suministrado (CAS) por día fue del 5% con respecto a la biomasa estimada por jaula durante las diferentes biometrías. Las raciones más consumidas fueron el alimento comercial (8877 gr.) y desperdicios de comida (7072 gr.), mientras que las cantidades de harinas (5737 gr.), harinas con estiércol de cerdo (5610 gr.) y harinas con gallinaza (5584 gr.) fueron muy similares (tabla 22).

El hecho de administrar un porcentaje predeterminado de alimento introdujo un gran margen de error, debido a que la biomasa de los peces se incrementa al transcurrir el tiempo y con esta las necesidades alimenticias de los organismos.

Es importante proporcionar cantidades adecuadas de alimento a los peces, ya que en el caso de sobrealimentarlos se corre el riesgo de ocasionarles problemas digestivos, además de que el alimento sobrante contribuye con el factor pérdida, mientras que con los organismos a los que se les suministró una cantidad menor a la que requieren, se obtendrán animales flacos, que a su vez serán más propensos a morir por desnutrición (Medina-García y Kuri-Nivón, 1987).

Por tal razón proporcionalmente debe incrementarse la cantidad de alimento a suministrar. Para eliminar este margen de error, se recomienda: dar alimento a saciedad; hacer una estimación del CAS mediante fórmulas que se usen con buenos resultados como las propuestas por Haskell (1959), Buterbaugh y Willoughy (1967) y Willoughy (1968); el uso de un comedero de demanda (Hepher y Pruginin, 1985).

Vale la pena hacer notar que el presente estudio tuvo un enfoque de beneficio social y debido a que la alimentación de los peces, requiere de un tiempo y esfuerzo considerables, los animales fueron alimentados una sola vez al día, esto con la idea de no modificar las actividades agropecuarias de los campesinos.

Se piensa que este hecho incidió en la asimilación de las raciones, ya que Brett (1971) en un estudio con salmón (Oncorhynchus nerka) comprobó que mientras más tiempo de ayuno pasa, el animal consume más alimento, habiendo encontrado que para esa especie los animales consumían más del doble de la cantidad cuando se alimentaba cada 20 Hrs. que cuando se hacía cada 10 Hrs.

Hay que remarcar que, a medida que existe más tiempo entre comidas mejora la eficiencia alimenticia, el citado autor menciona que los animales alimentados una vez al día pueden llegar a más del 90% de eficiencia en comparación con animales alimentados tres veces al día, quienes únicamente logran cifras menores de eficiencia del 75%. Sin embargo, el consumo total bruto es mayor en el último caso, lo que se traduce en un mayor crecimiento con una menor eficiencia.

En el caso del presente estudio, las eficiencias alimenticias obtenidas con todas las raciones, se piensa que estuvieron afectadas directamente por el hecho de alimentar a los peces una sola vez al día.

Los puntos discutidos anteriormente muestran la importancia del proceso de alimentación de los peces en cultivo, ya que para lograr un buen cultivo en jaulas no basta con tener un alimento que

contenga una buena fórmula nutricional. Entonces en los estudios de evaluación de alimentos es muy importante considerar los métodos de alimentación en donde se incluye la frecuencia alimenticia, la forma como se proporcione el alimento, una correcta consistencia y tamaño de partícula que permitan asegurar su captación y en consecuencia la disminución del factor pérdida de alimento.

Tabla 5. Análisis químico aproximado de las raciones y alimento comercial.

RACION	PROTEINA CRUDA	GRASA CRUDA	FIBRAS	CENIZAS	EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO
Harinas estiércol de cerdo	33.25	3.86	9.80	11.80	41.31
Harinas con gallinaza	31.25	3.36	8.60	21.68	35.03
Harinas	35.69	2.78	8.57	11.08	41.93
Desperdicios de comida	35.00				
Alimento comercial *	33.06	8.09	2.73	8.99	46.26

Fuente * : Boletín de análisis B-830007 del Laboratorio Central Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa Veracruz.

7.5 Crecimiento

En lo que se refiere al proceso de crecimiento en peso (gr.) a lo largo del estudio del estudio, la gráfica 1 muestra los comportamientos de cada población, también se aprecian las diferencias de peso (gr.) entre los diferentes grupos de animales. Con la ración comercial se obtuvo el mayor peso promedio 53.28 gr. (tabla 6), el siguiente valor de peso 35.53 gr (tabla 10), fue logrado por los peces a los que se les suministraron los desperdicios de comida.

Posteriormente, se observa como los valores finales de peso promedio poblacional de los peces alimentados con las raciones harinas gallinaza, con la que se obtuvo 26.67 gr. (tabla 10), con harinas donde se logró 25.89 gr. (tabla 7) y 25.31 gr. obtenidos con las harinas estiércol de cerdo (tabla 8), fueron similares. De lo anterior se deduce que dichos insumos tuvieron efectos muy similares en el crecimiento de estos tres grupos de animales.

La tasa instantánea de crecimiento representa la velocidad de crecimiento (TIC) en un período determinado (Parker y Larkin, 1959; Paloheimo y Dickie, 1966). Las fluctuaciones de los valores de TIC, que los animales obtuvieron con el alimento comercial se reportan en la tabla 16 y se ilustran en la gráfica 2, estos fueron los más altos durante todo el estudio. Al analizar, la relación de TIC contra el tiempo, se observa que esta presenta los valores de 0.0265, 0.0275 y 0.0273 obtenidos a los 20, 36 y 51 días, permaneciendo, pues sin variaciones significativas, mientras que a los 60 días se presenta un valor de 0.0022 que fue 91.94% menor con

respecto a su valor anterior 0.0273, este valor de TIC indicó que en este periodo la ración comercial perdió sus cualidades nutricionales.

La tasa instantánea de crecimiento regresiva representa la velocidad de crecimiento en peso (gr.) alcanzado a través de todo el experimento por los animales al consumir los diferentes alimentos (Ricker, 1973; Jensen, 1985; Jobling, 1985).

Los animales mantenidos con alimento comercial presentaron la mayor velocidad de crecimiento, es decir 0.0246 (tabla 21) durante todo el estudio y se deduce que esta ración cubrió de una manera más completa las necesidades nutricionales de los peces.

La relación obtenida con el alimento harinas mostró la mayor variabilidad en sus valores de TIC, debido a que no se observa una tendencia definida ya que sus magnitudes aumentan y disminuyen durante todo el ensayo. Los valores obtenidos con las harinas, presentaron valores de TIC de 0.0145 alcanzado a los 20 días, 0.0013 después de 36 días, 0.0173 a los 51 días y finalmente 0.0122 a los 60 días de experimentación (tabla 17). Además, estos peces obtuvieron la cuarta velocidad de crecimiento promedio 0.0109 a lo largo del estudio (tabla 21).

La relación de valores parciales de TIC contra el tiempo, obtenida con harinas con estiércol de cerdo, presentó una tendencia de aumentar su valor inicial 0.0095 presentado a los 20 días, a los 36 días se logró un TIC de 0.0131, a los 51 días se obtuvo el valor más bajo 0.0087 mientras que al final del estudio se consiguió una

tasa de 0.0167 que fue 75.78% mayor a su valor inicial (tabla 18), se piensa que la productividad del lugar favoreció el incremento de la tasa de crecimiento. Asimismo, estos organismos presentaron la tercera velocidad de crecimiento promedio del estudio 0.0111 (tabla 21).

La relación TIC v.s tiempo, correspondiente a la ración harinas con gallinaza, también presentó variaciones muy notorias, además de que no se contó con una muestra representativa para estimar el peso promedio (gr.) de la población a los 36 días, entonces no se pudo determinar el valor de TIC. Cabe señalar que a los 60 días se presentó el valor 0.0278 que en este período superó al de las otras raciones (tabla 19).

Se piensa que, además de la mala calidad de la dieta, este valor fue influenciado directamente por la productividad natural que se presentó en el canal, ya que en los anteriores intervalos del estudio, con este insumo se lograron bajos valores de TIC, mismos que indican un pobre crecimiento de los animales. Por otro lado, estos peces tuvieron la más baja velocidad promedio de crecimiento 0.0101 que fue la más baja de todo el estudio (tabla 21).

Como se describió anteriormente, los valores más bajos de TIC se manifestaron en las harinas, harinas con gallinaza y harinas con estiércol de cerdo, lo cual se debe a varios factores entre ellos el contenido de fibra que presentaron dichos insumos.

Todos los alimentos tienen elementos no nutricionales y algunos de ellos pueden o no favorecer los procesos fisiológicos, en estos se comprenden a las fibras (Medina-García y Kuri-Nivón, 1987).

Los alimentos hechos a partir de harinas presentaron un alto contenido de fibras (tabla 5) en comparación con el alimento comercial, esto se debe a los porcentajes de fibra que tienen las hojas de plátano (10.70%), la harina de hoja y tallo de yuca (20.07%), el estiércol de cerdo (14.80%) y la gallinaza (8.80%) (tabla 1).

Varias experiencias indican que entre mayor cantidad de fibras presente un alimento para Q. niloticus, más difícil será su asimilación, se recomienda que no se debe de exceder del 10% de fibras por cada ración (Guerrero, 1980; Jackson et al., 1982; Jauncey y Ross, 1982; Appler y Jauncey, 1983; Hopher et al., 1983; Anderson et al., 1984; Gaigher et al., 1984; Ofojekwu y Ejike, 1984; Antoine et al., 1986; Hanley, 1987; Shiau et al., 1987; Martínez-Palacios et al., 1988).

Asitambién, el estiércol de cerdo contiene altos niveles de fibra, y que sin embargo son una carga al sistema digestivo que requiere de energía para expulsarlos de espacio que ocupan (Watson, 1985). Se estima que estos factores influyeron para que dichos insumos fueran muy poco asimilados por Q. niloticus.

Con respecto a las raciones harinas estiércol de cerdo y harinas gallinaza, las excretas utilizadas como elementos nutritivos solo fueron deshidratadas y no tuvieron ningún

tratamiento previo que modificar a sus características. Cuando las excretas son tratadas por el método de digestión anaeróbica, sus componentes sufren modificaciones en sus cualidades mismas que ayudan a mejorar su valor nutricional (Watson, 1985). Con ello las excretas procesadas pueden utilizarse como buenos substitutos de recursos proteínicos en la elaboración de dietas para peces (Kähler y Pagant-Font, 1978; Behrends et al., 1980; Burns y Sticney, 1980).

Watson (op. cit.), menciona que cuando se adicionan excretas animales, sin tratamiento alguno a los alimentos, ello usualmente está acompañado por una reducción en la tasa de crecimiento de los peces. Estas bajas tasas de crecimiento fueron características en los peces mantenidos con la ración harinas con estiércol de cerdo y con harinas con gallinaza (tablas 18 y 19) con respecto a los valores obtenidos con el alimento comercial (tabla 16).

En lo concerniente a las bajas tasas de crecimiento de los peces alimentados con harinas con gallinaza (tabla 19), también pudieron ser influenciados por el alto contenido de cenizas del estiércol de pollo (tabla 1). Según Ogaz (1983), la gallinaza tiene un elevado contenido de cenizas que hace que su valor de energía sea muy bajo, en consecuencia es necesario que deban añadirse otros ingredientes que proporcionen un mayor nivel de energía a la ración.

Por otro lado, en estudios realizados en la alimentación de Ciprinus carpio con gallinaza, se ha determinado que una proporción significativa del nitrógeno totales de nitrógeno no proteico y este

se presenta en forma de ácido úrico y sales de amonio que no son utilizados por la Carpa.

No se sabe si los demás componentes de la ración harinas con gallinaza hayan suplido las deficiencias energéticas de la gallinaza, ni tampoco se puede precisar hasta que punto el contenido proteínico del alimento, haya sido utilizado eficientemente por O. niloticus, sin embargo estas cualidades del insumo se estima que contribuyeron directamente al pobre crecimiento de este grupo de organismos.

En las raciones elaboradas con harinas, se presentó el problema de haber usado la harina de sangre, ya que a pesar de sus buenas cualidades nutricionales y económicas, sus niveles de oxidación son muy fluctuantes y en algunos casos tan altos que resulta nocivo para los organismos emplear este subproducto (Medina-García y Kuri-Nivón, 1987).

Las raciones antes mencionadas, presentaron altos contenidos de harina de sangre (tabla 2), este factor se considera que también incidió en su poco aprovechamiento de las raciones, que repercutió en el pobre crecimiento de estos animales.

La relación de TIC con respecto al tiempo de los animales alimentados con desperdicios de comida, muestra que los valores de TIC tendieron a disminuir conforme transcurrió el tiempo, ya que de un valor de 0.0255 logrado a los 20 días, decrece hasta 0.0138 a los 36 días, después aumenta hasta 0.0147 a los 51 días, para disminuir a los 60 días, obteniéndose un valor de 0.0100 (tabla

20). La fluctuación de valores representa que este insumo tiene una gran variabilidad nutricional. A su vez, estos animales tuvieron la segunda velocidad de crecimiento promedio, cuyo valor fue de 0.0170 (tabla 21). Comparando este resultado con el obtenido con la ración comercial 0.0246, se presenta una diferencia que señala que con este insumo se obtuvo un 69.10% de efectividad con respecto a la ración comercial, que representa el 100% de efectividad de todas las raciones.

La velocidad de crecimiento promedio 0.0170, representa el valor más alto con respecto a las raciones hechas con harinas (tabla 21), esto puede deberse a varios factores entre ellos, el de presentar una mayor variedad de compuestos nutricionales que hallan cubierto de manera más satisfactoria los requerimientos nutricionales de los peces; otra posible causa puede ser el hecho de presentar un bajo contenido de fibras originado porque sus elementos sufren una transformación en su consistencia al ser sometidos a altas temperaturas cuando son cocinados para el consumo de los humanos.

Por otra parte, este alimento tiene una gran dispersión en su contenido nutricional, ya que los insumos empleados para su elaboración provienen de muy diversas fuentes, lo que hace que las características nutricionales que se obtengan varía en función del origen, la época del año, disponibilidad entre otras. Se cree que es muy difícil que este alimento pueda cubrir los requerimientos nutricionales de D. niloticus, ya que en ocasiones se podrá contar con una buena fórmula nutricional y en otras presentará

deficiencias que no favorecerán el crecimiento y el estado de condición de los animales.

Se sabe que el crecimiento de los peces también está influenciado por la presencia de vitaminas en los alimentos (Nikolsky, 1963; Pearson, 1972), retardándose cuando existen deficiencias de ellas en los mismos. Se juzga que este inconveniente también influyó en los pobres resultados de crecimiento obtenidos principalmente con las raciones hechas con las harinas y en menor grado con los desperdicios de comida que por otra parte, tampoco igualaron los resultados obtenidos con el alimento comercial, ya que es importante mencionar que no se adicionaron a las raciones complementos vitamínicos ni minerales. Pearson (1972), menciona que los peces tienen la capacidad para absorber algunas de sus necesidades de minerales en el medio donde viven, por lo tanto, se recomienda que exista pleno conocimiento del contenido de minerales en el medio acuático, para determinar si hace falta adicionarlos o no a las raciones.

En el experimento, en ninguna de las situaciones experimentales se detectó mortalidad atribuible al alimento ya que los pocos organismos muertos se encontraron en las primeras horas posteriores al muestreo, por lo cual la mortalidad se atribuye al manejo de organismos.

Tabla 6. Datos de peso promedio (gr.), longitud promedio (cm.), número de animales, número de animales muertos y número de animales muestreados a los que se les suministró ALIMENTO COMERCIAL.

TIEMPO (días)	PESO PROMEDIO (gr.)	LONGITUD PROMEDIO (cm.)	NUMERO DE ANIMALES	No. DE ANIMALES MUERTOS	No. DE ANIMALES MUESTREADOS
0	13.15	9.96	110	0	40
20	22.33	11.46	110	0	23
36	34.96	12.66	108	2	40
51	52.36	14.06	108	0	40
60	53.28	14.55	108	0	40

Tabla 7. Datos de peso promedio (gr.), longitud promedio (cm.), número de animales, número de animales muertos y número de animales muestreados a los que se les suministró HARINAS.

TIEMPO (días)	PESO PROMEDIO (gr.)	LONGITUD PROMEDIO (cm.)	NUMERO DE ANIMALES	No. DE ANIMALES MUERTOS	No. DE ANIMALES MUESTREADOS
0	13.02	9.93	110	0	40
20	17.46	11.09	110	0	25
36	17.76	11.35	110	0	29
51	23.18	11.85	110	0	36
60	25.89	12.04	110	0	40

Tabla B. Datos de peso promedio (gr.), longitud promedio (cm.), número de animales, número de animales muertos y número de animales muestreados a los que se les suministró HARINAS CON ESTIERCOL DE CERDO.

TIEMPO (días)	PESO PROMEDIO (gr.)	LONGITUD PROMEDIO (cm.)	NUMERO DE ANIMALES	No. DE ANIMALES MUERTOS	No. DE ANIMALES MUESTREADOS
0	12.96	9.96	110	0	40
20	15.69	10.84	110	0	17
36	19.37	11.43	110	0	18
51	22.06	11.82	109	1	26
60	25.31	12.24	105	4	40

Tabla 9. Datos de peso promedio (gr.), longitud promedio (cm.), número de animales, número de animales muertos y número de animales muestreados a los que se les suministró HARINAS CON GALLINAZA.

TIEMPO (días)	PESO PROMEDIO (gr.)	LONGITUD PROMEDIO (cm.)	NUMERO DE ANIMALES	No. DE ANIMALES MUERTOS	No. DE ANIMALES MUESTREADOS
0	13.17	9.94	110	0	40
20	17.96	11.14	110	0	32
36	17.61	11.35	110	0	33
51	20.75	11.75	110	0	23
60	26.67	11.97	107	3	40

Tabla 10. Datos de peso promedio (gr.), longitud promedio (cm.), número de animales, número de animales muertos y número de animales muestreados a los que se les suministró DESPERDICIOS DE COMIDA.

TIEMPO (días)	PESO PROMEDIO (gr.)	LONGITUD PROMEDIO (cm.)	NUMERO DE ANIMALES	No. DE ANIMALES MUERTOS	No. DE ANIMALES MUESTREADOS
0	12.50	9.92	110	0	40
20	21.00	11.40	110	0	19
36	26.09	12.04	110	0	29
51	32.31	12.91	109	1	40
60	35.53	13.21	109	0	40

Tabla 15. Resultados del TIC global ($TIC = \ln w_f - \ln w_i / t_f - t_i$)

RACION	ALIMENTO COMERCIAL	HARINAS	HARINAS CON ESTIERCOL DE CERDO	HARINAS CON GALLINAZA	DESPERDICIOS DE COMIDA
Peso inicial (gr.)	13.15	13.02	12.96	13.17	12.50
Peso final (gr.)	53.28	25.89	25.51	26.67	35.53
Ganancia en peso (gr.)	40.13	12.87	12.55	13.50	23.03
TIC	0.0233	0.0115	0.0113	0.0118	0.0174
TIC X 100	2.33	1.15	1.13	1.18	1.74

Tabla 16. Valores de FCA y TIC de los peces alimentados con ALIMENTO COMERCIAL

Tiempo (días)	Peso promedio (gr.)	Número de animales	Biomasa estimada (gr.)	Cantidad de alimento suministrado (gr.)	FCA	TIC
0	13.15	110	1446.23			
20	22.33	110	2456.80	1470	1.45	0.0265
36	34.96	108	3775.60	2053	1.52	0.0275
51	52.36	108	5655.21	2822	1.50	0.0273
60	53.28	107	5701.22	2532	34.85 *	0.0022

Tabla 17. Valores de FCA y TIC de los peces alimentados con HARINAS

Tiempo (días)	Peso promedio (gr.)	Número de animales	Biomasa estimada (gr.)	Cantidad de alimento suministrado (gr.)	FCA	TIC
0	13.02	110	1432.73			
20	17.46	110	1920.60	1485	3.04	0.0145
36	17.76	110	1953.46	1556	47.34*	0.0013
51	23.18	110	2549.78	1485	2.40	0.0173
60	25.89	110	2847.77	1211	4.06	0.0122

Tabla 18. Valores de FCA y TIC de los peces alimentados con HARINAS CON ESTIERCOL DE CERDO

Tiempo (días)	Peso promedio (gr.)	Número de animales	Biomasa estimada (gr.)	Cantidad de alimento suministrado (gr.)	FCA	TIC
0	12.96	110	1425.30			
20	15.69	110	1725.43	1454	4.85	0.0095
36	19.37	110	2130.26	1397	3.45	0.0131
51	22.06	109	2404.61	1691	5.93	0.0087
60	25.51	105	2678.48	1068	3.16	0.0167

Tabla 19. Valores de FCA y TIC de los peces alimentados con HARINAS CON GALLINAZA.

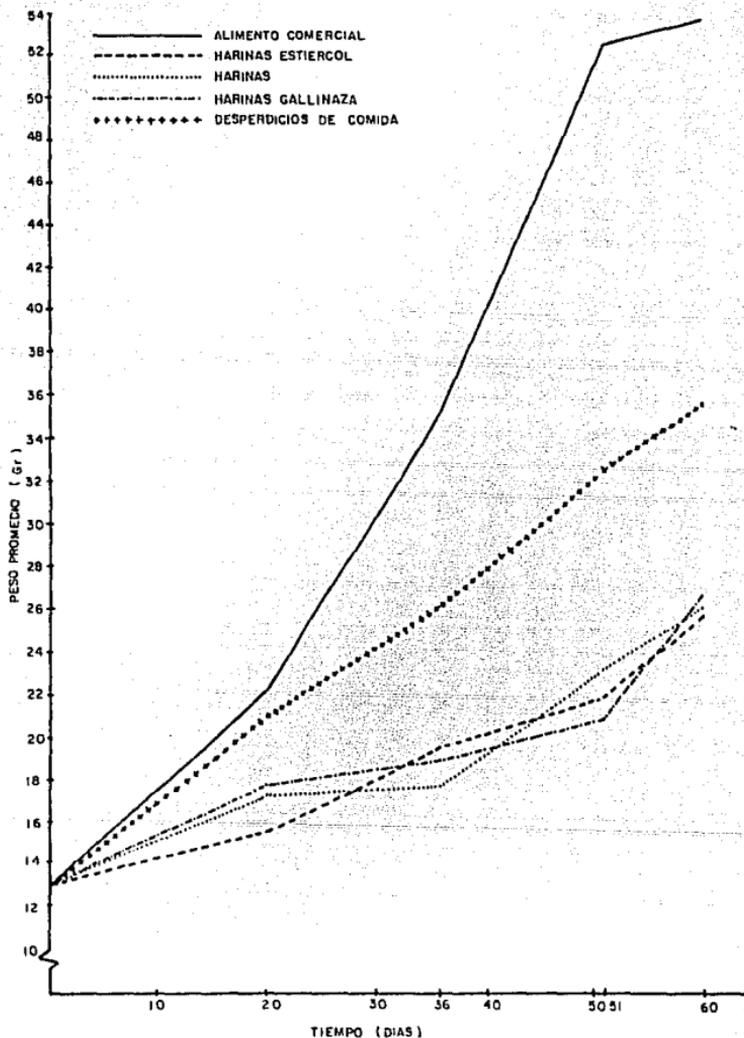
Tiempo (días)	Peso promedio (gr.)	Número de animales	Biomasa estimada (gr.)	Cantidad de alimento suministrado (gr.)	FCA	TIC
0	13.17	110	1448.98			
20	17.96	110	1975.30	1450	2.75	0.0155
36	17.67	110	1943.94	1584		
51	20.75	110	2282.86	1528	10.10	0.0047
60	26.67	107	2853.83	1025	1.68	0.0278

Tabla 20. Valores de PCA y TIC de los peces alimentados con DESPERDICIOS DE COMIDA

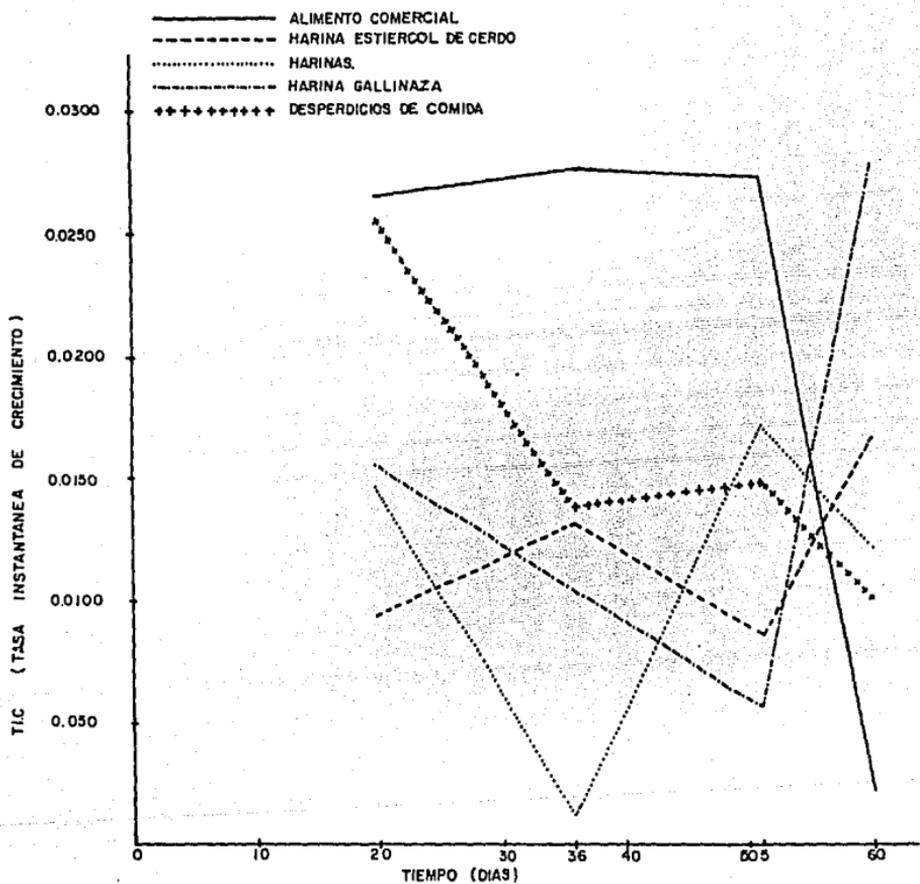
Tiempo (días)	Peso promedio (gr.)	Número de animales	Biomasa estimada (gr.)	Cantidad de alimento suministrado (gr.)	PCA	TIC
0	12.50	110	1375.09			
20	21.00	110	2310.00	1465	1.57	0.0255
36	26.09	110	2869.72	1866	3.33	0.0138
51	32.31	109	3510.43	2162	3.29	0.0147
60	35.53	109	3872.43	1579	4.36	0.0100

Tabla 21. Ecuaciones de peso instantáneo obtenidas por el método de mínimos cuadrados de cada situación experimental.

RACION	PESO INICIAL (ordenada al origen)	TIC	COEFICIENTE DE CORRELACION	ECUACION
Alimento comercial	13.65	0.0246	0.9910	$W = 13.65 e^{0.0246 (t)}$
Harinas	13.14	0.0109	0.9534	$W = 13.14 e^{0.0109 (t)}$
Harinas-estiércol de cerdo	12.82	0.0111	0.9970	$W = 12.81 e^{0.0111 (t)}$
Harinas con gallinaza	13.39	0.0101	0.9437	$W = 13.39 e^{0.0101 (t)}$
Desperdicios de comida	13.56	0.0170	0.9846	$W = 13.56 e^{0.0170 (t)}$



GRAFICA 1 CURVAS DE CRECIMIENTO EN PESO PROMEDIO (Gr) DE *D. niloticus* ALIMENTADA CON 5 RACIONES DURANTE 60 DIAS.



GRAFICA 2. VALORES DE TIC (PESO) DE *O. niloticus* ALIMENTADA CON 5 RACIONES DURANTE 60 DIAS

7.6 Análisis estadístico

En la prueba de "F" los valores de las varianzas de las poblaciones a las que se les administró una ración similar (tabla 11) no presentaron diferencias significativas (confiabilidad 0.05), en vista de ello se aceptó la hipótesis nula de que una población es igual a la otra, ya que se presentó una homogeneidad entre las varianzas.

Por tal razón, todas las pruebas de análisis estadístico que se practicaron posteriormente a las poblaciones en jaulas, se manejaron como un solo lote de animales por cada tratamiento alimenticio.

Los resultados de la prueba de "t" (tabla 12), muestran que se da una diferencia significativa entre la media poblacional (gr.) del control, alimento comercial, con respecto a las otras raciones. En este caso el valor de la media poblacional fue superior a la de todas las raciones del estudio. La media (gr.) poblacional obtenida con los desperdicios de comida no es igual (confiabilidad de 0.05) con respecto a las raciones elaboradas con harinas.

Al comparar las medias poblacionales (gr.) de los peces a los que se les administraron las raciones a base de harinas se observa que no existen diferencias (confiabilidad de 0.05) entre sí y se deduce que el crecimiento de estos tres lotes de animales fue igual.

La prueba de ANOVA (Zar, 1974), se utiliza para determinar la homogeneidad de las medias poblacionales por tratamiento, la variable del tiempo y la interacción que se da entre ambos. De esta

prueba se concluye que las medias de las 5 poblaciones no son iguales, es decir que se presentó una heterogeneidad entre estas. Asimismo, se da una heterogeneidad en los datos que representan los valores del tiempo con los animales conforme transcurrió el estudio (tabla 13.1 y 13.2). Finalmente, se observa que no hay una homogeneidad entre los valores que representan el tiempo y las medias poblacionales (tabla 13.1 y 13.2), y todo ello se atribuye a que los efectos de los alimentos fueron distintos en cada situación experimental.

La prueba ANOVA es altamente significativa, y por lo tanto muy confiable, sin embargo no se pueden identificar las diferencias que se dan entre las medias (gr.). La prueba Newman-Keuls (Zar, 1974), sirve para determinar en cuales de las medias de las poblaciones comparadas existen diferencias significativas. Este procedimiento tiene la propiedad de estudiar la hipótesis de homogeneidad, asumiendo que en una población con "n" medias todas son iguales.

En las tablas 13.3, 13.4 y 14 se observan los datos necesarios para aplicar la prueba Newman-Keuls, a causa de su extensión de comparaciones que se pueden hacer, se eligió analizar a las medias poblacionales de los lotes de animales presentadas al inicio del estudio. Para cada población, se determinaron las diferencias estadísticas entre la media inicial con la media obtenida al final del estudio, finalmente se compararon entre sí las medias de todas las poblacionales obtenidas al final del estudio (tabla 14).

En el primer caso, se observó que todas las medias de los diferentes tratamientos fueron iguales, por lo que se infiere que

al inicio del estudio se tuvieron poblaciones homogéneas entre sí (tabla 13.5).

En el siguiente caso, se observa que las medias de los peces mantenidos con desperdicios de comida y alimento comercial, presentaron diferencias con respecto a sus condiciones iniciales. Por otro lado, los peces mantenidos con raciones hechas a base de harinas sus medias poblacionales fueron iguales, con lo anterior se deduce que el crecimiento que presentaron fue mínimo y muy similar entre estas poblaciones (tabla 13.5).

En la última comparación, se observa que la media poblacional obtenida con el alimento comercial fue diferente con respecto a las otras raciones. Los datos de esta prueba indican que las medias (gr.) de todas las raciones son iguales, deduciendo que el crecimiento de las cuatro poblaciones fue similar.

Para determinar con que alimento se obtuvieron los mejores efectos en el crecimiento, además del análisis estadístico, se toman en cuenta los datos de FCA, TIC, K y FCA económico.

Tabla 11. Prueba de "F" entre cada tratamiento y su réplica.

RACION:	ALIMENTO COMERCIAL		HARINAS ESTIERCOL DE CERDO		DESPERDICIOS DE COMIDA		HARINAS CON GALLINAZA		HARINAS	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
JAULA No. :										
MEDIA DE PESO (gr.)	54,6	54,4	24,6	25,9	39,6	32,7	28,2	24,7	28,2	25,2
VARIANZA (S ²)	231,64	312,24	60,44	35,79	73,84	61,71	78,12	14,91	34,14	19,36
SUMATORIA DE $\sum (x_i - \bar{x})^2$	4632,8	6073,6	1208,8	845,4	1476,8	1234,2	1575,2	298,2	615,2	387,2
"F" CALCULADO	1,35		1,69		1,20		5,28		1,76	
"F" TEORICO	2,55		2,55		2,55		2,55		2,55	
NUMERO DE DATOS	20		20		20		20		20	
HIPOTESIS NULA	Se acepta		Se acepta		Se acepta		Se acepta		Se acepta	

Tabla 12. Prueba de 't' para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de peso (gr.) de las poblaciones de Oreochromis niloticus alimentadas con diferentes raciones.

RACIONES	VALOR "t"	"t" 0,005 (2) 78 = 1,991	HIPOTESIS NULA
Alimento comercial con harinas-estiércol de cerdo	7.05	1.991	Se rechaza hipótesis nula
Alimento comercial con desperdicios de comida	4.25	1.991	Se rechaza hipótesis nula
Alimento comercial con harinas-gallinaza	6.82	1.991	Se rechaza hipótesis nula
Alimento comercial con harinas	6.63	1.992	Se rechaza hipótesis nula
Desperdicios de comida con harinas estiércol de cerdo	4.07	1.991	Se rechaza hipótesis nula
Desperdicios de comida con harinas con gallinaza	3.72	1.991	Se rechaza hipótesis nula
Desperdicios de comida con harinas	3.97	1.992	Se rechaza hipótesis nula
Harinas-estiércol de cerdo con harinas gallinaza	0.43	1.991	Se acepta hipótesis nula
Harinas-estiércol de cerdo con harinas	0.57	1.992	Se acepta hipótesis nula
Harinas-gallinaza con harinas	0.09	1.992	Se acepta hipótesis nula

Tabla 13. Suma de cuadrados en donde se presentan las razones como variables, los tiempos como variables y la interacción entre las razones contra el tiempo.

ROW VARIABLE (RACIONES) MS = 1502.1319	SS = 6008.52759 F = 17.7586348	DF = 4 **
COLUMN VARIABLE (TIEMPOS) MS = 2914.3519	SS = 11657.4077 F = 34.4543055	DF = 4 **
INTERACTION (RACIONES X TIEMPO) 6 MS = 216.26752	SS = 3460.28033 F = 2.55677675	DF = 1 **
ERROR - W 25 MS = 84.586001	SS = 10573.2501	DF = 1
TOTAL: ** P MENOR QUE 0.01 * P MENOR QUE 0.01	SS = 31699.4657	DF = 149

Tabla 13.2 Conclusiones del análisis de varianza

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	"F"
RACIONES	6008.53	4	1502.13	17.76 **
TIEMPOS	11657.41	4	2914.35	34.45 **
RACIONES X TIEMPO	3460.28	16	216.27	2.56 **
ERROR	10573.25	1	84.59	
TOTAL	31699.47	149		

** P menor que 0.01

Conclusiones:

1. Raciones Hipótesis nula se rechaza
2. Tiempos Hipótesis nula se rechaza
3. Raciones X tiempos Hipótesis nula se rechaza

Tabla 13.3 Medias Poblacionales en peso (gr.), obtenidas con las raciones raciones a través del estudio.

RACIONES	TIEMPO (DIAS)				
	0	20	36	51	60
ALIMENTO COMERCIAL	13.15	22.33	34.96	52.36	53.28
DESPERDICIOS DE COMIDA	12.50	21.00	26.09	32.31	35.53
HARINAS	13.02	17.46	17.76	23.18	25.89
HARINAS ESTIERCOL DE CERDO	12.96	15.69	19.37	22.06	25.51
HARINAS CALLINAZA	13.17	17.96	17.67	20.75	26.67

Tabla 13.4 Medias Poblacionales en peso (gr.), ordenadas en orden creciente para aplicar la prueba Newman - Keuls.

12.20 des. com. 1	12.96 har-est.cer. 2	13.02 harinas 3	13.15 alim. com. 4	13.17 har. galli. 5	15.69 har-est. cer. 6	17.46 harinas 7
17.67 har. galli. 8	17.76 harinas 9	17.96 har. galli. 10	19.37 har-est.cer. 11	20.75 har. galli. 12	21.00 des. com. 13	22.06 har-est.cer. 14
22.33 alim. com. 15	23.18 harinas 16	25.51 har-est.cer. 17	25.89 harinas 18	26.09 des. com. 19	26.67 har. galli. 20	32.31 des. com. 21
34.96 alim. com.	35.53 des. com.	52.36 alim. com.	53.28 alim. com.			

Tabla 14. Prueba de rango múltiple de Medias (gr.) de Newman-Keuls (Zar, 1974)

*** A = hipótesis nula se acepta, B = hipótesis nula se rechaza

COMPARACION (B v.s A)	DIFERENCIA ($X_B - X_A$)	SE	q calculada	P	q 0.05 (2) 149 p	Hipótesis nula $H_0 = X_B = X_A$
25 v.s 17	53.28 - 25.51 = 27.77	3.75	7.41	9	4.387	R
25 v.s 18	53.28 - 27.39 = 27.39	3.75	7.30	8	4.236	R
25 v.s 20	53.28 - 26.67 = 26.61	3.75	7.10	6	4.030	R
25 v.s 23	53.28 - 35.53 = 17.75	3.75	4.73	3	3.314	F
23 v.s 17	35.53 - 25.51 = 10.02	3.75	2.67	7	4.170	A
23 v.s 18	35.53 - 25.89 = 9.64	3.75	2.57	6	4.030	A
23 v.s 20	35.53 - 26.67 = 8.86	3.75	2.36	4	3.633	A
20 v.s 17	26.67 - 25.51 = 1.16	3.75	0.31	4	3.633	A
20 v.s 18	26.67 - 25.89 = 0.78	3.75	0.21	3	3.314	A
18 v.s 17	25.89 - 25.51 = 0.38	3.75	0.10	2	2.772	A
25 v.s 4	53.28 - 13.15 = 40.13	3.75	10.70	22	5.081	R
23 v.s 1	35.53 - 12.96 = 22.57	3.75	6.02	23	5.144	R
18 v.s 3	25.89 - 13.02 = 12.87	3.75	3.43	16	4.845	A
17 v.s 2	25.51 - 12.96 = 12.55	3.75	3.35	16	4.845	A
20 v.s 5	26.67 - 13.17 = 13.50	3.75	3.60	16	4.845	A
5 v.s 1	13.17 - 12.50 = 00.67	3.75	0.18	5	3.858	A
5 v.s 2	13.17 - 12.96 = 00.21	3.75	0.06	4	3.633	A
5 v.s 3	13.17 - 13.02 = 00.15	3.75	0.04	3	3.314	A
5 v.s 4	13.17 - 13.15 = 00.02	3.75	0.01	2	2.772	A
4 v.s 1	13.15 - 12.50 = 00.65	3.75	0.17	4	3.633	A
4 v.s 2	13.15 - 12.96 = 00.19	3.75	0.05	3	3.314	A
4 v.s 3	13.15 - 13.02 = 00.13	3.75	0.03	2	2.772	A
3 v.s 1	13.02 - 12.50 = 00.52	3.75	0.14	3	3.314	A
3 v.s 2	13.02 - 12.96 = 00.06	3.75	0.02	2	2.772	A
2 v.s 1	12.96 - 12.50 = 00.46	3.75	0.12	2	2.772	A

7.7 Factor de Conversión de Alimento

El Factor de Conversión de Alimento es una de las herramientas más útiles para determinar la efectividad de los alimentos suministrados (Pearson, 1972; Jauncey y Ross, 1982).

Sin embargo, Pearson (1972) menciona que muchos autores lo utilizan como un factor estático, que no cambia a través del tiempo, por ejemplo si se menciona que el FCA de un determinado estudio fue de 2:1, es decir que se requieren de dos unidades de alimento para producir una del peso del animal se está incurriendo en un grave error, ya que el FCA va a estar variando constantemente durante el tiempo y ello se debe a la calidad del alimento, al estado metabólico del animal, a la alimentación, a las condiciones del ambiente, principalmente a la temperatura entre otros.

Para aminorar los errores de tal procedimiento, Kuri-Nivón (1980) introdujo el manejo del FCA como un factor dinámico que refleja las condiciones señaladas.

En el estudio, al analizar la relación FCA contra peso promedio (gr.) por separado (gráfica 3) se observa lo siguiente:

1. La relación correspondiente al alimento comercial muestra que el Factor de Conversión de Alimento varía muy poco, ya que presenta valores de 1.45, 1.52 y 1.50, hasta alcanzar los 52.36 gr. Lo anterior indica que el alimento cubrió las necesidades individuales de los organismos para la realización de sus funciones y crecimiento hasta lograr el peso antes señalado. (tabla 16).

En la última parte del experimento, al parecer esta ración perdió su efectividad, lo que se manifestó en un valor muy elevado

de FCA 34.85, debido a que este no representa una situación real de eficiencia alimenticia en cultivos de peces, no fue tomado en cuenta para hacer el análisis posterior, lo que también se observa en la gráfica 3 (tabla 16). Cabe señalar que durante esta parte del ensayo se observó que quedaba mucho alimento en los comederos, esto indicó que los animales dejaron de consumir la totalidad del alimento suministrado. El alimento no presentaba síntomas de descomposición, y debido a que fue proporcionado por la Piscifactoría de Teapa, Tabasco, no se pudo precisar su fecha de elaboración ni mucho menos su tiempo de almacenamiento.

Se piensa que en este período, el insumo perdió sus características esenciales, ya que entre otras posibles razones, Jauncey y Ross (1982) y Medina-García y Kuri-Nivón, (1987), mencionan la posibilidad de que ocurra una degradación de vitaminas o una oxidación de ácidos grasos. A causa de que las cualidades del alimento se alteraron, es razonable pensar que esto repercutió en la inaceptabilidad por parte de los animales en este período perjudicando el crecimiento y así el valor de FCA corresponde a un pobre consumo de alimento.

2. La relación correspondiente a los desperdicios de comida, muestra que en las primeras etapas el FCA es bajo, tendiendo a aumentar en las etapas posteriores de crecimiento, es decir este alimento presenta una mejor conversión en las primeras etapas de crecimiento que en las últimas. Entonces la ración no cubrió el total de requerimientos nutricionales del animal conforme avanza su proceso de crecimiento, ya que necesita de un mayor consumo para

mismas tendencias, el estado físico de los animales mejoró lo que indica buenos efectos del alimento en los animales.

Es necesario recordar que ese estudio se realizó en un cuerpo de agua donde se presenta una productividad natural (Gómez y García, 1981) que se piensa, influyó positivamente en el crecimiento y estado de condición de los animales, modificando en este período, los resultados reales del FCA. Debido a la limitación de disponibilidad de crías, así como el tiempo y costo que representaba fabricar más jaulas, no fue posible tener un grupo testigo donde se manifestaran los efectos de la productividad natural como único alimento para los peces.

En relación al coeficiente de correlación obtenido con los desperdicios de comida, su valor fue de 0.9545 (tabla 25). Con respecto a todos los valores obtenidos con las otras raciones, es el que más se aproxima a 1, esto indica que este insumo tuvo poca variación de su composición a pesar de que las eficiencias logradas con éste, 1.57, 3.33, 3.29 y 4.36 no fueron las mejores durante la investigación (tabla 20).

En relación con el alimento comercial, se logró un coeficiente de 0.7904 (tabla 23). Este valor es un poco más bajo que el obtenido con la ración comercial, sin embargo las eficiencias alcanzadas con éste, 1.45, 1.52, 1.50 a excepción de su último valor que fue de 34.85, fueron las mejores durante cada intervalo del estudio (tabla 16).

En lo que concierne a los valores de las pendientes de la relación FCA/peso promedio (tabla 23) del alimento comercial, desperdicios de comida y harinas, se observa que son positivas, y su tendencia demuestra que el FCA tiende a incrementarse conforme aumenta el peso promedio, lo anterior comprueba que el FCA no es estático sino que se modifica con diversos factores tal y como lo menciona Kuri-Nivón (1979). Cuando una pendiente es positiva, indica que proporcionalmente el alimento es aprovechado de mejor manera por los animales pequeños que por los grandes.

Como resultado de calcular las ecuaciones que representan las tendencias del FCA a través del tiempo (tabla 23) se obtuvieron valores teóricos regresionales (tabla 24), con la finalidad de determinar una estrategia alimenticia que permita optimizar un posible uso de estos alimentos en el cultivo de las Tilapias. Al representar gráficamente los valores antes mencionados (gráfica 6), se observa el hecho de que los valores de la ración harinas no se interceptan en ningún punto del alimento comercial o de los desperdicios de comida, por lo que no fue considerada para establecer una estrategia alimenticia.

Dentro de las rectas regresionales de las raciones alimento comercial y desperdicios de comida, en la gráfica 6 se puede observar que las dos líneas se cruzan cuando el peso del animal tiene un valor de 18.45; según Kuri-Nivón (1980) este punto donde se interceptan las rectas marcan la pauta para la selección de alimentos en base al FCA (gráfica 6). Entonces un óptimo de eficiencia se obtendría utilizando el alimento desperdicios de

comida desde el inicio hasta que los animales alcancen 18.45 de peso promedio y posteriormente dar a los animales alimento comercial, hasta que según el caso alcancen los 35 gr (gráfica 6). En la parte correspondiente al Factor de Conversión de Alimento Económico se amplía más la discusión con respecto a este tema.

Tabla 23. Ecuaciones de FCA / \bar{W} obtenidas por el método de mínimos cuadrados.

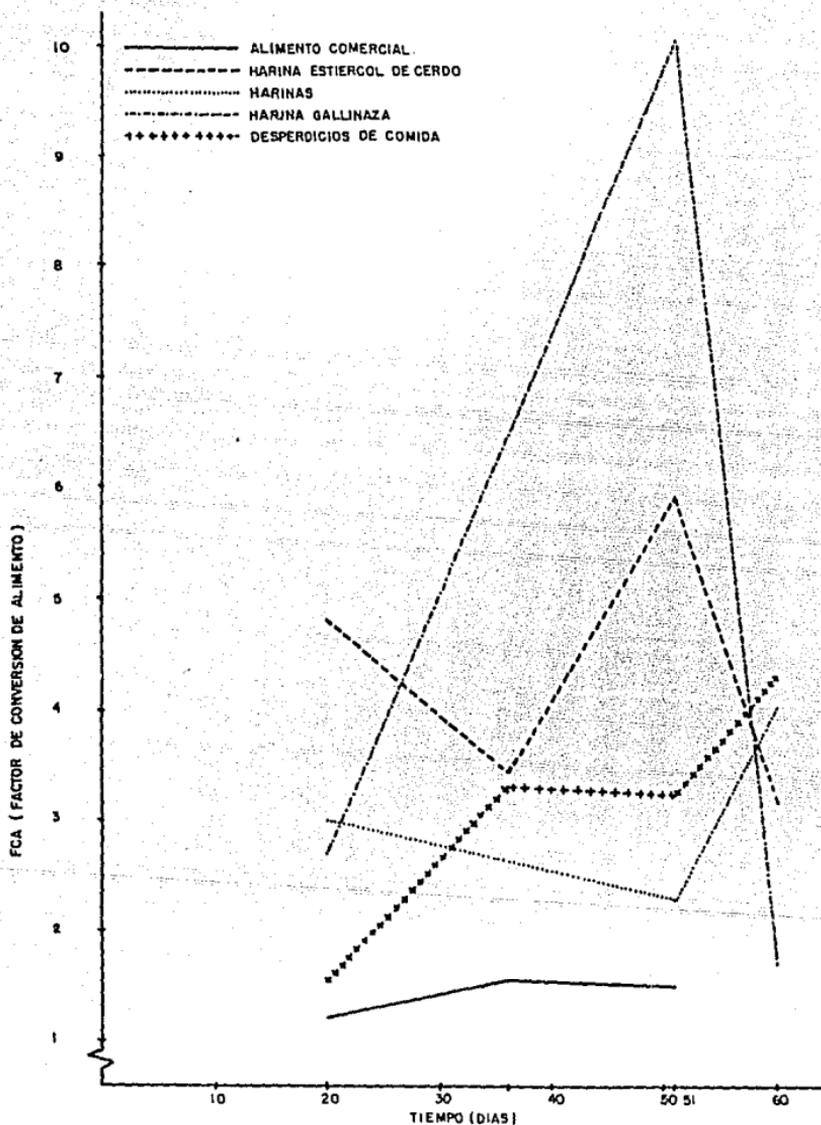
RACION	COEFICIENTE DE CORRELACION	PESO INICIAL (gr.)	PESO FINAL (gr.)
ALIMENTO COMERCIAL FCA = 0.0015 (\bar{W}) + 1.4354	0.7904	13.15	53.28
HARINAS FCA = 0.0849 (\bar{W}) + 1.2835	0.6607	13.02	25.89
HARINAS ESTIERCOL DE CERDO FCA = - 0.0942 (\bar{W}) + 6.2932	- 0.5517	12.96	25.51
HARINAS GALLINAZA FCA = - 0.3257 (\bar{W}) + 11.9400	- 0.5621	13.17	26.67
DESPERDICIOS DE COMIDA FCA = 0.1627 (\bar{W}) - 1.5380	0.9545	12.50	35.53

Tabla 24. Datos de los FCA r (regresionales) obtenidos a partir de la ecuación $FCA = a + b (\bar{W})$ de cada situación experimental.

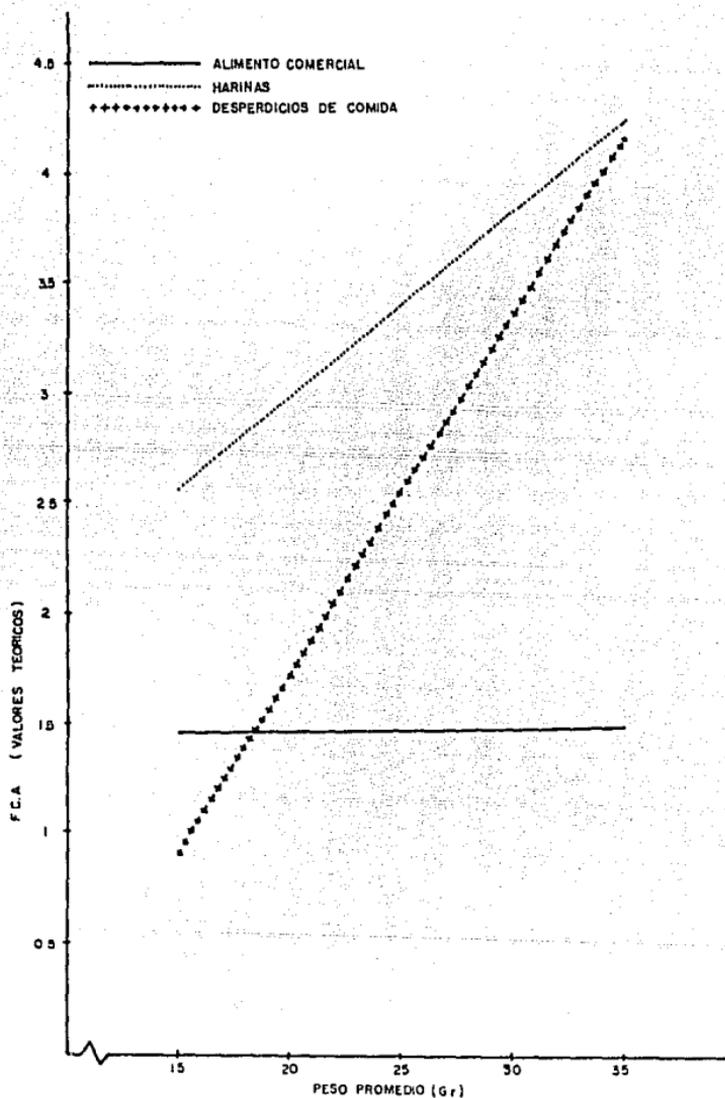
ALIMENTO COMERCIAL		HARINAS		HARINAS-ESTIERCOL DE CERDO		HARINAS-GALLINAZA		DESPERDICIOS DE COMIDA	
\bar{W}	FCA r	\bar{W}	FCA r	\bar{W}	FCA r	\bar{W}	FCA r	\bar{W}	FCA r
15	1.46	15	2.56	15	4.88	15	7.06	15	0.90
20	1.47	20	2.98	20	4.41	20	5.43	20	1.72
25	1.47	25	3.41	25	3.94	25	3.80	25	2.53
30	1.48	30	3.83	30	3.47	30	2.17	30	3.34
35	1.49	35	4.26	35	3.00	35	0.54	35	4.16

Tabla 29. Variaciones de FCA, TIC y Factor K durante el experimento.

RACION	INDICADOR	TIEMPO INICIAL	20 DIAS	36 DIAS	51 DIAS	60 DIAS
Alimento comercial (testigo)	FCA	1.0441	1.45	1.52	1.50	34.85 *
	K		1.0993	1.1193	1.1338	1.0316
	TIC		0.0265	0.0275	0.0273	0.0022
Harinas	FCA	1.0572	3.04	47.34 *	2.40	4.06
	K		0.9009	0.8299	0.9994	1.0446
	TIC		0.0145	0.0013	0.0173	0.0122
Harinas estiércol de cerdo	FCA	1.0412	4.85	3.45	5.93	3.16
	K		0.9121	0.9288	0.8771	0.9587
	TIC		0.0095	0.0131	0.0087	0.0167
Harinas con gallinaza	FCA	1.0325	2.75		10.10	1.68
	K		0.9082	0.8997	0.8749	1.0461
	TIC		0.0155		0.0047	0.0278
Desperdicios de comida	FCA	1.0611	1.57	3.33	3.29	4.36
	K		1.0177	1.0131	0.9587	0.9920
	TIC		0.0255	0.0138	0.0147	0.0100



GRAFICA 3. VALORES DE FCA (FACTOR DE CONVERSION DE ALIMENTO) DE O MLOTICUS ALIMENTADA CON 5 RACIONES DURANTE 60 DIAS



GRAFICA 6. VALORES DE FCA CALCULADOS A PARTIR DE LA ECUACION $FCA = a + b(\bar{w})$ CON VALORES DE PESO PROMEDIO (Gr) TEORICOS.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA.

7.8 Valores de FCA y TIC comparados con los obtenidos con otras raciones

En el estudio los mejores resultados en cuanto al Factor de Conversión Alimenticia promedio (FCA) y Tasa Instantánea de Crecimiento promedio (TIC) se obtuvieron con el alimento comercial (FCA de 2.09 y TIC de 2.33) y con los desperdicios de comida (FCA de 2.83 y TIC de 1.74) (tabla 15 y 22).

Comparando los resultados obtenidos con los de otros estudios de alimentación realizados con O. niloticus se tiene que, en muchas experiencias dichos valores son mejores o similares a los obtenidos por otros investigadores, tal como es el caso de los alcanzados con raciones como: dietas hechas con harina de pescado y harina de semilla de algodón donde se presentaron FCA de 10.59, 8.38, 7.52, 5.02, 4.83 y 2.59 con TIC de 0.23, 0.29, 0.33, 0.47 y 1.05 respectivamente en un estudio que abarcó 56 días (Ofojekwu y Ejike, 1984).

En otra situación, con raciones elaboradas con Ipil-ipil, pulido de arroz, harina de pescado y harina de copra de coco en diferentes proporciones. Se presentaron FCA de 2.57, 3.28, 2.58 y 2.91. Dentro de este estudio con raciones hechas con harina de copra de coco, harina de pescado y pulido de arroz se presentaron FCA de 3.6 y 3.9. Finalmente, en dietas hechas con harinas de pescado, harina de copra de coco y pulido de arroz se obtuvieron FCA de 2.5 y 2.7 en un ensayo con 56 días de duración (Guerrero, 1980).

Por otro lado, con una ración compuesta por 50% de Azolla y 50% de alimento comercial, se alcanzó un TIC de 0.9 y un FCA de 2.8 (Antoine et al. 1987). Con dietas hechas con harina de pescado y harina de la alga Cladophora glomerata en diferentes proporciones obteniéndose TIC de 2.06 y 1.85 con FCA de 2.09 y 2.33 respectivamente en un ensayo de 56 días (Appler y Jauncey, 1983). En otros estudios, con raciones hechas con hojas de Leucaena y harina de pescado en diferentes porcentajes se alcanzaron TIC de 0.69, 2.00, 1.10, 0.54, 1.49 y 0.29 con FCA de 6.29, 2.12, 4.09, 8.10, 2.68 y 15.24 respectivamente durante 70 días (Wee y Wang, 1987).

Por lo anteriormente expuesto, se puede apreciar que el análisis de los resultados obtenidos en el presente estudio, comparados con los trabajos referidos anteriormente, permiten afirmar que el alimento comercial de fabricación nacional, presenta una calidad aceptable, que en muchos casos supera ampliamente los valores de FCA y TIC obtenidos con otras raciones utilizadas en otras partes del mundo.

Tabla 22. Valores de FCA promedio de las raciones y alimento comercial

RACION	ALIMENTO COMERCIAL	HARINAS	HARINAS ESTIERCOL DE CERDO	HARINAS GALLINAZA	DESPERDICIOS DE COMIDA
Biomasa inicial (gr.)	1446	1433	1425	1449	1375
Biomasa final (gr.)	5701	2848	2678	2854	3872
C. A. S. (gr.)	8877	5737	5610	5584	7072
F.C.A.	2.09	4.05	4.48	3.97	2.83

7.9 Estado de condición

Al inicio del experimento se hicieron pruebas de distribución "F" (tabla 11) para determinar si los diferentes lotes de animales eran diferentes entre sí. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas por lo que se consideró que la población total en estudio presentó una homogeneidad entre sus miembros (Zar, 1974). Asimismo, al observar los valores del factor K de cada grupo (tabla 25), se aprecia que dichos valores son semejantes entre sí, teniendo una confiabilidad de 0.05.

Es importante mencionar que el estado de condición de los peces representado por el valor K, está sujeto a una mayor variación producida por los factores ambientales en función de la época del año, la disponibilidad del alimento y su calidad, el estado de madurez, el sexo entre otros tal y como lo reportan Lagler et al . (1962), Nikolsky (1963) y Ricker, (1975).

En el presente estudio, las condiciones ambientales, fueron las mismas para todas las situaciones experimentales, además de que estuvieron dentro de los rangos de tolerancia de la especie, mientras que el estado de madurez, así como las actividades sexuales, no tuvieron incidencia significativa en el estudio a consecuencia del tipo de cultivo (Rifai, 1980; Oduleye, 1982; Gaigher y Krause, 1983). Por lo tanto, las manifestaciones del estado físico de los peces se debieron a la calidad del alimento y la alimentación.

7.9.1 Estado de condición de los animales alimentados con la ración comercial

En lo que respecta a la tendencia que presentó el Factor K de los animales a los que se les suministró alimento comercial, en la tabla 25 y gráfica 4 se observa que su valor inicial 1.0441, se incrementa constantemente 1.0993 a los 20 días, 1.1193 a los 36 días y 1.1338 a los 51 días, y decrece a los 60 días, donde se manifestó su valor más bajo 1.0338 que fue 9% menor con respecto a su condición anterior. En este periodo, simultáneamente decreció el TIC 0.0022 (tabla 16) y la eficiencia alimenticia presentó su valor más alto 34.85 (tabla 16), incluso arriba de las otras raciones, siendo todo esto una consecuencia de la pérdida de las cualidades nutricionales de la ración. Según los valores registrados hasta antes de decrecer, se puede interpretar que el estado físico de los animales tiende a mejorar conforme transcurrió el tiempo y que ello se debió a la buena calidad del alimento comercial.

En la gráfica 4, se puede apreciar que a partir de la segunda biometría se tenían los animales más grandes (tabla 25) y en consecuencia, como resultado de sus óptimas condiciones, se manifestó un mayor consumo de este alimento (tabla 16). Esto debido a que los animales más gordos o robustos consumen mayor cantidad de alimento que los animales flacos, alimento que no necesariamente emplean para el crecimiento, ya que puede ser almacenado en forma de grasa y reservas, tal y como lo mencionan Medina-García y Kurinivón (1987), lo que puede ocurrir con cualquier tipo de alimento para peces.

7.9.2 Estado de condición de los peces mantenidos con harinas

En la tabla 15 y gráfica 4 se advierte que los animales alimentados con las raciones: harinas, harinas con gallinaza y harinas con estiércol de cerdo, presentan marcadas fluctuaciones en cuanto a sus valores del factor K, esto es indicador de la mala calidad de estos alimentos.

Para el caso de los animales alimentados con harinas, los valores del factor K presentaron una variabilidad muy contrastante con respecto a los obtenidos con el alimento comercial (Tabla 29). En la tabla 25, se puede apreciar como su valor inicial 1.0572 se decrementa hasta 0.9009 alcanzado a los 20 días, y 0.8299 obtenido a los 36 días, luego aumentar a 0.9994 a los 51 días y a los 60 días presentar una magnitud 1.0446 que fue muy similar a la de sus condiciones iniciales. Esto indica que dichas raciones tuvieron efectos muy pobres en el crecimiento de estos lotes de animales, contrastando con los buenos resultados de crecimiento obtenidos con la ración comercial.

La cantidad de alimento consumido por estos animales fue menor que con el alimento comercial y los desperdicios de comida (tabla 17). Se interpreta que los animales desnutridos tienden a comer una menor cantidad de alimento, lo que influye en las bajas tasas de crecimiento y elevados valores de FCA.

En el caso del alimento harinas con gallinaza, en la tabla 29, se pueden observar bajas tasas de crecimiento y elevados valores de FCA, lo que indica que este insumo fue muy poco aprovechado por *O. niloticus*, además de que los valores del factor K muestran que el estado físico de los animales presentó una tendencia a disminuir,

1.0325 al inicio, 0.9082 a los 20 días, 0.8997 a los 36 días y 0.8749 a los 51 días, con excepción del último valor 1.0461 logrado a los 60 días, que fue el más alto en el estudio.

El bienestar y la Tasa de crecimiento de todos los animales, depende de la provisión del suministro adecuado de nutrimentos en proporciones correspondientes a las necesidades del animal (Pearson, 1972).

Los bajos valores de TIC y K, indican que la energía que es captada por los animales es usada para otras funciones, como es el mantenimiento, la excreción de metabolitos, entre otras y una mínima parte es destinada para el crecimiento. Asimismo, los elevados valores de FCA indican que para cubrir sus requerimientos nutricionales necesitan de una mayor cantidad de alimento en un mismo lapso con respecto a las otras raciones. Con este alimento, al final del estudio se presentaron los mejores valores de TIC 0.0278, FCA 1.68 y K 1.0461 (tabla 29) y se considera que estos resultados fueron favorecidos por la productividad natural del cuerpo de agua.

7.9.3 Estado de condición de los peces alimentados con desperdicios de comida

Los peces alimentados con desperdicios de comida presentaron una tendencia a disminuir el valor de su factor de condición ya que a los 20 fue de 1.0177, a los 36 días 1.0131, 0.9587 a los 51 días y 0.9920 a los 60 días, con respecto a su valor inicial 1.0611 (tabla 29).

Se interpreta que al transcurrir el tiempo, el alimento fue perdiendo su efectividad, por lo que los animales necesitaron de un mayor consumo de éste para cubrir sus necesidades nutricionales.

Sin embargo si se comparan los efectos de las raciones harinas, harinas gallinaza y harinas con estiércol de cerdo (tabla 29) se puede observar que el estado físico, crecimiento y eficiencia alimenticia de los peces alimentados con desperdicios de comida en general fue superior.

7.9.4 Estado de condición y su relación con el coeficiente de variación

Con respecto a los coeficientes de variación obtenidos en la relación de los valores K promedio (tabla 25), Medina-García (com. pers., 1988) afirma que la forma como se modifica el coeficiente de variación con respecto al tiempo, es un indicador de la heterogeneidad de la población. Además, él considera que si el valor del coeficiente de variación tiende a permanecer constante en el transcurso del tiempo, indica que el manejo, es decir la densidad, el alimento, las condiciones ambientales entre otras fue apropiado y la población se mantiene homogénea. Lo contrario sucede cuando el coeficiente se modifica considerablemente, ya que se manifiestan entre otros factores, la competencia por el alimento, lo que produce una amplitud en la frecuencia de tallas, por lo que sólo una parte de la población se beneficia y sigue su crecimiento normal, mientras que la otra tenderá a mantenerse por abajo de la tasa de crecimiento habitual y en ocasiones drásticas provocar una mortandad por desnutrición (Medina-García, com. pers., 1988).

Análizando los resultados de los organismos mantenidos con alimento comercial, se observa que los coeficientes de variación nunca permanecen constantes, ni mucho menos alrededor del valor original, lo que significa que la población en cultivo tiende a aumentar su homogeneidad (tabla 25).

Con respecto a los datos de los organismos alimentados con las tres raciones hechas con harinas se observa que los coeficientes presentan fluctuaciones en todo el estudio (tabla 28) lo mismo que variaciones con respecto a su valor original. Tendencias similares se observaron con las poblaciones a las que se les administraron los desperdicios de comida. Por lo tanto, es evidente que se presentó una heterogeneidad en todas las poblaciones del ensayo (tabla 25), lo que es característico de los cultivos en jaulas flotantes, ya que Coché (1978), menciona que una de las principales desventajas de este sistema, es que conforme transcurre el tiempo, se va haciendo más notable que las poblaciones tienden a ser más heterogéneas con respecto a sus condiciones iniciales, debido a que ocurre una jerarquización en las poblaciones bajo estudio al momento de alimentarse.

Al final del estudio, es decir a los 60 días, la población que presentó una mayor heterogeneidad fue la alimentada con la ración comercial, mientras que la de menor heterogeneidad fue la mantenida con desperdicios de comida y harinas con gallinaza (tabla 25). Se considera que la alta heterogeneidad de la primera población se

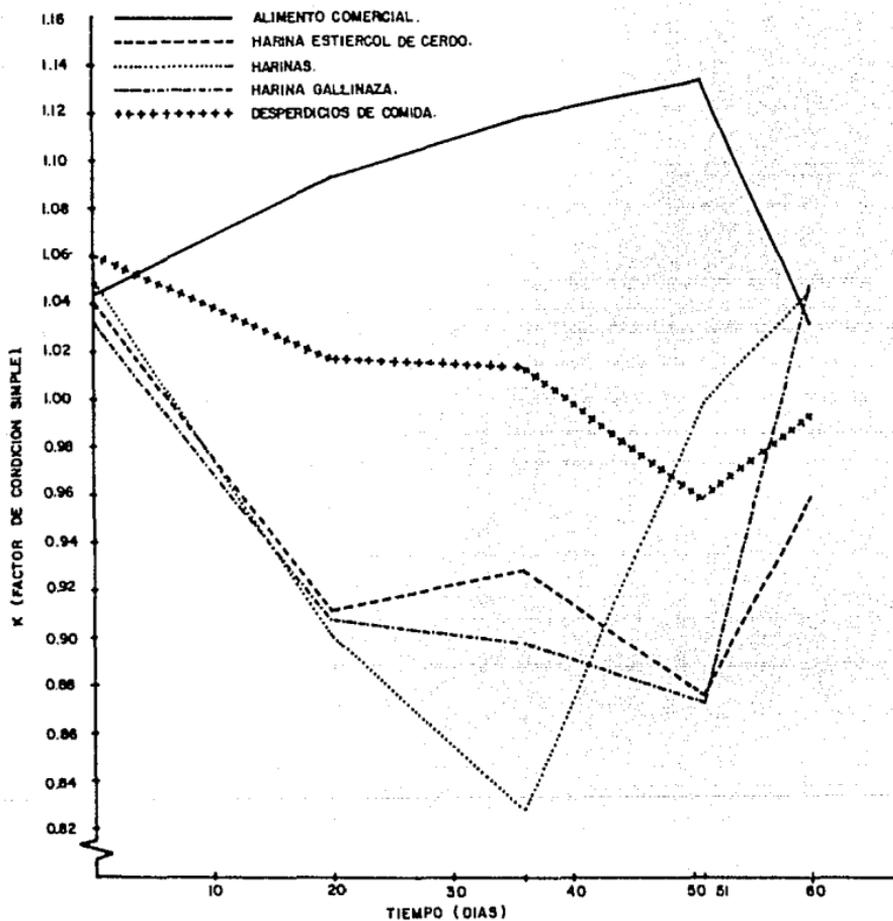
debió a problemas de jerarquización ocasionados por la gran demanda que se dio del insumo durante todo el estudio.

En el caso de las raciones hechas con harinas, sus coeficientes de variación representaron la mala calidad de los insumos que se caracterizaron, por la alta cantidad de fibras, un elevado factor pérdida de alimento, además de que la mayor parte del alimento disponible favoreció tan solo a una parte de la población, mientras que la otra porción presentó un crecimiento mínimo

Debido a que los desperdicios de comida tuvieron una mejor calidad, esto benefició a una mayor proporción de animales, misma que pudo capturar porciones de alimento que fueron más nutritivas que las anteriores raciones. Esto se reflejó en la mayor homogeneidad presentada por esta población. (tabla 25).

Tabla 25. Medidas del Factor de condición K (promedio), coeficiente de variación y número de animales muestreados de O. niloticus alimentada con cuatro raciones y un alimento comercial.

RACION	INDICADOR	TIEMPO INICIAL	20 DIAS	36 DIAS	51 DIAS	60 DIAS
Alimento comercial (testigo)	K	1.0441	1.0993	1.1193	1.1338	1.0316
	c.v.	0.2327	0.1507	0.1320	0.1222	0.1559
	N	40	24	38	40	40
Harinas	K	1.0572	0.9009	0.8299	0.9994	1.0446
	c.v.	0.1550	0.1001	0.1207	0.1169	0.1258
	N	40	25	29	35	38
Harinas estiércol de cerdo	K	1.0412	0.9121	0.9288	0.8771	0.9587
	c.v.	0.1617	0.1165	0.1043	0.1811	0.0940
	N	40	16	19	26	40
Harinas con gallinaza	K	1.0325	0.9082	0.8997	0.8749	1.0461
	c.v.	0.1723	0.1087	0.1107	0.2176	0.0884
	N	40	27	33	23	40
Desperdicios de comida	K	1.0611	1.0177	1.0131	0.9587	0.9920
	c.v.	0.1524	0.2039	0.1234	0.1641	0.0912
	N	40	20	29	40	40



GRAFICA 4. VALORES DE K (FACTOR DE CONDICION SIMPLE) DE O.MLOTICUS ALIMENTADA CON 5 RACIONES DURANTE 60 DIAS

7.10 Análisis económico

El análisis económico se realizó tomando en cuenta la información aportada por el FCA económico y los costos de la alimentación.

7.10.1 FCA económico

El uso del FCA económico, como un factor dinámico para determinar una posible estrategia alimenticia, es correcto si el objetivo es optimizar alimento en cuanto a su eficiencia, sin embargo si lo que se pretende es abaratar costos sin afectar los incrementos poblacionales, entonces lo que se requiere es comparar las rectas obtenidas empleando el procedimiento sugerido por Medina-García (1982a) del FCA económico (tabla 26).

Con datos teóricos de peso (gr.) y de FCA económico, obtenidos con las raciones que presentaron altos valores de coeficiente de correlación, es decir alimento comercial (0.7904), desperdicios de comida (0.9545) y harinas (0.6607), que indica poca variación del contenido de los alimentos, se muestran valores teóricos que permiten establecer una estrategia económica sin alterar la eficiencia del cultivo (tabla 27).

En la gráfica 5 (tabla 27), se observa que la mejor estrategia es la de suministrar desperdicios de comida desde los 15 a 23.91 gramos y alimento comercial de los 23.91 hasta que se logren los 35 gramos del animal. También se aprecia que en ningún momento, los valores del alimento harinas se interceptan con los de las otras raciones, por lo que no se puede establecer alguna estrategia alimenticia con él, es decir no se puede combinar su uso con los otros insumos.

Para efecto de análisis, se presentan datos teóricos para establecer posibles alternativas en base a efectividad alimenticia y costos (tabla 2B).

- Caso 1. Representa a los costos en el caso que se determinara la estrategia en base al FCA.
- Caso 2. Representa los costos cuando la estrategia se determina en base al FCA económico.
- Caso 3. Representa los costos utilizando los desperdicios de comida.
- Caso 4. Representa los costos al utilizar el alimento comercial.
- Caso 5. Representa los costos al utilizar la ración harinas.

De todos los casos anteriores, la situación 2 es la que resulta más conveniente, es decir que sería óptimo alimentar a los peces con desperdicios de comida desde los 15 a 23.91 gr. y luego con alimento comercial desde los 21.91 a los 35 gr. Con este caso, se tiene el mayor crecimiento a un precio más bajo con respecto a los demás insumos.

7.10.2. Costos y producción

En los estudios de evaluación de alimentos, generalmente, se toman en cuenta los aspectos nutricionales y lo que cuesta el alimento per se, y no cuantifican los costos globales de alimentación.

La utilización de los subproductos locales está en dependencia de los costos que representa el cultivar las hojas de plátano y yuca; la elaboración de las harinas; el recolectar y preparar los desperdicios de comida; la perspectiva de agregar aditivos y/o tratamientos para mejorar las cualidades nutricionales de los

insumos etc., todo ello en comparación con los costos de otros recursos alimenticios que en la actualidad se emplean para hacer dietas para O. niloticus es decir viabilidad del alimento comercial en relación a las raciones experimentales.

En la tabla 30 se observa que el costo de producción con el alimento comercial fue el más elevado con respecto a las demás raciones, pero al comparar los resultados de FCA, FCA económico, TIC y estado de condición, todos ellos son significativamente los mejores a lo largo del estudio.

Si bien es cierto que en el Estado de Tabasco los cultivos de O. niloticus fueron implementados con un enfoque de beneficio Social, con la perspectiva de alcanzar beneficios comerciales, por lo que el uso del alimento y alimentación es muy importante para estos propósitos.

Por otro lado, el costo de las jaulas es muy importante en estos cultivos (Landless, 1974; Coché, 1978; Guerrero, 1980; Gómez y Larez, 1981; Campbell, 1985). Las jaulas presentan una durabilidad de 5 años y se estima que bajo la acción del medio, difícilmente se conservarán en buenas condiciones de uso sin antes darles un mantenimiento y uso adecuados.

Si se toma en cuenta que estos trabajos tienen la finalidad de que las comunidades rurales mejoren su nivel de vida, mediante la aplicación de este tipo de biotecnias, se considera que el trabajar con jaulas flotantes será problemático en estas zonas, ya que se deberá contar con un apoyo económico, principalmente un financiamiento para comprar el alimento para los peces, una adecuada capacitación técnica para el manejo de estas unidades

productivas y de una permanente dependencia del suministro de crías cada vez que se inicie un ciclo productivo. En cambio se considera que puede ser una buena alternativa para estas comunidades, el uso de bordos rústicos, ya que se puede contar con el apoyo de los Ayuntamientos para su construcción, disminuyéndose entonces los costos. Con respecto a la alimentación, en estos casos se logra por fertilización, por ello los campesinos solo tendrán que conseguir fertilizantes orgánicos tales como excretas animales, para obtener buenas producciones, a un bajo costo.

Tabla 26. Ecuaciones de FCA económico de cada regresión de FCA / \bar{W} para cada situación experimental.

ALIMENTO COMERCIAL FCA económico = $0.00120 (\bar{W}) + 1.1483$	PRECIO ALIMENTO POR KG. \$ 800.00
HARINAS FCA económico = $0.0509 (\bar{W}) + 0.7701$	\$ 600.00
HARINAS ESTIERCOL DE CERDO FCA económico = $- 0.0612 (\bar{W}) + 4.0906$	\$ 650.00
HARINAS GALLINAZA FCA económico = $- 0.2117 (\bar{W}) + 7.7610$	\$ 650.00
DESPERDICIOS DE COMIDA FCA económico = $0.0814 (\bar{W}) - 0.7690$	\$ 500.00
TILAPIA , PRECIO COMERCIAL : \$ 3, 050.00	

Tabla 27. Datos de FCAe (económicos) de las mejores raciones

ALIMENTO COMERCIAL		DESPERDICIOS DE COMIDA		HARINAS	
\bar{W}	FCA e	\bar{W}	FCAe	\bar{W}	FCAe
15	1.1664	15	0.4520	15	1.5335
20	1.1724	20	0.8590	20	1.7881
25	1.1784	25	1.2660	25	2.0426
30	1.1844	30	1.6730	30	2.2971
35	1.1904	35	2.0800	35	2.5516

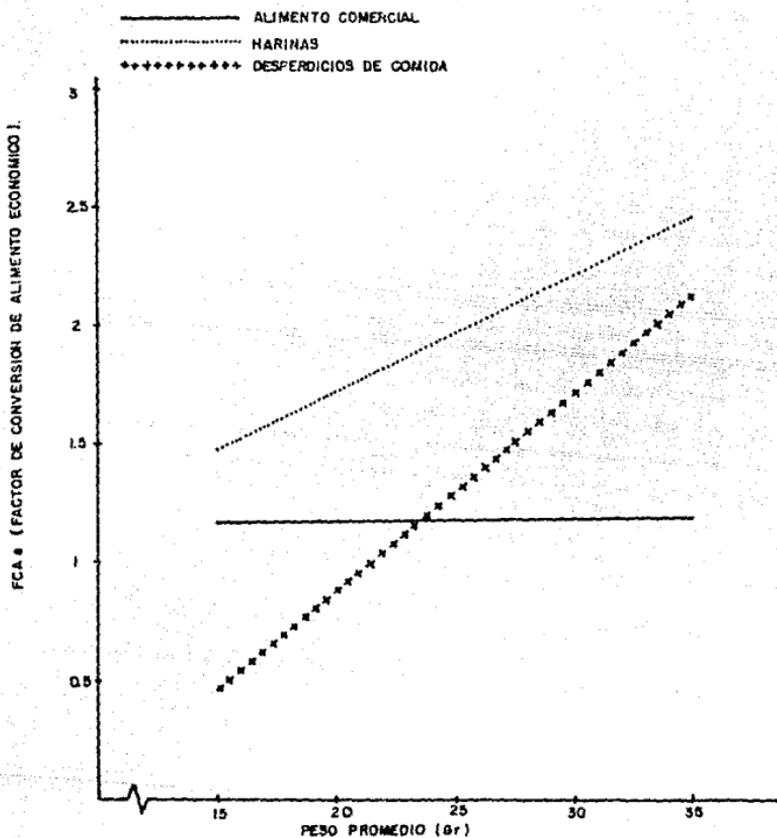
Tabla 28. Datos comparativos de los costos del incremento individual, utilizando varias estrategias alimenticias.

SITUACION	RACION (ES)	PESO INICIAL (gr.)	PESO FINAL (gr.)	PRECIO ALIMENTO (\$ / Kg)	COSTO PARCIAL (\$)	COSTO TOTAL (\$)
1	Desperdicios de comida	15.00	18.45	500.00	2.06	21.65
	con alimento comercial	18.45	35.00	800.00	19.59	
2	Desperdicios de comida	15.00	23.91	500.00	4.32	17.54
	con alimento comercial	23.91	35.00	800.00	13.22	
3	Desperdicios de comida	15.00	35.00	500.00	25.30	25.30
4	Alimento comercial	15.00	35.00	800.00	23.52	23.52
5	Harinas	15.00	35.00	600.00	40.87	40.87

*** PRECIO COMERCIAL DE LA TILAPIA: \$ 3,050.00 ***

Tabla 30. Producción obtenida en cada situación experimental

RACION	ALIMENTO COMERCIAL	HARINAS	HARINAS EST. DE CERDO	HARINAS GALLINAZA	DESPERDICIOS DE COMIDA
<u>DATOS</u>					
<u>Carga inicial</u>					
Peso promedio (gr.)	13.15	13.02	12.96	13.17	12.50
No. de peces / m ³	55	55	55	55	55
Carga por m ³ (Kg/ m ³)	0.72	0.71	0.71	0.69	0.69
<u>Carga final</u>					
Peso promedio (gr.)	53.28	25.89	25.51	35.53	35.53
No. de peces / m ³	53	55	52	54	54
Producción total (Kg/ m ³ / 60 días)	2.85	1.42	1.34	1.94	1.94



GRAFICA 5. VALORES DE FCA ECONOMICO CALCULADOS A PARTIR DE LA ECUACION $FCA = a(\%) + b(\%) W$ CON VALORES DE PESO PROMEDIO TEORICO (Gr).

B. CONCLUSIONES

1. Los principales parámetros fisicoquímicos del agua de los canales estuvieron dentro de los rangos de tolerancia de la especie, por ello no incidieron negativamente en su crecimiento.
2. Al obtener bajos valores de FCA, tasas de crecimiento elevadas y un buen estado de condición, se tiene que el alimento comercial presenta una buena calidad en sus efectos poblacionales y un precio razonable en consecuencia a estos valores.
3. De las otras raciones, los desperdicios de comida presentaron la mejor calidad que se manifestó en las altas tasas de crecimiento, bajos valores de FCA, que indican buena eficiencia alimenticia y un buen estado físico, además de tener un precio muy bajo.
4. A causa de que no cubren la totalidad de requerimientos nutricionales de O. niloticus, los desperdicios de comida no deben ser empleados como base de alimentación para su cultivo en jaulas, sino como un complemento nutricional.
5. Los alimentos hechos con harinas presentaron una calidad muy pobre que se manifestó en bajas tasas de crecimiento, altos valores de FCA, y un estado físico débil, que indicaron la presencia de animales desnutridos.
6. Los factores que incidieron negativamente en el crecimiento de los peces alimentados con harinas se atribuyen principalmente a: los altos niveles de fibras en los alimentos; las altas cantidades de harina de sangre en las

raciones; alguna deficiencia en el balance de estas dietas; al factor pérdida de alimento que se presentó en estos insumos.

7. En todos los grupos de animales, la mortalidad presentada fue mínima y esta se debió al mal manejo de los animales.
8. El sistema de jaulas flotantes no presentó problemas en el ensayo, ya que favoreció la manipulación y cosecha de los peces, así como la toma de muestras de los parámetros fisicoquímicos.

9. RECOMENDACIONES

1. Con base en los resultados obtenidos, se sugiere hacer una evaluación más completa probando varias raciones en donde a sus elementos se les haya mejorado su calidad, en un número mayor de repeticiones.
2. Se recomienda probar los subproductos en varios niveles de inclusión y también con otras fuentes de proteína.
3. El alimento desperdicios de comida no puede usarse para cubrir el ciclo productivo de O. niloticus, pero se puede emplear como complemento alimenticio, principalmente en las primeras etapas de su crecimiento.
4. En los estudios de evaluación de alimentos se deben tomar en cuenta los aspectos que representan los costos globales de la alimentación y no solamente el precio del alimento.
5. Para toda evaluación de alimentos se recomienda considerar los siguientes puntos:
 - a). Calidad del alimento
 - b). Demandas de los organismos
 - c). Mecanismos de distribución del alimento
 - d). Análisis de los efectos considerando cantidad de alimento a suministrar y Factor Pérdida de alimento.
 - e). En la decisión final tomar en cuenta TIC, FCA, FCA económico, Factor de condición y un adecuado análisis estadístico.

10. LITERATURA CITADA

- AGUIAR, R y BECOMO, I., 1980. Cultivo de Tilapia nilotica con diferentes densidades de siembra. Rev. Lat. Acui., Lima-Perú No.5: 24-26. Septiembre, 1980.
- AGUILERA, H. P y P. C. NORIEGA, 1986. La Tilapia y su cultivo. FONDEPESCA. México. 59 p.
- ALDERETE, R. N.; NAVARRO, J. N. y J. M. COLORADO., 1981. Hoja de plátano como forraje para novillos mantenidos en dietas basadas en miel-uréea con y sin suplementación de plátano verde. Resumen. Cuarta conferencia anual en Villahermosa, Tab. Colegio Superior de Agricultura Tropical (CSAT), SARH. H. Cárdenas, Tabasco. México.
- ALMEIDA, M. R., 1976. El género Tilapia (Pisces Cichlidae). Bibliografía y su revisión con énfasis al cultivo de especies introducidas a México y sus relativos. CSAT. SARH. H. Cárdenas, Tabasco. México. 107 p.
- ANDERSON, J., JACKSON, A. J. and CAPPER, B. S., 1984. Effects of dietary carbohydrate and on the Tilapia Oreochromis niloticus (Linn). Aquaculture, 37: 303-314.
- ANTOINE, T., CARRARO, S., MICHA, J-C and VAN HOVE, C., 1986. Comparative appetency for Azolla of Cichlasoma and Oreochromis (Tilapia). Aquaculture, 53: 95-99.
- ANTOINE, T., MERRY, P., MICHA, J-C and VAN HOVE, C., 1987. Comparasion of the Growth and Chemical composition of Oreochromis niloticus (Tilapia) and Cichlasoma melanurum (Theraps). Gth. fed with Azolla. Aquaculture, 66: 181-196.
- ARREDONDO, J. L. y J. L. GARCIA., 1982. La conducta fisicoquímica y rendimiento pesquero de un estanque de temporal utilizado para la Piscicultura extensiva en el Estado de Morelos, México. Rev. Lat. Acui., México, D. F. No. 12: 6-13.

- APHA., 1980. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association. Washintong. 874 p.
- APPLER, H. N. and JAUNCEY, K. , 1983. The utilization of a filamentous green alga (Cladophora glomerata (L) Kutsin) as protein source in pelleted feeds for Sarotherodon (Tilapia) niloticus fingerlings. Aquaculture, 30:21-30
- BEHREND, L. L., MADDOX, J. J. , MADEWEL, C. E. and PILE, R.S., 1980. Comparasion of two methods of using liquid swine manure as organic fertilizer in the production of filter feeding fish. Aquaculture, 20: 147-153
- BOLANOS, B. J., 1979. Estudio preliminar sobre el cultivo de híbridos de Tilapia (Tilapia hornorum X Tilapia mossambica) con gallinaza y superfosfato simple en Costa Rica. Rev. Lat. Acui. Lima-Perú. No. 2:1-50. Diciembre, 1979.
- BOYD, C. E., 1979. Water quality in warmwater fish ponds. Auburn University. Agric. Experiment station R. Dennis Rouse, Director Auburn, Alabama. 359 p.
- BRESSAMI, R; ABRAHM. E; AGUIRRE. A, y R. ARROYO., 1966. Desarrollo de una ración práctica para la alimentación de pollos. Turrialba 13. 4: 213-214
- BRETT, J. R., E. SHELBOURN y C. T. SHOOP., 1969. Growth Rate and Body Composition of fingerling Sockeye Salmon (Oncorhynchus nerka) in relation to temperature an ration size. J. Fish. Res. Bd. Can. 26: 2363-2394
- BRETT, J. R., 1971. Station time, appetite an maximun food intake of Sockeye Salmon (Oncorhynchus nerka). J. Fis h. Res. Bd. Can. 409-415
- BURNS, R. P. and STICNEY, R. R., 1980. Growth of Tilapia aurea in ponds receiving poultry wastes. Aquaculture, 20: 117-121
- BUTERBAUGH, G. L. and H. WILLOUGHBY. 1967. A feeding guide for brook, brown and Rainbow Trout. Prog. Fish. Cult. 29: 210

- CABRERA, J. J. y J. L. GARCIA ., 1984. El estado de la Acuicultura en México al término de 1982. Comisión de Pesca para America Latina (COPESCAL). FIR/R 294. Supl.
- CAMPBELL, D., 1985. Large scale cage farming of Sarotherodon niloticus. Aquaculture, 48: 57-69
- CHAKROFF, M., 1983. Piscicultura. Cultivo de peces en estanques de agua dulce. Ed. Concepto. México
- COCHE, A. G., 1977. Preliminary results of rearing Tilapia nilotica (L.) in Lake Kossou, Ivory Coast. Aquaculture, 10: 109-140 (in French)
- COCHE, A. G., 1978. A review of fish cage culture as practised in inland waters. Aquaculture, 13: 157-189 (in French)
- CRUZ, A. F., 1980. Diseño experimental para probar dietas. 2o. Simposio Latinoamericano de Acuicultura. SEPESCA, Tomo III México, 1980. 2413-2453
- DORESTE, L. J; HUIZAR, H. M; KURI, N. E; LOPEZ, R, F y G. A. MACIAS. 1981. Requerimientos nutricionales, fabricación, evaluación y dietas. Serie de cuadernos de alimentación Piscícola No. 1. Dir. Gen. Acua ., Of. Forr. Fer. (Piscf. El Zarco) SEPESCA. México D. F. 1981. 134 p.
- EGUIAR, R; LEON, R. y HERNANDEZ, I., 1978. Crecimiento en estanques de cemento y tierra de tres especies del género Tilapia. Rev. Lat. Acui. México, D. F. No. 11: 6-9
- FERRER, R. M., 1981. Disponibilidad in vitro y análisis químico proximal del ensilaje del plátano. Tesis Ing. Agrónomo Zootecnista. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, N. L. México.
- FFOULKES et al., 1979. The banana plants cattle feed. Composition and Biomass Production. Tropical Animal Production. 3(1): 40-5 Resumen en Nutrition Abstracts, Review Series B 49: 429

- FLORES, M. J. A., 1986. Bromatología Animal. Ed. Limusa. México.
- GAIGHER, I. G. and KRAUSE, 1983. Growth rates of Mozambique Tilapia (Oreochromis mossambicus) and Silver carp (Hypophthalmichthys molitrix) without artificial feeding in floating cages in plankton-rich waste water. *Aquaculture*, 31: 361-367
- GAIGHER, I. G., PORATH, D. and GRANDTH, G., 1984. Evaluation of duckweed (Lemna gibba) as feed for Tilapia (Oreochromis niloticus X Oreochromis aureus) in a recirculating unit. *Aquaculture*, 41: 235-244
- GARCIA, M. E., 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. D. R. C. México. 253 p.
- GARCIA, R. C. y D. R. BAYNE., 1974. Cultivo de Tilapia aurea (Steindachner) en corrales con alimentación suplementaria. Simposio FAO/Carpas sobre Acuicultura en America Latina. Montevideo, Uruguay. 25 de Noviembre al 2 de Diciembre de 1974. p.p. 50-60
- GARRIDO, M. A., 1984. Rendimiento y uso de una Población de Sarotherodon niloticus (Linnaeus, 1766) Pisces Cichlidae; en jaulas flotantes y bordería rústica en el Estado de Tabasco, México. Tesis Biología. Universidad Veracruzana
- GARRIDO, M. F., 1980. Manual de Piscicultura para el Estado de Tabasco. Del. Fed. de Pesca del Estado de Tabasco. 12 p.
- GARRIDO, M. F., TORAL, L. E., HERNANDEZ, M. R., 1980. Programa de Piscicultura del Estado de Tabasco. Del. Fed. de Pesca del Estado de Tabasco. 50 p.
- GARZA, P. R., 1975. Utilización de la gallinaza (niveles de 30 %) en la engorda de ganado cebú, cruce con criollo. Tesis. FMVZ. UNAM. México
- GOLTERMAN, N. H. and M. D. OHNSTAND., 1978. Methods for physical and chemical analysis of fresh waters. Blackwell Scientific Publications. 2a ed. Oxford. London. 213 p.

- GOMEZ, G. A y F. J. LAREZ., 1981. Construcción y manejo de jaulas flotantes para el cultivo experimental de pámpano en la Isla Margarita, Venezuela. Rev. Lat. Acuí. México, D. F. 9: 29-39
- GOMEZ, P. A. y H. E. GARCIA., 1978. Manejo de la Acuicultura en los Sistemas Agropiscícolas. Estudio de la Ecología aplicada al caso de los Camellones Chontales de Nacajuca, Tabasco. Bases para el estudio Ecológico y del medio ambiente en los Camellones Chontales de Nacajuca, Tabasco. INIREB, México
- GUERRERO, R. D. III., 1980. Studies on the feeding of Tilapia nilotica in floating cages. Aquaculture, 20: 169-175
- GUERRERO, R. D. III., 1982. Development, prospects and problems of the Tilapia cage culture Industry in the Philippines. Aquaculture, 27: 313-315
- HANLEY, F., 1987. The digestibility of foodstuffs and effects selectibility determinations in Tilapia, Oreochromis niloticus (L.). Aquaculture, 66: 163-179
- HASKELL, D. C., 1959. Trout Growth in hatcheries. N. York. Fish and game J. 6(2): 204-237
- HEPHER, B., LIAO, I. C., CHEN G, S. H. and HSIEH, C. S., 1983. Food utilization by reed-Tilapia effects of diet composition, feeding level, and temperature on utilization efficiencies for maintenance and growth. Aquaculture, 32: 255-275
- HEPHER, B. y Y. PRUGININ., 1985. Cultivo de peces comerciales. Limusa, México. 315 p.
- HERAS, J. G. de las., 1982. Combinación de la hoja y fruto de plátano (Musa sapientum) en la alimentación de becerros de rejeguería en pastoreo restringido. Tesis Profesional Ing. Agrónomo. CSAT. H. Cárdenas, Tabasco. México
- INSTITUTO NACIONAL INDIGENISTA (INI), 1977. Camellones Chontales, proyecto para la explotación de zonas pantanosas. Proyectos INI-Coplamar No. 2 INI , México. 32 p.

- INI, 1985. Programa de Desarrollo Regional. Centro Coordinador Tabasco. INI. Nacajuca, Tabasco. 50 p
- INIREB, 1984. Sistemas Ecológicos de explotación de Recursos (anexo Técnico III). Propuesta 1984. Acuerdo de coordinación INIREB-Gob. del Estado. INIREB, Tabasco. 115 p.
- JACKSON, A. J., CAPPER, B. S. and MATTY, A. J., 1982. Evaluation of some plants proteins in complete diets for the Tilapia Sarotherodon mossambicus. Aquaculture, 27: 97-109
- JAUNCEY, K. and B. ROSS., 1982. A guide to Tilapia feeds and feeding. Institute of Aquaculture, University of Stirling Scotland. 110 p.
- JENSEN, J. W., 1985. The potential growth of Salmonids Aquaculture, 48: 223-231
- JUAREZ, G. R. E., 1983. Densidad de plantación en plátano. Tesis Ing. Agrónomo en Fitotécnia. Universidad Autónoma Chapingo, México
- KOHLER and PAGAN-FONT, 1978. Evaluations of rum distillation wastes, pharmaceutical wastes and chicken feed for rearing Tilapia aurea in Puerto Rico. Aquaculture 14: 339-347
- KURI-NIVON, E., 1979. Instructivo para la determinación del Factor de Conversión de Alimento (FCA). Manuales técnicos de Acuicultura, Departamento de Pesca. México, 1(1): 22-34
- LAGLER, F. K; J. E. BARDACH and R. R. MILLER., 1962. Ichthyology. The study of Fishes . John Wiley and Sons. inc. New York: 545 p
- LANDLESS, P. J., 1974. An economical floating cage for marine culture. Aquaculture, 4: 323-328
- LEGORRETA-PADILLA, F. J., 1983. Efecto de la fertilización N-P-K y densidad de población (DP-HA) sobre el rendimiento de forraje fresco de Yuca (Manihot esculenta) en la sabana de Huimanguillo, Tabasco. Tesis Ing. Agrícola. ENEP Cuautitlán, México

- LAMAS, LL. G., 1978. Valor nutritivo de la harina de banano (Musa sapientum) verde con cáscara en la alimentación del pollo en engorda. Tesis M. V. Z. Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.
- LOPEZ, J., 1982. Sustitución del sorgo por una mezcla de harina de raíces, hojas y pecíolos de yuca para marranas durante la gestación y lactancia. Tesis. FMVZ. UNAM. México.
- LOPEZ-PALAZON, J., 1953. Ganado cabrío. Salvat, España. 60 p.
- LOT, A., 1978. Reconocimiento preliminar de la vegetación acuática de la región de Nacajuca, Tabasco. Bases para el estudio Ecológico y del medio ambiente de los Camellones Chontales de Nacajuca, Tabasco. INIREB, México.
- LOZADA, H. y R. ALDERETE., 1979. Niveles de pulido de arroz: harina de sangre en la ceiba de novillos alimentados con dietas altas en miel, urea y pastoreo restringido. Agricultura Tropical 1 (3): 237-244
- MARCHI, E. y PUCCI.N., 1960. La cría del cerdo. Ed. Gustavo Gili. España. 45 p.
- MARQUEZ, W., 1978. Estudio Botánico de la vegetación y la flora de los Camellones Chontales. Bases para el estudio Ecológico de los Camellones Chontales de Nacajuca, Tabasco. INIREB, México.
- MARTINEZ-PALACIOS, C. A., GALVAN-CRUZ, R., OLVERA-NOVOA, M. A. and CHAVEZ-MARTINEZ, C., 1988. The use of jack bean (Canavalia ensiformis Leguminosae) meal as a partial substitute for fish meal in diets for Tilapia (Oreochromis mossambicus Cichlidae). Aquaculture, 66: 181-196
- MEDINA-GARCIA, M. 1982a. El Factor de Conversión Económico del Alimento en la evaluación de alimentos. IV Simposio Latinoamericano de Acuicultura. Panamá. Febrero. 13 p.

- MEDINA-GARCIA, M. 1982b. El Factor pérdida de alimento en la evaluación de alimentos. IV Simposio Latinoamericano de Acuicultura. Panamá. Febrero.
- MEDINA-GARCIA, M. . Evaluación del Crecimiento y Estado Físico de Poblaciones de peces en cultivo. Sin publicar. 23 p.
- MEDINA-GARCIA, M y E. KURI-NIVON., 1987. Elementos de alimentación y manejo de alimentos en el cultivo intensivo de especies acuáticas. Manual Técnico. Distribución restringida. Alimentos Balanceados de México, S. A. de C. V. 104
- MORALES, D. A., 1974. El cultivo de la Tilapia en México. Datos Biológicos. INP/SI: I 24: 24. México.
- MORALES, H. L., 1978. La Revolución Azul? Acuicultura y Ecodesarrollo. Ed. Nueva Imagen. México. 159 p.
- NIKOLSKY, G. V. 1963. The Ecology of Fishes. Academic Press, London and New York: 352
- NORIEGA-CURTIS, P., 1981. Criterios para determinar la calidad de agua para los peces. Plática ofrecida a los representantes del Proyecto "Química Analítica" del Programa Desarrollo Tecnológico INIREB. 23 de Julio.
- ODULEYE, S. O., 1982. Growth and growth regulation in the Cichlids. Aquaculture, 27: 301-306
- OFOJEKWU, P. C. and EJIKE, C. , 1984. Growth response and feed utilization in the tropical cichlid Oreochromis niloticus (Linn) feed on cottonseed-based artificial diets. Aquaculture, 42: 27-36
- OGAZ, A. M., 1983. Evaluación de la fibra nitrógeno y digestibilidad de las heces de aves, cerdos y bovinos para la alimentación animal. Tesis Maestría. CSAT. H. Cárdenas. Tabasco. México.

- OLIVAS, G. R. y M. D. ORTIZ, 1984. Cultivos Asociados pollos-peces en jaulas flotantes. Informes, acuerdo de coordinación INIREB-Gobierno del Estado de Tabasco. Centro de Estudios Agropiscícolas del Estado de Tabasco (INIREB-Tabasco).
- PALOHEIMO, H. E. y L. M. DICKIE., 1956. Food and Growth of Fishes. III. Fish. Res. Bd. Can. 23(8): 1209-1248.
- PALOMINO, S. E; MEZA, L. P. y L. ALBOR., 1984. Evaluación de algunos parámetros Bióticos y Abióticos relacionados con el crecimiento de la Tilapia sp. en el bordo temporal "Cavarría", Municipio de Coatlán del Rio, Estado de Morelos. Tesis Biología. ENEP-Zaragoza UNAM México.
- PARKER, R. R. y P. A. LARKIN., 1959. A concept of Growth in Fishes. J. Fish. Res. Bd. Canada. 16 (5): 721-745
- PEARSON, N. R., 1972. The Nutrition of Fish. Roche Information Service. F. Hoffmann-La Roche and Co. A. G, Basel, Schweiz/Switzerland 47 p.
- PEÑALVA, G. G., 1981. Reciclaje de excretas de cerdo en la alimentación de hembras gestantes. Tesis. FMVZ. UNAM. México.
- PIDER-PESCA, 1981. Programa Piscícola de Camellones Chontales para 1981. Nacajuca, Tabasco. Dpto. de PESCA. Del. Fed. de PESCA, Estado de Tabasco. Subdelegación de promoción y recursos pesqueros. Oficina de Desarrollo Acuacultural. Programa de Acuacultura para 1981. 115 p.
- PILLAY, T. V. R., 1979. The state of Aquaculture. Advances in Aquaculture. FAO. Fishing News Book. LTD: 10-22.
- PILLAY, T. V. R., 1983. Planificación para el desarrollo de la Acuicultura. Programa de desarrollo y coordinación de la Acuicultura. FAO. ADCP. Rep. 83: 20

- POMPA, T. J., 1978. Ensayo sobre el crecimiento de Tilapia rendalli (Boulenger) enjaulada y alimentada con follaje de bore (Alocasía macrorrhiza). Inf. Tec. No. 2. Cen. Pis. Exp. U. de Caldas. Manizales, Colombia. 43-50
- PORRAS, D., 1981. Sobre la utilización en Acuicultura de fertilizantes orgánicos (desechos y excretas). Rev. Lat. Acui. México, D. F. No. 9: 6-10
- PRETTO, M. R., 1980. Aprovechamiento de las aguas y excretas de la explotación porcina para el cultivo de peces en Panamá. Rev. Lat. Acui. Lima-Perú. No. 3: 29-33 Marzo 1980.
- PRIETO, H. F., 1980. Desarrollo Tecnológico de la alimentación acuícola en México. 2o. Simposio Latinoamericano de Acuicultura. Memorias DEPECA, México.
- RAMIREZ, C. M. J., 1984. La Agricultura platanera en Cucuyulapa, Cunduacán, Tabasco. Tesis Ing. Agrónomo en Agricultura Tropical. Colegio Superior de Agricultura Tropical. H. Cárdenas, Tabasco. México.
- RAMOS-HENAO, A. y G. G. CORREDOR., 1982. Ensayo comparativo sobre alimentación de Tilapia rendalli con follaje fresco de bore (Alocasía macrorrhiza) ó de yuca (Manihot esculenta). Inf. Tec. No. 3. Cen. Pis. Exp. U. de Caldas. Manizales, Colombia. 41-45
- RICKER, W. E., 1975. Computation and interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. Dep. Envir. Fish. and Ser. Bull. Otawa, 1975. 203-233 p.
- RIFAI, S. A., 1980. Control of reproduction of Tilapia nilotica using cage culture. Aquaculture, 20: 177-185
- RENTERIA, C. F., 1980. Tecnología apropiada al programa de Camellones Chontales. Tesis. Ing. Agrícola. Universidad Autónoma de Nayarit, México.

- RUTTNER, F., 1975. Fundamentals of Limnology. University of Toronto. Press. 3a. ed. Toronto and Bufalo. 307 p.
- SANCHEZ, P. T. y R. J. VAZQUEZ, 1980. Determinación del nivel óptimo de proteína cruda para Tilapia nilotica Rev. Lat. Acuí. México, D. F. No. 6: 13-15
- SANTIAGO, C. B; ALDABA, M. B; AUBUAM, E. T. and LARON, M. A., 1985. The effects of artificial diets on fry production and growth of Oreochromis niloticus breeders. Aquaculture, 47: 193-203.
- SARH, 1986. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. SARH. México.
- SENTIES, A. R., 1975. Balance de nitrógeno en terneros destetados a edad temprana, alimentados con dietas altas en miel, urea y harina de sangre. Resúmen. Seminarios de otoño. Rama de Ciencia animal. CSAT. H. Cardenas, Tabasco. México.
- SEPECA, 1980. Datos Biotecnológicos para el cultivo de Carpa, Bagre e Híbridos de Tilapia en jaulas. Dir. Gen. Acua. Comité de Bioingeniería para proyectos Acuícolas (COBIPAC). 35 p.
- SEPECA-TABASCO, 1980. Criterios para determinar la capacidad de la Piscifactoría de Puerto Ceiba, Tabasco. Oficina de Acuicultura de la Delegación Federal de Pesca del Estado 7p.
- SEPECA, 1986. Anuario estadístico de Pesca, 1985. Dir. Gen. de Inf. Est. y Doc. SEPECA. México.
- SEPECA, 1987. Analisis de la actividad Pesquera en 1986. Sistema Nacional Integrado de Información del Sector Pesca. Dir. Gen. de Inf. Est. y Doc. SEPECA. México. Marzo, 1987.
- SEPECA-TABASCO, 1981. Programa Piscícola de Camellones Chontales para 1981, Nacajuca Tabasco. Oficina de desarrollo Acuacultural. PIDER-Del. Fed. de Pesca del Estado de Tabasco. 36 p.

- SHIAU, S. Y., CHUANG, J. L. and SUN, C. L., 1987. Inclusion of soybean meal in Tilapia (Oreochromis niloticus X O. aureus) diets at two protein levels. *Aquaculture*, 65: 251-261.
- SOTO, M. E., 1978. Algunos aspectos climáticos en la región de Nacajuca, Tabasco. Bases para el estudio Ecológico y del medio ambiente en los Camellones Chontales de Nacajuca, Tabasco. INIREB, México.
- STICNEY, R. B., y H. J. HESBY., 1979. Growth of Tilapia nilotica in ponds with differing histories of organic fertilization. *Aquaculture*, 17: 189-194
- TREWAVAS, E., 1979. Generic groupings of Tilapiini used in *Aquaculture*. *Aquaculture*, 27: 79-81.
- TRUJILLO, F. V., 1979. Métodos matemáticos para la formulación de raciones balanceadas en la producción animal. Centro Nacional de Productividad de México, A. C. Fideicomiso del Gobierno Federal. México. 266 p.
- VAZ, J. E., 1983. Reciclaje de excretas de cerdo. Estudio recapitulativo. Tesis MVZ. UNAM. México.
- WAYNE, W. D., 1979. Bioestadística. Limusa, México. 140-144 p.
- WATSON, M. R., 1985. Processed piggery wastes feed material for Ciprinus carpio. *Aquaculture*, 44: 167-176
- WEE, K. L. and WANG, S. S., 1987. Nutritive value of Leucaena leaf meal in pelleted feed for Nile Tilapia. *Aquaculture*, 62:97-108
- WILLOUGHBY, H., 1968. A method for calculating carrying capacities of hatchery troughs and ponds. *Prog. Fish. Cul.* 30: 173
- WOHLFARTH, G. W. and G. I. HULATA., 1981. Applied Genetics of Tilapias. ICLARM Studies and Reviews 6, International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines 26 p.

ZAR, J. H., 1974. Biostatistical analysis. Englewood Clifs. N. J. Prentice-Hall 620 p.

ZVALETA, E. B., 1966. Valoración cuantitativa de Lisina aprovechable de harinas de carne, pescado y sangre, comunente usadas en dietas balanceadas de aves y cerdos. Tesis. FMVZ. UNAM. México.