



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

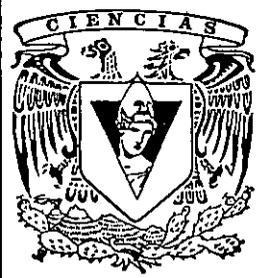
FACULTAD DE CIENCIAS

ALIMENTACION DE TILAPIA (*Oreochromis aureus*) CON EXCRETAS SECAS DE CERDO

288707

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G A
P R E S E N T A ;
GABRIELA CERVANTES FRANCO

DIRECTOR DE TESIS: DR. HECTOR GARDUÑO ARGUETA



CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO.



FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional
Autónoma de México

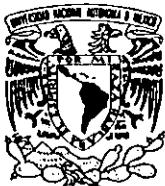


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

**ALIMENTACIÓN DE TILAPIA (Oreochromis aureus) CON EXCRETAS
SECAS DE CERDO.**

realizado por **GABRIELA CERVANTES FRANCO**

con número de cuenta **8318842-8**, pasante de la carrera de **BIOLOGÍA**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario

DR. HÉCTOR GARDUÑO ARGUETA

Propietario

M.V.Z. MA. ESTELA ANA AURÓ ANGULO

Propietario

BIOL. MA. DE LOURDES BARBOSA SALDAÑA

Suplente

M. EN C. MARIBEL GARCÍA RAMOS Maribel García R.

Suplente

BIOL. JUAN GERARDO LOZANO FIGUEROA

FACULTAD DE CIENCIAS
U.N.A.M.

Consejo Departamental de **BIOLOGÍA**

Edna Maria Suarez Diaz

DRA. EDNA MARIA SUAREZ DIAZ.



DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA

DEDICATORIA

A la personita más grande en mí vida que medió fuerza y valor para seguir mirando para adelante, a mí hijo Gerardo.

A mis padres María Elena Franco y Miguel Cervantes, que nunca perdieron las esperanzas para que este momento llegara, y por su ejemplo como grandes seres humanos que son.

A mis hermanos Miguel Angel, Alejandro y Verónica, que a pesar de todo siempre estamos juntos.

A mis cuatro enanos favoritos Laura Angélica, Miguel Angel, Daniel y Enrique Sebastián, ojalá y siempre fueran niños pero recuerden que eso se lleva en el alma.

A casi toda la Familia Franco Orta (Horta) e hijos, por apoyo y estar cuando los necesitaba.

A la Familia Palacios Sánchez, que siempre me ha brindado su amistad.

A mis amigas de la secundaria Paty Castell y Norma Ortas, que a pesar del tiempo continuamos con nuestra amistad.

A mi segunda madre Doña Flor, que se nos adelanto en el camino pero siempre esta presente.

A mi esposo y amigo Gerardo, por la gran paciencia y apoyo que mostró en todo momento.

A todos aquellos que no menciono pero de una forma u otra siempre creyeron en mí, por su apoyo y confianza.

AGRADECIMIENTOS

Al laboratorio de Producción Acuícola de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

A la M.V.Z. Ma. Estela Ana Auró por el apoyo, observaciones al presente trabajo, y sobre todo por la paciencia que siempre me tuvo.

Al Dr. Héctor Garduño por confiar en mí y darme su apoyo en la asesoría para la realización de este trabajo.

A la Biol. Ma. de Lourdes Barbosa, por la orientación en el manejo de los datos; así por la infinita paciencia mostrada para la culminación de este trabajo.

A la M. en C. Maribel García, por las observaciones y correcciones del presente trabajo

A todos los chicos y chicas de laboratorio de Producción Acuícola y principalmente a Víctor, por su gran paciencia y apoyo; por que siempre le daba lata tanto por teléfono como personalmente. Mil perdones por no saber su apellido.

A mi gran amiga Sony por su amistad ante todo, su apoyo y por haber creído que lo lograría algún día.

A mi madre Marelena por cuidarme al bebé y así poder realizar dicho trabajo.

A todos ellos que no nombro pero están presentes en mí persona.

CONTENIDO

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 Antecedentes	9
1.2 Objetivos	11
2. MATERIAL Y MÉTODOS	11
3. RESULTADOS	18
3.1 Crecimiento	18
3.2 Producción	19
3.3 Crecimiento en longitud	20
3.4 Supervivencia	21
3.5 Factor de Conversión Alimenticia	22
3.6 Temperatura	22
4. DISCUSIÓN	24
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
6. BIBLIOGRAFÍA CITADA	28
7.-APÉNDICE	31

RESUMEN

Se realizaron bioensayos en laboratorio para probar las excretas secas de cerdo como una fuente de alimento para el crecimiento de la tilapia (*Oreochromis aureus*), como parte de un proyecto orientado a la utilización integral de desechos y a la prevención de la contaminación por actividades pecuarias, concretamente la cría intensiva de cerdos. Los resultados obtenidos muestran que en cuanto a crecimiento (en peso y en longitud) y sobrevivencia no hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los peces alimentados con excretas secas de cerdo y un alimento comercial. En lo referente a producción y factor de conversión alimenticia tampoco se registraron diferencias entre los tratamientos a lo largo del tiempo de experimentación.

Las excretas secas muestran una buena posibilidad para bajar los costos por alimentación en las granjas piscícolas y disminuir el impacto ambiental de granjas porcícolas.

1. INTRODUCCIÓN

En un sistema integral la materia y la energía deben ser aprovechados en los diferentes niveles tróficos. Las ventajas de un sistema integral radica en que el aprovechamiento de los nutrientes son máximos y los desperdicios mínimos, con un bajo impacto en el ambiente. La finalidad de un sistema integrado sostenible de acuicultura es incrementar la eficiencia, disminuir los costos, diversificar la producción e incrementar las ganancias, de forma que el sistema integrado desarrollado debe ser técnicamente apropiado, económicamente viable, socialmente beneficioso y no debe causar daño al ambiente (Dominguez, 1997a).

El sistema integral porcicultura-piscicultura tiene la ventaja de aprovechar el excremento de cerdo como alimento directo e indirecto de los peces. Directo, cuando se utiliza la fase sólida de las excretas ya sea sola o enriquecida con algún otro elemento adicional tal como sorgo, soya o desechos de carne de pollo, cerdo u otro. Es indirecto cuando se utilizan, ya sea la fase sólida o la líquida o ambas, como abono del agua para que se desarrolle la cadena trófica y finalmente llegue al pez como alimento vivo. En el uso indirecto se aprovechan los nutrientes, tales como el nitrógeno, fósforo, potasio, para la formación de materia orgánica. Esta eutrofización controlada ha demostrado incrementar la eficiencia del uso de los nutrientes para criar peces de manera semiintensiva a través del reciclaje (Edwards, 1993). La fertilización orgánica (abono) del estanque tiene un papel esencial para alcanzar un buen crecimiento de los peces y una alta productividad del estanque.

Zoccarato et al. (1995) indican que el cultivo de peces ligado a los sistemas pecuarios como la porcicultura, puede ayudar a reducir los efectos nocivos en el ambiente causados por la cría intensiva de cerdos, ya que los desperdicios del ganado han sido por mucho tiempo la principal causa de la contaminación del agua (Nuov et al., 1995). Un sistema integral no es 100% eficiente ya que existen pérdidas durante el proceso. Sin embargo, al reducir la contaminación es factible continuar con la producción animal en las áreas periurbanas.

El cultivo intensivo de producción animal tiende a concentrar los nutrientes y causar contaminación ambiental. El aumento de las unidades de producción animal en Asia ha sido muy rápido y se han desarrollado en los suburbios de las ciudades, lo cual ha tendido a concentrar el crecimiento, agravando el problema de la deposición de los desperdicios y del impacto ambiental. En Hong Kong, por ejemplo, el 80% de la contaminación de las aguas superficiales se originó por el desperdicio líquido del cerdo en los años 70's y en Singapur la producción de cerdos fue primeramente aislada en una zona especial antes de la prohibición final de la práctica debido al impacto ambiental que causaba (Binnie y Partners, 1973, citados por Nuov et al., 1995).

Las excretas de cerdo contienen una gran cantidad de nitrógeno ya que la digestión de los cerdos es ineficiente al no utilizar el nitrógeno no proteico. En la tabla 1 se muestra la composición nutricional de las excretas de cerdo (Toledo, 1996).

Tabla 1. Composición nutricional de excretas de cerdo en base seca, según diferentes autores (Toledo, 1996).

Materia seca %	32.7 c	30.7 l	29.9 l	77.1 b		
Proteína bruta %	46.2 a	20.3 c	11.2 d	23.5 f	24 h	25.7 j
Proteína verdadera %	15.6 f	7.8 l	6.4 l			
Fibra bruta %	17.9 c	7 d	23 d	14.8 f	15 h	17 l
Extracto etéreo %	3.7 c	2 d	9 d	8 f	3 l	3.5 b
Ceniza %	3.7 c	10 d	15.3 f	4.7 l	10.4 b	
Extracto libre de N %	38.3 d	31.5 b				
Calcio %	2.7 f	2.7 h	4.3 j	4.3 b		
Fósforo %	2.1 f	2.1 h	2.6 j	1.1 b		
Magnesio %	0.9 f	0.9 h	0.4 b			
Sodio %	0.5 j	0.4 b				
Potasio %	1.3 f	1.3 h	1.6 j	1.8 b		
Cobre ppm	63 f	36 j	455 b			
Zinc ppm	530 f	509 b				
Energía bruta KJ/g	17 d	16.8 l				
Fibra detergente neutra %	60 d	70 l	32 b			
Fibra detergente Acida %	14 d	21.7 l	15.7 b	11.7 b		
Lignina %	3 d	0.3 b				
Celulosa %	6 d	23 c	9.3 b			

a) Adriano (1975); b) Campabadal (1995); c) Castrejón (1993) d) Hilliard & Berat (1979); e) Holland et al. (1975); f) Komegay et al. (1977); g) Ngian & Pierce (1979); h) Smith & Wheeler (1979); i) Stanogias & Pierce (1978); j) Sutton et al. (1988); k) Tinmit et al. (1972); l) Van Dyke et al. (1986).

Por lo anterior, se considera que con un tratamiento previo (por ejemplo el ensilado), las heces fecales de cerdo podrían ser utilizadas como alimento directo.

Otro uso indirecto de la cerdaza es como sustrato para la producción de larvas de mosca y éstas a su vez como alimento de peces. Nuov et al. (1995) criaron bagre (*Clarias gariepinus*) con ese principio y se complementó además con la siembra de tilapia para aprovechar las excretas del bagre. En un sistema como éste la excretas continúan utilizándose dentro de las cadenas tróficas.

La tilapia es un pez de origen africano que se cultiva en prácticamente todas las regiones tropicales del mundo y en algunas zonas templadas. Posee características ideales para la producción acuícola; es resistente a enfermedades, a condiciones de altas densidades de poblaciones, acepta una gran variedad de alimentos, es fácil de reproducir, soporta bajas concentraciones de oxígeno, de hasta 0.5 mg/l, e incluso resiste aguas salobres y saladas (Morales, 1991).

La línea Rocky Mountain White (*Oreochromis aureus*) es una tilapia blanca desarrollada por Erwin Young en Alamosa, Colorado, EU a partir de la especie negra original del medio oriente; tiene las características de soportar comparativamente bajas temperaturas con respecto a las otras especies de tilapia, así como tener un alto rendimiento de filete y un excelente factor de conversión alimenticia (Young, com. per.)

La importancia del cultivo y consumo de tilapia en México se ha incrementado a tal nivel que realmente es la especie de mayor consumo popular en nuestro País. En los últimos 10 años ha representado el cuarto lugar en cuanto a producción de todos los productos de origen acuático de México con más de 90,000 toneladas producidas anualmente (SEMARNAP, 1998).

La acuicultura comercial ha estado fundamentada en el uso de alimentos cuya base es la harina de pescado, por lo cual el uso de fuentes alternativas de bajo costo es altamente conveniente y recomendable. El cultivo de peces puede ayudar a reducir los efectos nocivos en el ambiente causados por la actividad pecuaria, pues se considera que es factible la integración económica de las actividades pecuarias y piscícolas pudiendo reducir la contaminación de ambos sistemas.

1.1 Antecedentes

En algunos países asiáticos (Filipinas, Malasia, India y Tailandia) se han efectuado cultivos integrales cerdos-peces desde hace muchos años (Dominguez, 1997a). Hassan et al. (1997) obtuvieron rendimientos de 3.8 ton/ha/año de tilapia en estanques fertilizados con cerdaza en Tailandia. Anadu y Ebeonwu en 1994 realizaron experimentos con excremento líquido de cerdo como fertilizante para criar carpa, sin añadir alimento suplementario.

Sin embargo, en el continente americano sólo recientemente se le ha conferido alguna importancia sobre todo a raíz de las normas que rigen el impacto ambiental. En Cuba se han investigado y desarrollado sistemas integrales de producción porcicultura-piscicultura en sus aspectos económico y de producción (López-Hernández, 1997, Domínguez, 1997a; Domínguez, 1997b; Del Río y Chao, 1997; Ramírez-Pérez, 1997 a y Ramírez-Pérez, 1997 b).

En México se tienen reportes de trabajos realizados en Temazcal, Oaxaca (Morales, 1991), donde se desarrolló un cultivo integral de cerdos y tilapia; sin embargo, los cerdos defecaban directamente hacia el estanque sin ningún tratamiento previo. Los resultados mostraron cifras de 1.5 a 2 ton /ha/cosecha de tilapia, utilizando 20 cerdos de 384 kg de peso total. En otro experimento en el trópico húmedo se utilizaron materiales de desecho vegetales con no muy buenos resultados, pero no experimentaron con excretas de cerdo (Olguín et al., 1997). Arredondo y Lozano (1994) realizaron un experimento utilizando bioabono líquido de cerdo como fertilizante del agua de estanques donde criaron carpas asiáticas con buenos resultados.

Sin embargo, no se tienen antecedentes de experimentos que hayan utilizado la cerdaza ensilada y seca como alimento directo de peces en México. Por lo anterior, se planteó la necesidad de llevar al cabo un estudio sobre este tema en tilapia.

La tilapia es un animal que requiere concentraciones de proteína entre 30 y 50% (Morales, 1991). Considerando el alto contenido de nutrientes en las heces fecales del cerdo y que los peces pueden aprovecharlos se planteó la hipótesis de si los peces, tales como la tilapia, pueden ser alimentados exitosamente con excretas secas de cerdo.

1.2 Objetivos

1. Determinar si las excretas secas de cerdo son una alternativa viable como alimento de tilapia (*Oreochromis aureus*).
2. Comparar las excretas secas de cerdo contra el alimento comercial (El Pedregal Silver Cup" para tilapia) en términos de sobrevivencia y crecimiento bajo condiciones semi-controladas de laboratorio.
3. Determinar el factor de conversión alimenticia (FCA) y la producción con ambos tipos de alimento.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la sala externa de acuarios del Laboratorio de Producción Acuícola, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México. Dicha sala posee techo translúcido y está delimitada por una malla cubierta de plástico (Foto 1); ésto permitió mantener una temperatura ambiente sin grandes fluctuaciones que pudieran afectar el desarrollo del proyecto; el experimento se realizó durante 23 semanas a partir del mes de abril de 1998, la temperatura en este mes asciende y es apropiada para el crecimiento de la tilapia (Morales, 1991) finalizando en octubre del mismo año, cuando las temperaturas inicia su descenso del otoño.



Foto 1.-Tinas de experimentación de la sala externa de acuarios.

Se colocaron cuatro tinas cuadradas de 1 metro de cada lado por 0.5 m de fondo, con capacidad de 500 litros de agua cada una, se introdujeron 10 organismos de

tilapia (*Oreochromis aureus*) de la línea "Rocky Mountain" en cada lote (Foto 2). Las tilapias fueron adquiridas en el Centro Acuícola de Zacatepec, Morelos.

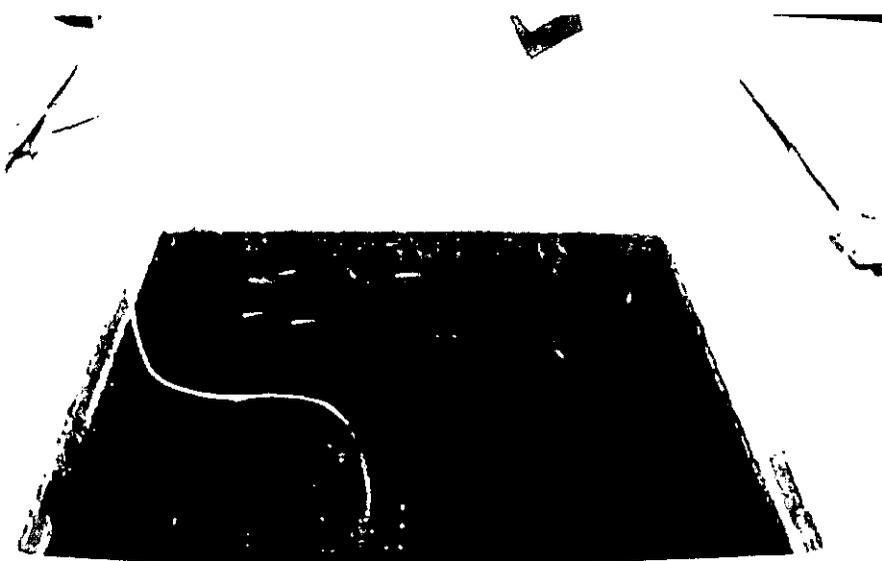


Foto 2.-Tina de experimentación mostrando a las tilapias y el sistema de aireación.

De los cuatro lotes formados, 2 fueron los experimentales (lote 3 y 4), cada uno de ellos estuvo conformado por 10 organismos. Se les dio como alimento cerdaza a lo largo de todo el experimento, esto es, excreta seca de cerdo previamente ensilada (Liceaga, 1994), proveniente del Centro Experimental de Investigación y Extensionismo Producción Porcícola (CEIEPP), ubicado en Jilotepec, Estado de México. Los otros 2 lotes (lote 1 y 2) fueron consideradas como grupo "control" y se suministró alimento comercial de la marca "El Pedregal Silver Cup" para tilapia, de tamaño migaja fina (1.18 a 2 mm de grosor), que contiene, según la etiqueta proporcionada por el fabricante: 45% de proteína, 14 % de grasa, 2.5% de fibra, 11% de ceniza y 10% de humedad. En los cuatro lotes, tanto en los experimentales como en los "control" se suministró una ración correspondiente al

7% del peso total promedio de los peces (Foto 3), dividida en tres porciones al día (Morales, 1991). El promedio de las longitudes y de los pesos iniciales fueron de 46.9 mm y 31.3 g, respectivamente.

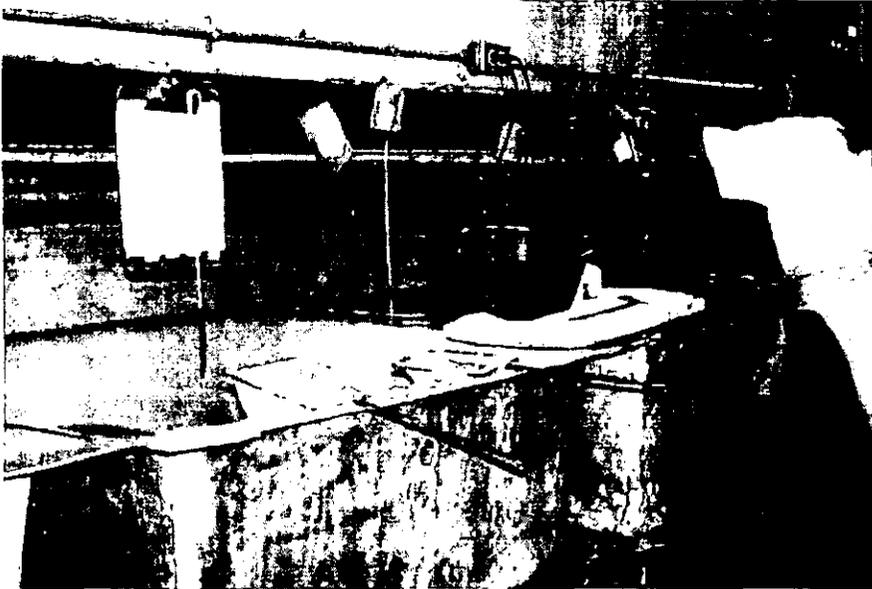


Foto 3.- Suministro de raciones alimenticias-

Se realizó el conteo de los organismos para evaluar la sobrevivencia. Se midieron y pesaron los organismos vivos una vez a la semana. Las estimaciones biométricas fueron la longitud patrón, la cual se midió con una regla de treinta centímetros de longitud (Foto 4) y el peso, para lo cual se tomó en cuenta el peso de todo el lote con la finalidad de disminuir el error al pesar los ejemplares por separado, de tal manera que al considerar el lote completo se obtuvo un peso global el cual al dividirse entre el número de ejemplares dio como resultado un peso promedio; esto se realizó con una balanza granataria con una sensibilidad de 0.1 g (Foto 5). En la superficie se registraba semanalmente la temperatura con un termómetro de mercurio para acuario. Además se estimó la producción con el método de Chapman (1987).



Foto 4.- Medición de peces.



Foto 5.- Estimación del peso de los individuos.

Para evitar la proliferación de organismos nocivos que pudieran afectar el desarrollo de los peces se realizó semanalmente la limpieza de las 4 tinas mediante un sifoneado parcial (50 % aproximadamente) en cada una, tratando de retirar los desechos de alimento y excretas producidas por las tilapias. Al finalizar, se le adicionó el agua faltante y se agregó líquido anti-cloro preparado al 3% (tiosulfato de sodio, 5-hidrato, cristal de Latoratorios J.T. Baker) a razón de 2 gotas por cada litro de agua, ya que ésta se tomó directamente de la llave. Tratando de proporcionar las mejores condiciones ambientales a cada lote, se introdujo un aireador eléctrico para acuario con una potencia de 115 volts, 60 Hz, 4.0 watts, 2000 cc/min., P.S.I. 4.0, el cual proporcionaba un suministro constante de aire; así mismo el fotoperiodo fue el natural por las características de la sala externa de acuarios donde se encontraban las tinas.

El cálculo del factor de conversión (FCA) se realizó considerando el total del alimento suministrado durante el bioensayo entre el peso ganado en ese mismo periodo. Se consideraron por separado los dos lotes alimentados con el pelletizado comercial y los que se alimentaron con cerdaza.

Los resultados obtenidos fueron procesados mediante análisis de varianza de un criterio de clasificación. ANDEVA de un criterio de clasificación para evaluar el efecto de la dieta sobre el crecimiento introduciendo el peso inicial de los organismos como covariable. Por otra parte se realizó un análisis de mediciones repetidas para evaluar el efecto del tiempo (semana 1-12 y semana 13-24) sobre el crecimiento de las dietas y su interacción.

3. RESULTADOS

3.1 Crecimiento

Al empezar el experimento no se registraron diferencias significativas ($p=0.9698$) entre los pesos iniciales de cada lote. Posteriormente se observó que los organismos alimentados con cerdaza crecieron rápidamente, llegando a registrar hasta 8 g de incremento en una semana; sin embargo, en general, se observó un crecimiento promedio mayor en las tilapias alimentadas con alimento comercial (Fig. 1), aunque finalmente no se registró una diferencia significativa ($p=0.3953$). Asimismo, el crecimiento semanal fue muy similar (Tabla 2).

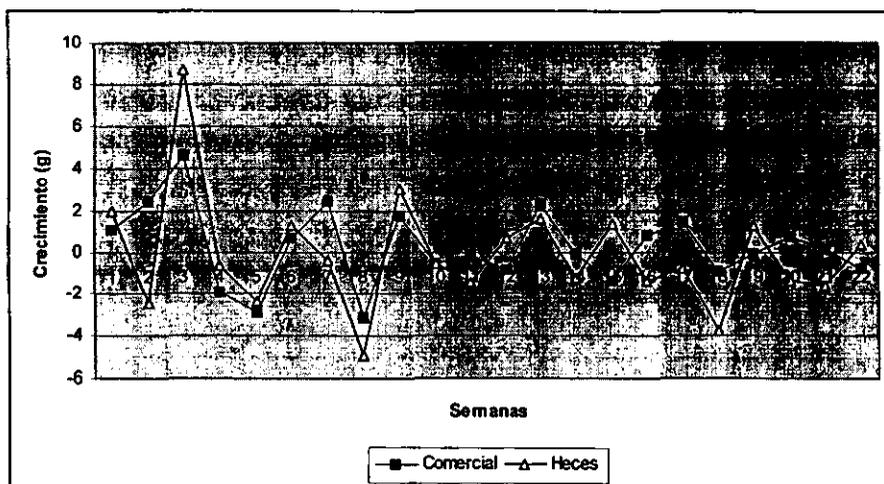


Fig. 1. Crecimiento en biomasa de tilapias (*Oreochromis aureus*) alimentadas con cerdaza y con alimento comercial "El Pedregal Silver Cup" para tilapia.

Tabla 2. Peso de las tilapias (*Oreochromis aureus*) alimentadas con cerdaza y con alimento comercial "El Pedregal Silver Cup" para tilapia.

Parámetros biométricos	cerdaza	Alimento comercial
Peso inicial	17.31	18.54
Peso final	29.85	40.9
Diferencia	12.54	22.36
Ganancia de peso semanal	0.523	0.932

En la figura 2 se observa el crecimiento en dos tiempos; en el tiempo 1 (semana 1 a la 12), en el tiempo 2 (semana 13 a la 24) con los dos tipos de dieta tanto comercial como con excretas secas de cerdo. En cuanto al tiempo no hubo una diferencia significativa ($p=0.2659$). Aunque en la figura se observa que la dieta con el alimento comercial esta por encima de la dieta de alimento de excretas, finalmente no se registró una diferencia significativa ($p =0.3194$) dada la alta variabilidad y el poco número de repeticiones.

La interacción del tiempo-dieta tampoco muestra una diferencia significativa ($p=0.9241$).

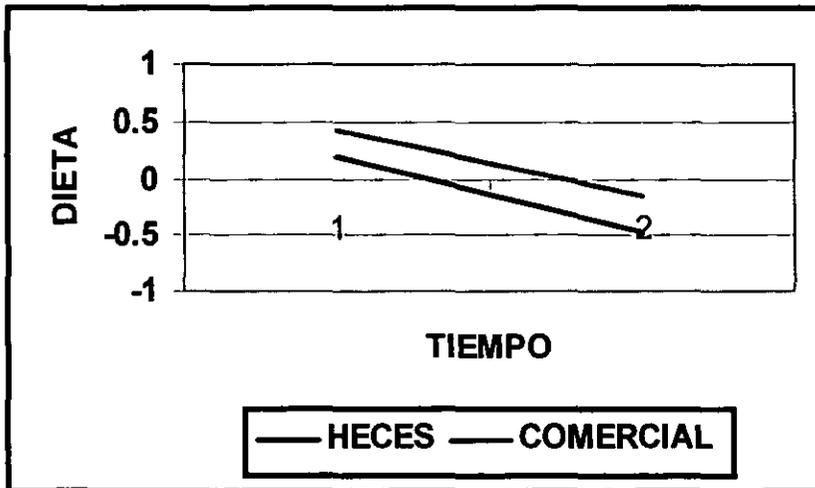


Fig. 2. Crecimiento de tilapia (*Oreochromis aureus*) con 2 tipos de alimento en el tiempo.

3.2 Producción

En la figura 3 se reporta la producción calculada con el método de Chapman para cada semana durante el tiempo que duró el bioensayo, aquí nuevamente se puede observar que la respuesta para cada tratamiento no fue constante, sino que se registraron fluctuaciones a lo largo del tiempo por lo cual, en cuanto a este aspecto se refiere, tampoco se pueden considerar diferentes a los tratamientos.

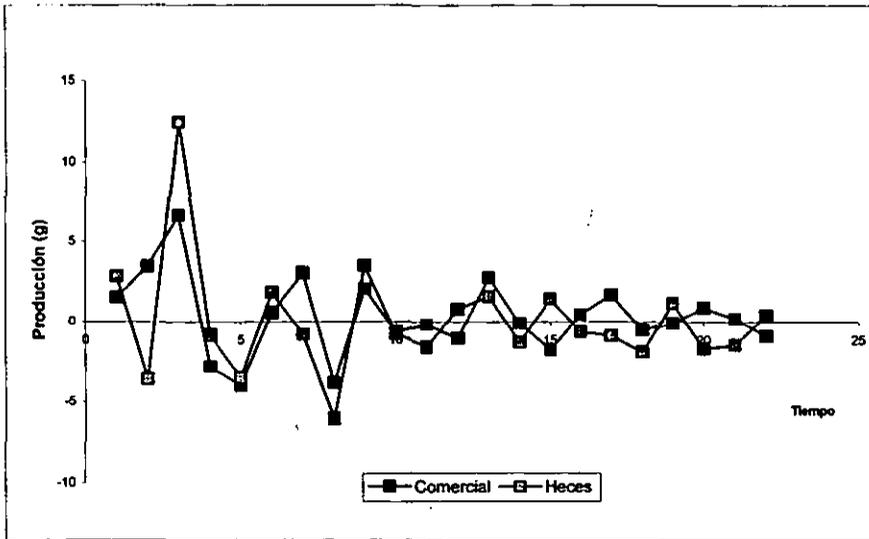


Fig. 3. Producción en tilapia (*Oreochromis aureus*) con los 2 tipos de alimento.

3.3 Crecimiento en longitud.

Se registró un escueto y discontinuo crecimiento durante el experimento (Fig. 4). Aunque se registró un crecimiento ligeramente mayor con el alimento comercial durante las primeras semanas, a partir de la 18 se igualaron los crecimientos.

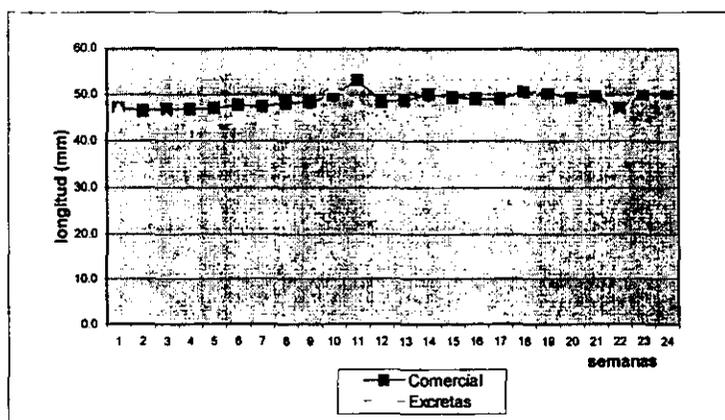


Figura 4. Crecimiento en longitud (mm) de tilapias (*Oreochromis aureus*) alimentadas con cerdaza y con alimento comercial "El Pedregal Silver Cup" para tilapia.

3.4 Supervivencia

No se registró una diferencia significativa en la supervivencia entre los organismos alimentados con cerdaza y los organismos a los cuales se les suministró alimento comercial ($p=0.3118$) (Fig. 5). Se observó que durante las primeras 4 semanas la supervivencia fue similar, pero de la 5ª a la 7ª semana los peces alimentados con alimento pelletizado comercial presentaron menor supervivencia; y a partir de la 9ª semana fue menor la supervivencia en los peces alimentados con cerdaza. La supervivencia final de las tilapias alimentadas con heces de cerdo fue del 60%.

mientras que las alimentadas con producto comercial fue del 75%. Sin embargo, las diferencias no fueron significativas estadísticamente en todo el proceso ($p>0.05$).

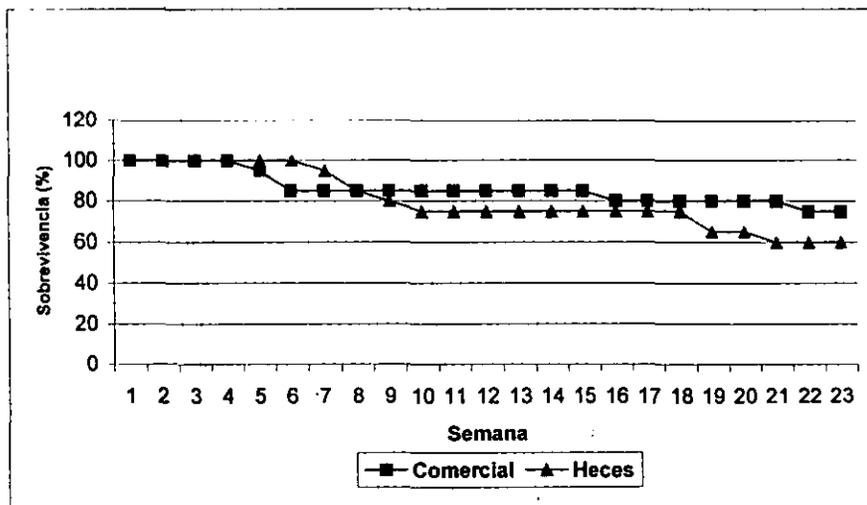


Fig. 5. Supervivencia de las tilapias (*Oreochromis aureus*) alimentadas con cerdaza y con alimento comercial "El Pedregal Silver Cup" para tilapia.

3.5 Factor de Conversión Alimenticia.

Los valores promedio del FCA fueron muy bajos con ambos tipos de alimento (Tabla 3). En el caso de la cerdaza, debido al valor registrado en la tina 4, bajó mucho el promedio. Asimismo, el promedio del FCA con el alimento comercial tuvo un bajo rendimiento, aunque mejor que el de la cerdaza.

Tabla 3. Factor de conversión alimenticia registrado durante el experimento con dos tipos de alimento en tilapia (*Oreochromis aureus*).

Lote	Comercial		Heces fecales	
	1	2	3	4
Crecimiento en peso (g)	38.7	38.1	36.4	8.1
Alimento suministrado (g)	385.3	297.1	343.9	341
FCA	10:1	7.8:1	9.4:1	42:1
Promedio	8.9		25.7	

3.6 Temperatura.

La temperatura varió durante el experimento desde una máxima de 19° C. en abril, al inicio del experimento hasta la mínima de 17° C. en octubre, al final del mismo. El incremento de la temperatura no fue constante sino que se observaron altibajos dependiendo de los días con presencia de lluvia o nublados (Fig. 6).

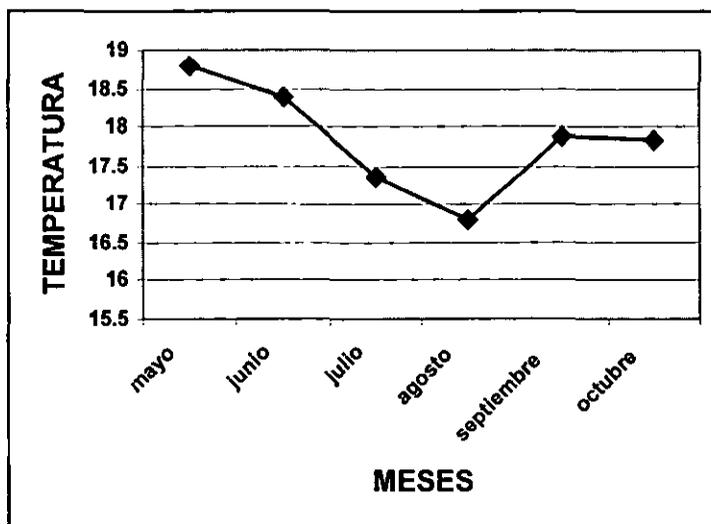


Fig. 6. Temperaturas registradas durante el bioensayo.

4. DISCUSIÓN.

Según Chimits (1955) la *Tilapia mossambica* alcanza de 130 a 150 g en 10 meses; y Chen (1976) indicó una tasa de crecimiento diario de 0.59 g. para esa misma especie (ambos citados por Gaigher y Krause, 1983), este último valor es semejante a la cifra del crecimiento semanal (0.52 a 0.93 g) registrado en el presente experimento. Lo cual indica un deficiente crecimiento. Esto pudo haberse debido probablemente a la baja temperatura ya que normalmente la tilapia crece en regiones tropicales (Morales, 1997), por lo que la mayoría de los experimentos con tilapia se efectúan en regiones o en épocas cálidas. Anadu y Ebeonwu (1994) trabajaron con tilapia en una temperatura de 26.5° C.; y Hassan et al. (1997) realizaron experimentos también con tilapia en temperatura de 29.8° C (+0.1), por lo cual existió una diferencia de más de 10° C. con respecto al presente experimento. Otros autores tales como Zoccaratto et al. (1995) experimentaron en temperaturas entre 18 y 27° C., con carpa y en condiciones de zona templada (norte de Italia). Arredondo y Lozano-Gracia (1994) registraron temperaturas entre 18.3 y 18.5° C. como promedio en una región templada de México, similar a las condiciones donde se desarrolló el presente estudio.

Otro factor que probablemente pudo haber afectado el crecimiento fue la concentración de oxígeno disuelto [O₂], ya que la adición de cerdaza produce un consumo extra de oxígeno en el agua debido a la proliferación de bacterias. En el presente trabajo no se determinó el oxígeno disuelto, el cual es un parámetro limitante para el incremento de biomasa en el estanque. Sin embargo, existen cifras de los intervalos adecuados para el desarrollo de la tilapia; por debajo de 0.5 mg/l de oxígeno se presentan diversos problemas, entre los más importantes se encuentran la deficiente respiración, el bajo crecimiento y un lento metabolismo (Morales, 1991). Hassan et al. (1997) refirieron que el mínimo registrado en su investigación con tilapia fue de 4.9 mg/l al amanecer y un máximo de 18 mg/l a las 3 de la tarde. En otro estudio, Zoccarato et al. (1995) encontraron una concentración del oxígeno disuelto de 4.3 mg/l en el lote de carpa alimentadas

con pellet comercial y de 3.61 mg/l en donde se suministró cerdaza como fertilizante. Esto ultimo indica un mayor consumo de oxígeno cuando se suministra cerdaza.

Aunque la sobrevivencia fue buena en términos generales ya que no se registraron mortalidades masivas, se considera que tanto el alimento comercial como la cerdaza fueron suficientes para mantener a las poblaciones de peces. Hassan et al. (1997) registraron el 22% de mortalidad (78% de sobrevivencia) en tilapia criada en estanques fertilizados con excremento de ganado durante 112 días. Dicha sobrevivencia fue mayor a la registrada en el presente experimento (60%), el cual tuvo una mayor duración (161 días).

En el presente experimento se utilizó la cerdaza como alimento directo, sin embargo, Zoccarato et al. (1995) lo utilizaron como fertilizante, y al comparar con el alimento comercial encontraron que tuvo mejores rendimientos que en los estanques donde se suministró solamente cerdaza. Los factores de conversión en esa investigación fueron de: 1.52:1 con el alimento comercial y 36.1:1 como índice de fertilización, lo cual aunque no es comparable directamente, da una idea de la cantidad de cerdaza utilizada. El FCA en el presente bioensayo fue de 8.9:1 con el alimento comercial y de 25.7:1 en el caso de la cerdaza, lo cual fue mejor que lo encontrado por el autor mencionado anteriormente.

El porcentaje de proteína recomendado por los fabricantes de alimentos peletizados para tilapia es de 45% en la fase de juvenil, mientras que el valor promedio de proteína reportado en excretas es de 23.3% (Castrejón, 1993; Kornegay et al., 1977; Smith & Wheeler, 1979 y Sutton et al., 1988, citados por Toledo, 1996). Esa diferencia podría indicar un mayor crecimiento en los peces alimentados con el peletizado comercial, sin embargo, dicha diferencia no se registró en el presente bioensayo.

Pudo haberse controlado la temperatura utilizando un calentador para mantenerla constante sin importar tanto los cambios en el ambiente externo (calor, lluvia o frío). Asimismo, debió haberse observado el consumo del alimento hasta que se terminara totalmente con el objeto de conocer si la ración era la apropiada. Debió haberse comprobado que el tamaño de la partícula era adecuado para los diferentes tamaños de peces, ya que no todos crecieron al mismo ritmo. En opinión de Morales (1991), es más digerible un alimento finamente molido y por lo tanto mejor aprovechado. Hubiera sido conveniente monitorear y en su caso controlar la calidad del agua en las tinas.

Adicionalmente, Anadu y Ebeonwu (1994) señalaron que las ventajas del uso del excremento de animales de granja son:

- a) Utilizar los residuos de una actividad pecuaria que involucra la reutilización de desperdicios de una actividad pecuaria.
- b) Son baratos
- c) Pueden sustituir a los fertilizantes inorgánicos
- d) Los residuos pueden ser utilizados además como fertilizantes del suelo y acondicionadores del fondo.

Sin embargo, asimismo sugieren que el uso de excrementos en el cultivo de peces puede tener algunos efectos negativos en el estanque, tales como:

- a) Eutroficación
- b) Bajas de concentraciones de O₂
- c) Toxicidad sobre peces y en toda la cadena trófica

Algunos de estos efectos negativos probablemente pudieron haber existido en el experimento; sin embargo, debido a la falta de controles descritos, no hubo manera de detectarlos.

El uso del excremento de cerdo en sistemas integrales parece ser muy útil con carpa y en menor proporción con tilapia. Gaigher y Krause (1993), cultivaron carpa y tilapia en aguas salidas de tratamientos de sistemas residuales humanos y de

cerdos, obteniendo buenos resultados. Se considera conveniente continuar experimentando y llevando a la práctica los resultados de las investigaciones para el mejoramiento de la piscicultura.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La evidencia del presente estudio sugiere que

1. La cerdaza ensilada y seca puede ser utilizada como alimento directo de la tilapia (*Oreochromis aureus*), ya que los resultados de la sobrevivencia y la producción no mostraron diferencias significativas con el alimento comercial.
2. Los Factores de conversión alimenticia variaron bastante en el caso de la cerdaza, pero el promedio puede considerarse adecuado.

Se recomienda que se desarrollen experimentos en condiciones de mayor temperatura, que se pruebe con cerdaza enriquecida con otros ingredientes de mayor cantidad de proteína como podrían ser los desperdicios de procesadoras de alimentos cárnicos y se experimente con la fase líquida de las excretas de cerdo, la cual es altamente contaminante. Así mismo sería conveniente realizar experimentos con mayor número de repeticiones para poder determinar categóricamente si la cerdaza puede ser una alternativa viable en las granjas comerciales de cultivo de peces.

6. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Anadu, D.I. y B.I.N. Ebeonwu, 1994. Application of liquid manure in common carp production. **Aquaculture Magazine** May/June. 56-62.
- Arredondo, J.L., P. L. Domínguez, y D. Grande.1997. Sistemas Integrales de Acuicultura para el Desarrollo Sustentable. Universidad Autónoma Metropolitana. pp. 87-100.
- Arredondo-F. J. L. y S. D. Lozano-Gracia, 1994. Water quality and yields in a policulture of nonnative cyprinids in Mexico. **Hidrobiológica** 4 (1-2):1-8.
- Chapman, D. W., 1987. Production. *In*: Bagenal (De). Fish production in fresh water. 3rd. De. IBP. No. 3 Blackwell Sci. Publ. Oxford, Inglaterra. 202-207.
- Del Rio, J. y R. Chao, Biodigestores y utilización del biogas. *In*: Arredondo, J.L., P.L Domínguez. y D. Grande. Sistemas Integrales de Acuicultura para el Desarrollo Sustentable. Universidad Autónoma Metropolitana. pp. 57-66
- Domínguez, P. L., 1997a. Sistemas Integrados. *In*: Arredondo, J.L., P.L Domínguez. y D. Grande. Sistemas Integrales de Acuicultura para el Desarrollo Sustentable. Universidad Autónoma Metropolitana. pp 15-25.
- Domínguez, P. L., 1997b. El reciclaje de los residuales porcinos como una alternativa para reducir la contaminación del ambiente. *In*: Arredondo, J.L., P.L Domínguez. y D. Grande. Sistemas Integrales de Acuicultura para el Desarrollo Sustentable. Universidad Autónoma Metropolitana. pp 47-56.

Edwards, P., 1993. Environmental issues in integrated agriculture-aquaculture and waste-fed fish culture systems. *In*: Pullin, RSV., H. Rosential and J.L. Mac Lean, Environmental and aquaculture in developing countries. Mac Lean International Centre of Living Aquatic Resources Management, Phillipines pp 139-170.

Gaigher, I.G. y J.B. Krause, 1983. Growth rates of Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) without artificial feeding in floating cages in plankton-rich water. *Aquaculture* 31, 361-367.

Hassan, S. , P. Edwards y D.C. Little, 1997. Comparison of tilapia monoculture and carp polyculture in fertilized earthen ponds. **Journal of the World Aquaculture Society**. Vol 28 no. 3, Sept, 1997. 268-274.

Liceaga, M.M., 1994. Manejo de excretas en granjas porcinas estudio recapitulativo. Tesis de licenciatura Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. 139 pp.

López-Hernández, O., 1997. Sistemas sustentables de producción de cerdos, vinculados a otras especies. Aspectos económicos y de productividad. *In*: Arredondo, J.L., P.L Domínguez. y D. Grande. Sistemas Integrales de Acuicultura para el Desarrollo Sustentable. Universidad Autónoma Metropolitana. pp 25-40 .

Morales, D. A., 1991. La Tilapia en México, biología, cultivo y pesquerías. AGT Editor, S.A. México, D.F. 190 pp.

Nuov, S., D.C. Little and A. Yakupityage, 1995. Nutrient flows and integrated pig, maggot and fish production system. **Aquaculture Research**, 26. 601-606.

- Olguín, C. A. Asiain, MC. Alvarez y J. Reta. 1997. Experiencia mexicana en el manejo integral de los recursos naturales de las zonas bajas del trópico húmedo. Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. *In*: Arredondo, J.L., P.L. Domínguez. y D. Grande. *Sistemas Integrales de Acuicultura para el Desarrollo Sustentable*. Universidad Autónoma Metropolitana. pp 101-104.
- Ramírez-Pérez, I.M. 1997a. Bases científicas del uso de fertilizantes en acuicultura y aspectos fundamentales sobre calidad del agua. *In*: Arredondo, J.L., P.L. Domínguez. y D. Grande. *Sistemas Integrales de Acuicultura para el Desarrollo Sustentable*. Universidad Autónoma Metropolitana. pp 75-86.
- Ramírez-Pérez, I.M. 1997b. Bases científicas del policultivo y principales especies utilizadas en este sistema. La repoblación como forma de manejo de la estanquería en Cuba. *In*: Arredondo, J.L., P.L. Domínguez. y D. Grande. *Sistemas Integrales de Acuicultura para el Desarrollo Sustentable*. Universidad Autónoma Metropolitana. pp 87-100.
- SEMARNAP (Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca), 1998. *Anuario Estadístico de Pesca*. 241 pp.
- Toledo, B. A., 1996. Caracterización nutricional de ensilados de excretas porcinas (fracción sólida con bagazo de caña y melaza). Tesis profesional Licenciatura Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. 53 pp.
- Zoccarato, I., G. Benatti, S. Leveroni y M. Bianchini, 1995. Use of pig manure as fertilizer with and without supplement feed in pond carp production in Northern Italy. *Aquaculture* 129: 387-390.

7.-APÉNDICE

7.1 DATOS OBTENIDOS DURANTE EL BIOENSAYO

FECHA	TEMPER.	ALIMENTO	LOTE	PESO	TALLA															
25/04/98		COMERCIAL	7	19.8	44	46	46	49	64											
1			8	17.27	41	42	44	47	48											
		HECES	9	16.81	37	42	49	53	53											
			10	17.8	41	43	46	51	53											
02/05/98		COMERCIAL	7	33.27	37	42	42	42	42	45	46	47	52	65						
2			8	26.27	41	42	43	43	44	47	52	52	53	53						
		HECES	9	34.37	33	38	41	43	48	48	52	53	59	59						
			10	31.43	42	42	43	45	46	47	48	51	52	55						
09/05/98		COMERCIAL	7	32.7	39	42	43	43	43	46	46	50	55	65						
3			8	28.97	42	43	44	44	44	46	46	50	52	55						
		HECES	9	37.41	33	37	44	46	49	50	53	53	60	61						
			10	32.35	42	42	44	48	48	48	51	52	54	55						
16/05/98		COMERCIAL	7	37	39	42	42	43	45	46	50	53	55	65						
4			8	29.5	41	42	42	43	43	44	45	50	52	54						
		HECES	9	32.39	32	37	42	43	48	48	52	52	59	60						
			10	32.37	41	42	43	46	47	48	49	52	53	54						
23/05/98	18.5	COMERCIAL	7	41.54	38	43	43	43	46	46	49	53	57	66						
5			8	34.2	41	42	42	43	43	44	46	50	52	54						
		HECES	9	42.25	32	37	39	42	44	48	52	53	59	60						
			10	39.9	41	42	43	46	48	48	50	52	54	54						
30/05/98	19	COMERCIAL	7	41.92	39	42	43	46	47	48	49	53	56	66						
6			8	29.88	42	42	43	44	44	48	50	52	55							
		HECES	9	40.07	32	37	42	43	48	49	53	53	60	61						
			10	40.87	41	42	44	47	48	48	51	52	54	55						
06/06/98	18	COMERCIAL	7	39	39	42	42	46	46	49	53	56	57							
7			8	26.97	41	43	43	44	50	52	55									
		HECES	9	39.4	32	36	42	48	48	48	53	53	60	61						
			10	36.67	40	41	43	47	48	48	50	52	54	55						
13/06/98	18.4	COMERCIAL	7	38.23	39	43	43	47	47	49	53	58	67							
8			8	29.1	41	42	43	44	45	51	52	57								
		HECES	9	38.71	37	42	44	49	49	53	54	61	62							
			10	39.9	40	42	44	48	48	49	51	52	55	56						
20/06/98	19	COMERCIAL	7	41.92	39	43	43	46	47	49	54	58	67							
9			8	30.26	42	43	43	44	45	52	52	57								
		HECES	9	41.85	37	41	44	48	49	53	53	61	62							
			10	35.92	43	48	48	49	51	52	56	56								
27/06/98	18.2	COMERCIAL	7	39.21	39	44	44	46	50	55	58	60	68							
10			8	26.63	43	44	44	45	46	52	53	58								
		HECES	9	36.64	41	45	50	50	55	55	61	63								
			10	31.25	44	48	49	50	51	54	55	57								
04/07/98	17.7	COMERCIAL	7	39.83	40	43	44	46	47	49	54	59	68							
11			8	29.5	42	43	43	44	44	51	52	56								
		HECES	9	36.35	44	48	49	53	54	61	62									
			10	37.64	43	48	48	49	50	53	56	56								
11/07/98	17.3	COMERCIAL	7	39.4	40	43	43	46	47	49	54	60	67							
12			8	28.82	42	43	43	44	45	51	52	57								
		HECES	9	38.49	44	48	48	53	54	61	62									

			10	34.43	43	48	48	48	50	52	55	55		
18/07/98	18	COMERCIAL	7	39.37	40	43	43	47	47	49	53	60	67	
13			8	28.52	42	43	44	44	51	52	57			
		HECES	9	36.92	45	48	49	53	54	61	62			
			10	33.05	43	48	48	49	50	55	56	57		
25/07/98		COMERCIAL	7	38.26	42	45	45	47	47	50	55	63	69	
14			8	27.93	43	44	45	46	46	53	54	58		
		HECES	9	36.65	46	49	50	55	55	63	64			
			10	34.65	44	49	50	50	51	53	56	58		
01/08/98		COMERCIAL	7	40	41	44	47	47	49	49	55	62	69	
15			8	30.8	42	43	44	45	45	51	53	57		
		HECES	9	39.16	45	47	48	53	54	61	62			
			10	35.24	44	48	48	49	50	52	55	56		
08/08/98	16	COMERCIAL	7	40.51	41	44	45	47	47	49	54	62	68	
16			8	30.05	42	43	44	45	45	51	53	57		
		HECES	9	37.2	45	49	49	53	54	62	63			
			10	34.74	43	47	48	49	50	51	52	55		
15/08/98	17.2	COMERCIAL	7	38	40	44	44	46	47	55	62	67		
17			8	29.8	42	43	44	45	45	51	52	57		
		HECES	9	39.66	46	49	49	53	54	62	63			
			10	35.04	44	48	48	50	52	54	55	56		
01/09/98	17	COMERCIAL	7	38.68	42	45	46	48	48	55	65	69		
18			8	30.77	43	45	46	46	46	52	55	58		
		HECES	9	35.79	47	49	49	54	55	64	65			
			10	36.04	45	50	50	52	54	55	57	58		
05/09/98	17.6	COMERCIAL	7	38.7	42	44	46	47	48	55	64	69		
19			8	33.64	43	45	46	46	49	51	54	58		
		HECES	9	35.7	46	49	49	53	54	63	63			
			10	34.52	44	48	49	50	50	53	55	58		
19/09/98	18.2	COMERCIAL	7	39.27	42	44	46	47	47	54	63	64		
20			8	31.21	42	43	44	45	46	51	54	57		
		HECES	9	27.27	45	48	53	61	63					
			10	35.32	43	47	49	49	50	53	55	57		
26/09/98	17.6	COMERCIAL	7	40.3	42	43	46	47	47	54	65	67		
21			8	30.01	42	44	45	45	46	51	54	57		
		HECES	9	28.66	45	48	53	62	63					
			10	36.49	43	48	49	49	50	54	56	58		
03/10/98	18.2	COMERCIAL	7	40.18	42	44	44	48	48	54	66	68		
22			8	31.64	43	44	45	45	51	54	58			
		HECES	9	29.05	45	48	53	61	63					
			10	33.3	44	48	49	50	53	55	59			
10/10/98	17.7	COMERCIAL	7	40.08	43	44	48	47	47	54	65	68		
23			8	32.04	42	44	45	45	51	55	57			
		HECES	9	27.58	45	48	53	62	63					
			10	31.44	43	49	49	50	53	55	57			
17/10/98	17	COMERCIAL	7	36.8	42	45	47	47	48	65	68			
24			8	43	44	45	45	46	51	54	57			
		HECES	9	27.1	45	47	53	61	63					
			10	32.59	43	49	49	50	53	55	58			