
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



UTILIZACION DE DESPERDICIOS DE PESCADERIAS PROCESADOS MEDIANTE ELECTROLISIS QUIMICA Y PULPA DE CITRICOS DESHIDRATADA PARA LA ALIMENTACION DE CERDOS EN FINALIZACION

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA
P R E S E N T A
CARLOS VILLARRUEL OROZCO
ASESOR: P. M. EN C. WALDINA P. REYES VELAZQUEZ
GUADALAJARA, JALISCO. MAYO DE 1990

A G R A D E C I M I E N T O S

MI AGRADECIMIENTO:

A MIS PADRES: CON RESPETO Y CARÍÑO POR SU EMPEÑO EN MI FORMACION Y A QUIEN LES DEBO TODO-LO QUE SOY.

A MIS HERMANOS: ESPECIALMENTE A JOSE LUIS, JUAN Y DOLORES PORQUE AL FALLECIMIENTO DE MI - PADRE SUPIERON SACAR ADELANTE A LA FA MILIA.

A MIS FAMILIARES: QUE SIEMPRE TUVIERON SUS PUERTAS ABIE-
TAS MI TIA CARMEN Y SUS HIJOS RAUL, -
MARIO, VALENTIN Y FRANCISCO POR SU --
APOYO INCONDICIONAL.

AL M.V.Z. VICTOR MA
NUEL OROZCO OROZCO: POR SU EJEMPLO DE PERSEVERANCIA.

A MI PRIMO; ANTONIO
OROZCO OROZCO: POR SU VALIOSA AYUDA.

A MIS AMIGOS: M.V.Z. MARTIN MEDINA RAYGOZA,
M.V.Z. CARLOS DE ALBA VALLE,
M.V.Z. ALEJANDRO MARIO GARCIA LEAÑOS.

A: AGROPECUARIA EL A QUIEN DEBO PARTE DE MI FORMACION -
OASIS S DE P.R. DE PROFESIONAL.
R.L.

A MI ASESOR:

P. M. EN C. WALDINA P. REYES VELAZQUEZ,
POR SU EMPEÑO EN LA ELABORACION DE UN-
BUEN TRABAJO DE TESIS.

U N I V E R S I D A D D E G U A D A L A J A R A
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

"UTILIZACION DE DESPERDICIOS DE PESCADE-
RIAS PROCESADOS MEDIANTE ELECTROLISIS -
QUIMICA Y PULPA DE CITRICOS DESHIDRATA-
DA PARA LA ALIMENTACION DE CERDOS EN --
FINALIZACION"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

CARLOS VILLARRUEL OROZCO

ASESOR: P. M. en C. WALDINA P. REYES VELAZQUEZ

Guadalajara, Jal.

Mayo de 1990.

I N D I C E

CONTENIDO:	PAG.
INTRODUCCION.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
JUSTIFICACION.....	8
HIPOTESIS.....	9
OBJETIVOS.....	10
MATERIAL Y METODOS.....	11
RESULTADOS.....	18
DISCUSION.....	27
CONCLUSIONES.....	31
RESUMEN.....	33
BIBLIOGRAFIA.....	34

I N T R O D U C C I O N

En nuestro País el creciente desarrollo demográfico ha ocasionado la necesidad de importar grandes volúmenes - de granos, forrajeros y pastas oleaginosas a fin de satisfacer los requerimientos tanto de la población nacional como de los animales, con lo que se han incrementado los costos de producción en las explotaciones pecuarias.

Del total de la producción de alimentos balanceados el 34% se destina para la producción de huevo, 17% al pollo de engorda, 30% a cerdos, 16% al ganado bovino y el 3% restante para otras especies (1). Como se aprecia más del 80% de los alimentos se destina a animales monogástricos, los cuales son consumidores de altas cantidades de granos y fuentes protéicas como la pasta de soya y harina de pescado principalmente.

Actualmente una de las especies de mayor importancia es la porcina. El período de engorda del cerdo se divide en tres etapas principales: Iniciación, Crecimiento y/o Desarrollo y Finalización.

En condiciones zootécnicas controladas los cerdos nacen con un peso promedio de 1.5 Kgs; logrando alcanzar de 5 a 7 Kgs. al destete, que se realiza a los 28 días de edad aproximada, a partir del destete principia la etapa más crítica debido a que el sistema digestivo no ha alcanzado su completo desarrollo por lo que requieren de alimento de alta calidad.

El crecimiento y/o desarrollo comprende de los 35 a los 60-70 Kgs., durante esta etapa las restricciones son -

menores ya que el sistema digestivo se ha desarrollado permitiéndole una alimentación más variada y una mejor utilización de los ingredientes. En la última etapa el cerdo está más capacitado para utilizar ingredientes que ayudan a reducir el costo de producción, comprende de los 70 Kgs. - hasta que alcanzan el peso al mercado (100 Kgs.), la alimentación en las últimas 2 etapas puede ser a base de alimento balanceado, energéticos altos en humedad con suplemento protéico o desperdicios industriales, pesqueros, de hotelería y restaurantes (3,4).

En la actualidad se pretende dar solución al problema alimenticio mediante el uso de ingredientes no convencionales que no compitan con los alimentos destinados para el hombre, entre éstos se encuentran los subproductos agroindustriales y pesqueros, los cuales normalmente se desperdician y poseen características nutricionales susceptibles de aprovecharse en raciones para animales (2).

Entre los subproductos agroindustriales que se desperdician abundantemente en el país se encuentran los cítricos, durante su industrialización se generan grandes cantidades de cáscara, bagazo y semilla que constituyen la pulpa de cítricos, la cual representa del 40-50% del peso original.

Estudios sobre su composición bromatológica reportan un elevado contenido de azúcares totales (42%). además de cantidades variables de hemicelulosa, celulosa, pentosas y péctinas; así como grasa, formada principalmente de esteroides y pigmentos. También se encuentran vitaminas y minerales como calcio y fósforo; por lo que se considera a la pulpa de cítricos como un ingrediente potencialmente

energético (5).

La producción de cítricos anualmente asciende a -- 2.48 millones de ton. (6), de la cual un 85% se destina a consumo en fresco e industrialización para la obtención de jugos, néctares, mermeladas y aceites esenciales, finalmente se obtiene la pulpa de cítricos que puede utilizarse en -- fresco en raciones para rumiantes, sin embargo el elevado contenido de humedad (70-80%) dificulta su transporte y almacenamiento, por lo que se hace más factible su utilización mediante deshidratación (7,8).

Existen numerosos estudios en rumiantes sobre la -- utilización de la pulpa de cítricos deshidratada. En dietas para bovinos lecheros se reportan inclusiones de 45% -- (9) y 67% (10). En bovinos productores de carne se han -- realizado sustituciones del 30% y 60% sin que se encontraran diferencias estadísticas en la ganancia de peso (11).

En borregos se ha estudiado el efecto de reemplazar salvado de trigo y maíz molido para pulpa de cítricos -- deshidratada en raciones de mantenimiento sin observarse -- efecto adverso en el consumo de materia seca, en la digestibilidad de los nutrientes y sobre ganancia de peso corporal (12).

La evaluación de la pulpa de cítricos deshidratada -- en la dieta equina como sustituto de la avena, demostró -- que la digestibilidad protéica se reduce ligeramente, siendo una desventaja para caballos con alto requerimiento -- protéicos como el potrillo en crecimiento o la yegua lactante; por otra parte, la aceptabilidad es baja cuando se -- incluye en harina, mientras que dietas peletizadas conte-

niendo 15% de pulpa de cítricos deshidratada son rápidamente aceptadas (13).

La utilización de la pulpa de cítricos deshidratada en pollos de engorda mejoró el comportamiento productivo - cuando se incluyó al 10% en la dieta, además de reducir el costo del alimento (14).

En cerdos se condujeron una serie de pruebas para - determinar la digestibilidad y el valor de la energía metabolizable de la pulpa de cítricos, así como la eficiencia- y ganancia de peso, además de las características de la canal y palatabilidad de dietas peletizadas con diferentes - niveles de pulpa de cítricos. Los resultados que se obtu- vieron indican alta digestibilidad de la materia seca (88%) y decremento en la digestibilidad de proteína cruda a medida que se aumentan los niveles de pulpa de cítricos deshi- dratada; la energía metabolizable estimada fue de 3,194 -- kcal/kg. mientras que la ganancia diaria de peso y el con- sumo de alimento disminuyeron conforme aumentaron los niveles de cítricos (10,20 y 40%), sin embargo se mejoró la - conversión alimenticia sobre todo en el grupo con 20% - - (3.06:1) (15), en el presente estudio se pretende evaluar- la inclusión de pulpa de cítricos al 20% en la dieta.

Por otra parte, existen numerosos ingredientes pro- téicos que actualmente se desaprovechan sin obtener ningún beneficio, como es el caso de desechos de incubadora, fe - tos y cadáveres de aves de postura y engorda, así como los desperdicios de pescaderías, todos éstos pueden ser elementos de alta calidad nutritiva después que se tratan median- te procedimientos de esterilización y preservación por mé- todos físicos y químicos, que además de mejorar su biodis-

ponibilidad aseguran la ausencia de efectos secundarios adversos en los animales que los consumen (16,17).

Los desperdicios de pescaderías representan del 30 al 40% del volumen de los peces durante el fileteado, aunado a este subproducto los peces que por su tamaño pequeño, sabor y color son inadecuados para consumo humano, estos desechos pueden transformarse en ingredientes alimenticios mediante la elaboración de harinas, ensilajes ó hidrolizados (18).

Por lo general las harinas de pescado alcanzan valores superiores al 60% de proteína cruda y constituyen una de las principales fuentes protéicas para la elaboración de raciones, sin embargo el alto costo del producto las pone fuera del alcance del pequeño productor (19).

Los ensilajes pueden ser líquidos y sólidos, en los primeros se produce licuefacción del material por acción de las enzimas del pez en presencia de un ácido que evita el desarrollo bacteriano, sin embargo por el elevado contenido de humedad (80%) se ocasionan problemas de manejo, transporte y almacenamiento (20). El ensilaje sólido es un excelente método de preservación que se basa en la fermentación anaeróbica de la materia, se requiere de un contenido de materia seca de 28-34%, carbohidratos solubles de 6-8% y elevada población de bacterias ácido-lácticas, además de períodos prolongados para lograr una óptima fermentación (21-22).

Recientemente se utiliza la hidrólisis química en la preservación de materia orgánica, mediante la cual se produce desnaturalización de las proteínas por acción del-

ácido que fracciona los péptidos en aminoácidos aumentando de esta manera la biodisponibilidad de los materiales tratados.

Las sustancias químicas más empleadas para este propósito son el acético, fórmico y sulfúrico que permiten la fijación de los tejidos animales (23), una de las limitantes del uso de los ácidos orgánicos como fijadores es su lenta velocidad de penetración, por lo que es necesario acelerar el proceso de hidrólisis mediante conducción eléctrica.

En el Departamento de Investigación de nuestra Facultad se desarrolló la metodología para el procesamiento electrolytico de los desperdicios de fileteado, mediante el cual se obtuvo un hidrolizado con adecuada estabilidad, rico en proteínas y minerales que puede almacenarse hasta por tres meses, logrando prolongarse dicho período mediante la adición de antioxidantes (24).

El hidrolizado presenta características similares a la harina de pescado, por lo que es importante evaluar su incorporación en la ración para cerdos en finalización como sustituto de ingredientes protéicos convencionales y en forma conjunta con la pulpa de cítricos deshidratada -- tratar de reducir los costos de producción.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se considera que la eficiencia de la utilización de alimentos, así como la ganancia diaria son los factores - que más afectan a la economía de una empresa porcina, ya - que el costo del alimento representa entre 75 y 80% del -- costo total del cerdo producido, por lo que es importante- evaluar el uso de alternativas en el renglón de la alimen- tación.

Existen en nuestro país una gran variedad de subpro- ductos agroindustriales y desperdicios de origen animal - que se eliminan y que poseen características nutricionales factibles de utilizarse en la alimentación animal, sin em- bargo no han sido estudiados ampliamente, por lo que en el- presente estudio se evaluarán los desperdicios de pescade- rías procesados mediante electrólisis química y la pulpa - de cítricos deshidratada, los cuales pueden ser sustitutos parciales de fuentes protéicas y energéticas.

J U S T I F I C A C I O N

El alto costo de producción en las explotaciones - porcícolas se ha visto incrementado en los últimos años de bido principalmente a la escasa disponibilidad de granos - forrajeros, pastas oleaginosas y harinas protéicas, por lo que en la actualidad es necesario importar grandes cantida des de estos ingredientes tanto para consumo humano como - animal.

Con la finalidad de solucionar el problema aliment_i cio se realizan estudios sobre el uso de fuentes alternati vas, entre las que se encuentran la pulpa de cítricos, que se genera en grandes cantidades durante su industrializa - ción y posee características nutricionales que la hace sus ceptible de incorporarse en raciones como sustituto par -- cial de granos, otro de los subproductos factibles de em - plearse en la alimentación animal son los desperdicios de pescado procesados mediante electrólisis, cuyo contenido - protéico es alto por lo que puede sustituir eficientemente a la harina de pescado, reduciendo el alto costo de produc ción de las explotaciones pecuarias.

H I P O T E S I S

Si el pescado hidrolizado y la pulpa de cítricos -- deshidratada poseen características nutricionales aceptables, luego entonces los cerdos alimentados con estos ingredientes tendrán un desarrollo comparable a los alimentos con dieta tradicional.

O B J E T I V O S

GENERAL: Evaluar la utilización de los desperdicios de pescaderías procesados mediante electrólisis química y pulpa de cítricos deshidratada en sustitución de ingredientes tradicionales en la dieta de cerdos en etapa de finalización.

- PARTICULARES: 1.- Determinar la calidad nutricional de los desperdicios de pescaderías hidrolizados y de la pulpa de cítricos deshidratada mediante el análisis bromatológico y la prueba de digestibilidad "in vitro" con pepsina ácida.
- 2.- Comparar los parámetros productivos: ganancia de peso, consumo de alimento, y conversión alimenticia en los diferentes grupos experimentales.
- 3.- Realizar un estudio económico comparativo de las dietas experimentales y control.

MATERIAL Y METODOS

El presente estudio se realizó en el Departamento de Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y en la granja "La Estancia" Municipio de Atotonilco el Alto, Jalisco.

Se utilizaron desperdicios de fileteado de diferentes especies marina que se obtuvieron en el mercado del Mar en Zapopan, así como pulpa de cítricos (naranja) que se recolectó de mercados y juguerías.

Pulpa de Cítricos:

Los desperdicios de cítricos se desecaron mediante exposición directa al sol, luego se pulverizaron en un molino de martillos hasta un tamaño de partículas de 3 mm. - aproximadamente; posteriormente se almacenaron en sacos de 40 Kgs. de capacidad y se tomaron 5 muestras aleatorias a las que se practicó el análisis bromatológico, que consiste en la determinación de humedad, minerales totales, proteína cruda, grasa cruda, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno; para la determinación de la digestibilidad de la materia seca se utilizó la prueba "In Vitro" con pepsina ácida (25).

Desperdicios de Pescaderías:

Para la hidrólisis del pescado se adaptaron 2 cámaras de polietileno rígido de forma rectangular de 70 cms. de largo, 37 cms. de ancho y 26 cms. de alto (capacidad 60 lts.), en dos de los extremos contralaterales de la caja se instalaron los electrodos. En la primera cámara se uti

lizaron electrodos de aluminio (de 3.7 cms. de calibre y - 30 cms. de longitud) en la segunda de carbón mineral (9 mm. de diámetro y 8 cms. de longitud) en el que se insertó 1.5 cms. de aluminio, ambos se incluyeron en silicón dentro de un tubo de vidrio y de plástico respectivamente de 20 cms. de longitud y del mismo diámetro que el carbón.

Los electrodos se fijaron a la caja mediante dos su jetadores de rosca en su interior se atornilló el extremo superior de los electrodos y en el extremo saliente se hizo llegar corriente eléctrica alterna de 110 v. mediante - pinzas de conexión y cable multifilamentado de cobre (Fig. 1).

Proceso:

- a) Hidrólisis del material: Una vez que se frag - mentó el pescado a un tamaño uniforme se sumergió en una solución de ácido sulfúrico grado in dustrial al 4% volvol en agua; se conectó el - sistema directamente a la corriente alterna y - una vez que alcanzó la temperatura de 50°C se - mantuvo durante una hora para luego pasar a la - segunda cámara.

- b) Fijación: para la segunda etapa del proceso se preparó una solución de ácido acético al 7% y - 0.02% de ácido sulfúrico, repitiendo el proceso anterior. Al término de la fijación se lavó el material con agua corriente durante quince minu tos y se eliminó el exceso de humedad mediante - exposición directa al sol (24).

El material seco y pulverizado se almacenó en sacos-
previa adición de antioxidante BHT (0.004%); de la misma ma-
nera que para la pulpa de cítricos se practicó el análisis
bromatológico y la prueba de digestibilidad.

Formulación:

El análisis bromatológico de los ingredientes se ob-
serva en el Cuadro No. 1.

Se calcularon 3 dietas: Isocalóricas e Isoprotéicas:
la dieta control se elaboró en base sorgo-soya, mientras -
que en las experimentales se incluyó 3 y 6% de pescado hi-
drolizado (B y C), además de 20% de pulpa de cítricos des-
hidratada en ambas dietas. Para la formulación se utilizó
el programa Nutrión y se calculó en base a los requerimien-
tos establecidos por el NRC (26) para la etapa de finaliza-
ción de cerdos de engorda y al mínimo costo de la dieta.

Prueba de Comportamiento Animal:

Se utilizó un diseño completamente al azar en el que
se seleccionaron 12 cerdos híbridos de las razas York-Ham-
de 70 Kgs. de peso promedio, los cuales se distribuyeron -
al azar en 3 corrales de 2.5 Mts. de frente por 5 Mts. de
fondo. Primeramente se efectuó una etapa de adaptación de
10 días en la cual se suministraron las dietas experimen-
tales en forma gradual del 25% cada tercer día hasta com-
pletar el 100% de sustitución, al inicio de esta etapa los
animales se desparasitaron con Ripercol 1 Ml. por c/15 Kgs.
de peso vía intramuscular.

Los animales se pesaron en forma individual al ini -

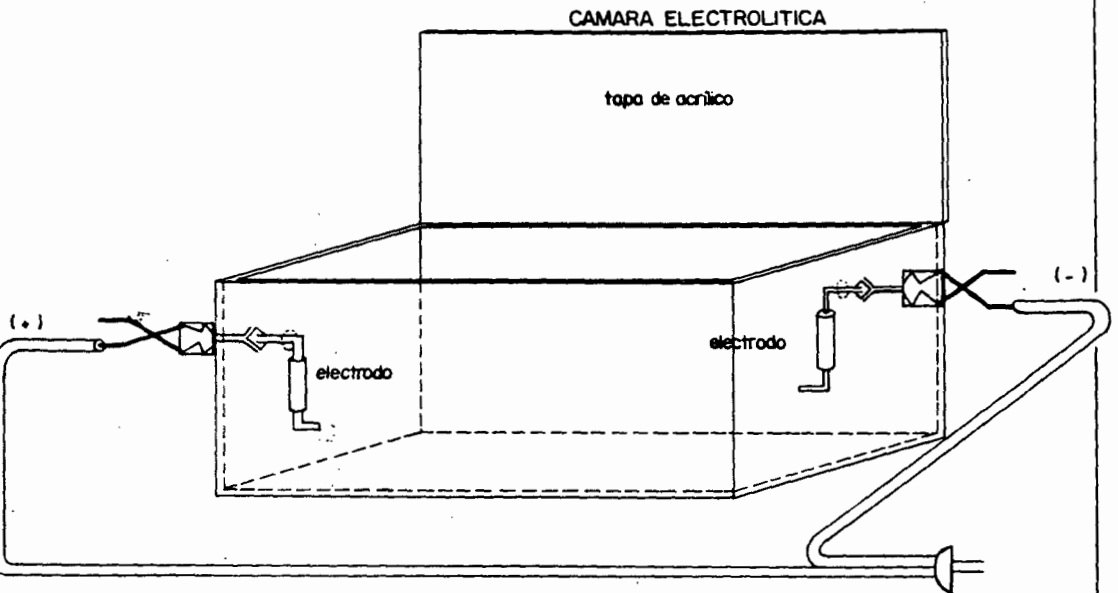
cio del estudio así como cada semana hasta que alcanzaron el peso al mercado (100 Kgs.). Tanto el grupo control como los experimentales recibieron el alimento a libre acceso en comederos tipo tolva, registrándose el consumo de alimento por semana. Al término de la etapa los cerdos se sacrificaron y se valoró el consumo de alimento, la ganancia de peso y la conversión alimenticia.

Los resultados que se obtuvieron se evaluaron mediante el análisis de varianza y la prueba de "T" Student" donde se encontraron diferencias estadísticas.

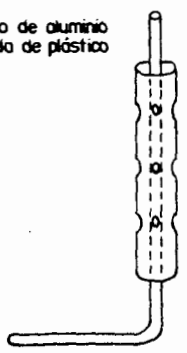
Estudio Económico:

Se estimaron los costos del proceso electrolítico para los desperdicios de pescaderías y de la obtención de pulpa de cítricos deshidratada. Dependiendo del porcentaje de inclusión de los ingredientes, se valoró el costo de las dietas control y experimentales, posteriormente a partir de la conversión alimenticia de los cerdos se calculó el costo por kg. de carne en los diferentes grupos.

FIGURA No. 1



electrodo de aluminio con funda de plástico



electrodo de carbón, aluminio con funda de vidrio



CUADRO No. 1.- COMPOSICION QUIMICA DE LOS INGREDIENTES UTILIZADOS PARA LA FORMULACION DE LAS DIETAS (%).

INGREDIENTE	M.S.	P.C.	G.C.	F.C.	Ca.	P	* E.M.	Lis.	MET.
Sorgo	89	9	3.2	2.5	0.02	0.29	3.2	0.20	0.14
Pasta de soya	89	46	1.8	6.5	0.25	0.60	2.4	2.98	0.66
Harina de pescado	92	62	7.0	1.0	5.40	3.20	2.7	4.70	1.80
Pescado Hidroli - zado	91	54	8.2	0.0	8.00	2.50	2.0	3.50	1.35
Pulpa de cítri - cos deshidratada	89	7	0.7	11.5	1.40	0.20	2.7	0.20	0.08
Aceite	-	-	-	-	-	-	8.8	-	-
Carbonato de calcio	-	-	-	-	38.0	-	-	-	-
Ortofosfato	-	-	-	-	21.0	18.0	-	-	-
Lisina	-	-	-	-	-	-	-	98.0	-

- M.S. = Materia Seca
- P.C. = Proteina Cruda
- G.C. = Grasa cruda
- F.C. = Fibra cruda
- Ca. = Calcio
- P. = Fósforo
- E.M. = Energía metabolizable
- Lis. = Lisina
- Met. = Metionina
- * = Mcal/kg. de alimento.

CUADRO No. 2.- COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES (%).

INGREDIENTE	DIETA A	DIETA B	DIETA C.
Pulpa de Cítricos deshidratada	-	20.00	20.00
Pescado Hidrolizado	-	3.00	6.00
Sorgo	86.41	65.11	65.73
Pasta de Soya	7.15	10.02	7.15
Harina de pescado	3.00	-	-
Aceite	-	1.01	0.58
Carbonato de Calcio	2.71	-	-
Ortofosfato	0.14	0.29	-
Lisina	0.03	-	-
Sal	0.30	0.30	0.30
Vitaminas	0.25	0.25	0.25
ANALISIS CALCULADO			
Proteína Cruda (%)	13.00	13.20	13.50
Fibra Cruda "	3.50	4.20	4.00
Calcio "	0.60	0.60	0.75
Fósforo "	0.40	0.41	0.42
Energía Metabolizable (Mcal/Kg)	3.10	3.10	3.08
Precio/Tonelada	425,408.00	377,897.00	359,095.00

R E S U L T A D O S .

La digestibilidad de la materia seca de la pulpa de cítricos deshidratada fue de 76%, coincidiendo con otros trabajos (28).

El pescado hidrolizado mostró alto contenido protéico (54%), además de presentar alta digestibilidad de la materia seca (86%). El porcentaje de grasa cruda fue de 8.2%, calcio 8% y fósforo 2.5%. Debido a que no fue posible realizar la determinación cuantitativa del aminograma y de la energía metabolizable, dichos valores se calcularon a partir de los valores de la harina de pescado.

En las dietas B y C fue necesario agregar aceite para llenar los requerimientos de energía. El contenido de sorgo se redujo 24.7% en la dieta B y 24% en la dieta C.

Prueba de comportamiento:

El consumo de alimento de los animales disminuyó significativamente ($P < 0.05$) en los grupos B y C, observándose mayor consumo en el grupo A con 22.52 Kg/sem/cerdo, mientras que los grupos B y C consumieron 16.58 y 17.53 Kg/sem/cerdo, respectivamente (Cuadro No. 3).

Se observa que el consumo tiende a aumentar ligeramente de una semana a otra, reduciéndose significativamente a la 5a. semana en los 3 grupos experimentales, volviendo a incrementarse al término del estudio (Gráfica 1).

El peso inicial del grupo A fue de 72 Kgs., del grupo B de 70 kgs. y en el grupo C de 67.2 kgs., manteniéndose

los tres promedios dentro de la media. Al término del estudio los pesos fueron : 105.86, 101.43 y 94.77 Kgs. en los grupos A, B y C respectivamente, sólo se encontró diferencia estadística en el grupo C (Cuadro No. 4 Gráfica 2).

El cuadro No. 5 muestra la ganancia de peso semanal y diaria por cerdo, como se observa los valores promedio -- fueron: 5.643 Kgs. en el grupo A, 5.239 Kgs. en el B y -- 4.593 en el C a la semana. La ganancia de peso acumulada -- fue mayor en el grupo A (33.86 Kgs.), así como la conversión alimenticia que fue de 3.99:1, sin embargo el grupo B con -- menor ganancia de peso (31.43 Kgs.) obtuvo la mejor conversión, que fué de 3.17:1 mientras que el grupo C con una ganancia de peso de 27.56 Kgs. presentó una conversión de -- 3.82:1 estadísticamente similar al grupo A.

Estudio Económico:

En el cuadro No. 6 se enlistan los precios de los -- diferentes ingredientes utilizados en la elaboración de las dietas, precios vigentes en el mes de octubre de 1988.

En costo de la pulpa de cítricos deshidratada se calculó de la siguiente manera:

Transportación de 1 tonelada de pulpa de naranja en fresco.

Gasolina.....	\$	12,000.00
Molienda.....	"	5,000.00
Mano de obra.....	"	<u>13,000.00</u>
Total	"	30,000.00

Por cada tonelada de pulpa de naranja fresca se ob -

tienen 300 Kgs. aproximadamente de materia seca, por lo -- tanto el costo por Kg. de pulpa de cítricos deshidratada es de \$ 100.00.

El costo del pescado hidrolizado se calculó de la si guiente manera:

Transportación de 1 tonelada de pescado fresco.

Gasolina..... \$ 12,000.00

Proceso electrolítico:

Ac. sulfúrico grado industrial	\$ 5,000.00
Ac. acético " "	" 24,000.00
Energía eléctrica	" 6,000.00
Mano de obra.....	" 48,000.00
Molienda.....	" <u>5,000.00</u>
Total	"100,000.00

Si por cada tonelada de pescado procesado se obtie - ne 200 Kgs. de materia seca, el Kg. de pescado hidrolizado- tiene un costo de \$ 500.00.

Finalmente para obtención del costo por Kg. de carne de cerdo producido se consideró el precio de la dieta se - consideró el precio de la dieta experimental el cual se mul tiplicó por la conversión alimenticia que obtuvo cada grupo, observándose el mayor costo en el grupo A ó control siendo- de \$ 1,697.34/Kg. de carne, mientras que el menor costo lo- obtuvo el grupo B con \$ 1,197.30 (Cuadro No. 7). El costo- por Kg. de carne se redujo significativamente en los grupos B y C en un 29.43 y 19.2% con respecto al grupo A.

CUADRO No. 3.- CONSUMO DE ALIMENTO/ SEMANA Y DIA/ CERDO (KG).

								+	++
GRUPO A	s e m	20.31	21.09	22.12	24.86	20.99	25.71	22.51	138.08
	d í a	2.90	3.01	3.16	3.55	3.00	3.67	3.21	
GRUPO B	s e m	13.63	14.18	14.92	18.88	17.83	20.05	16.58	99.49
	d í a	1.95	2.03	2.13	2.70	2.55	2.86	2.36	
GRUPO C	s e m	16.69	17.28	18.07	19.63	16.26	17.28	17.53	105.21
	d í a	2.38	2.47	2.58	2.80	2.31	2.47	2.50	

Las Literales a y b indican diferencia estadística significativa ($P < 0.05$)

+ Media

++ Acumulada

CUADRO No. 4.- PESO PROMEDIO/ SEMANA/ CERDO (KG)

GRUPO	PESO INICIAL	S E M A N A					PESO FINAL
		1	2	3	4	5	
A	72	76.24	80.09	83.83	94.30	99.37	105.86 a
B	70	73.93	77.75	81.85	90.01	96.77	101.43 a
C	67.2	73.77	78.37	82.13	86.97	92.83	94.77 b

Las Literales a y b indican diferencia significativa ($P < 0.05$).

CUADRO No. 5.- GANANCIA DE PESO/SEMANA Y DIA/ CERDO (KG)

GRUPO	S E M A N A							\bar{x}	Acumulada	Conversion alimenticia
	1	2	3	4	5	6				
A	s e m	4.242	3.850	3.738	10.472	5.068	6.489	5.643	33.859	3.99:1
	d i a	0.606	0.550	0.534	1.496	0.724	0.927	0.806	a	a
B	s e m	3.927	3.822	4.102	8.253	6.671	4.662	5.239	31.430	3.17:1
	d i a	0.561	0.546	0.586	1.179	0.953	0.666	0.748	a	b
C	s e m	6.566	4.599	3.759	4.837	5.859	1.939	4.593	27.56	3.82:1
	d i a	0.938	0.657	0.537	0.691	0.837	0.277	0.656	b	a

Las Literales a y b indican diferencia estadística significativa ($P < 0.05$)

$$* \text{ Conversión Alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento acumulado}}{\text{Ganancia de peso acumulado}}$$

CUADRO No. 6.- COSTO DE INGREDIENTES UTILIZADOS
EN LA ELABORACION DE LAS DIETAS

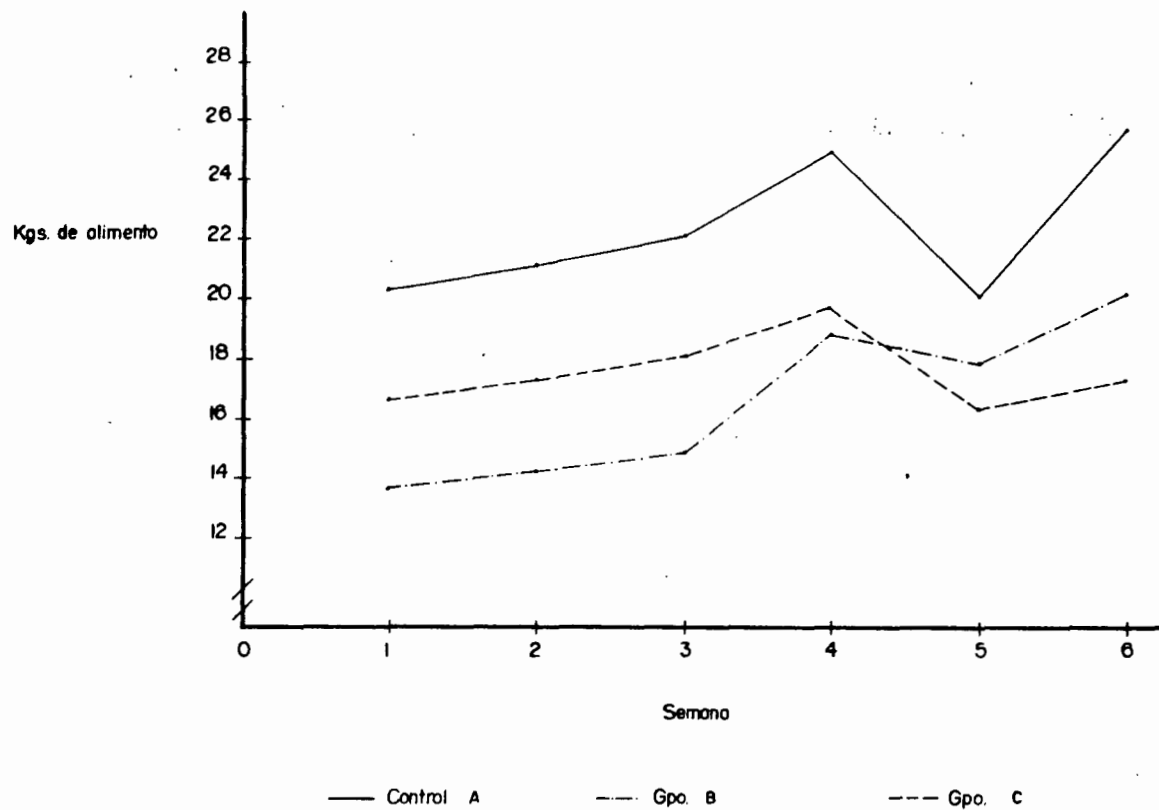
INGREDIENTE	PRECIO/KG
Aceite	\$ 1,300.00
Carbonato de calcio	" 65.00
Harina de pescado	" 1,500.00
Lisina	" 13,000.00
Ortofosfato	" 580.00
Pasta de soya	" 1,000.00
Pescado hidrolizado +	" 500.00
Pulpa de cítricos deshidratada +	" 100.00
Sorgo	" 350.00

+ El precio de estos ingredientes se calculó
dependiendo del proceso al que se sometió

CUADRO No. 7.- ESTUDIO ECONOMICO DE LAS DIETAS

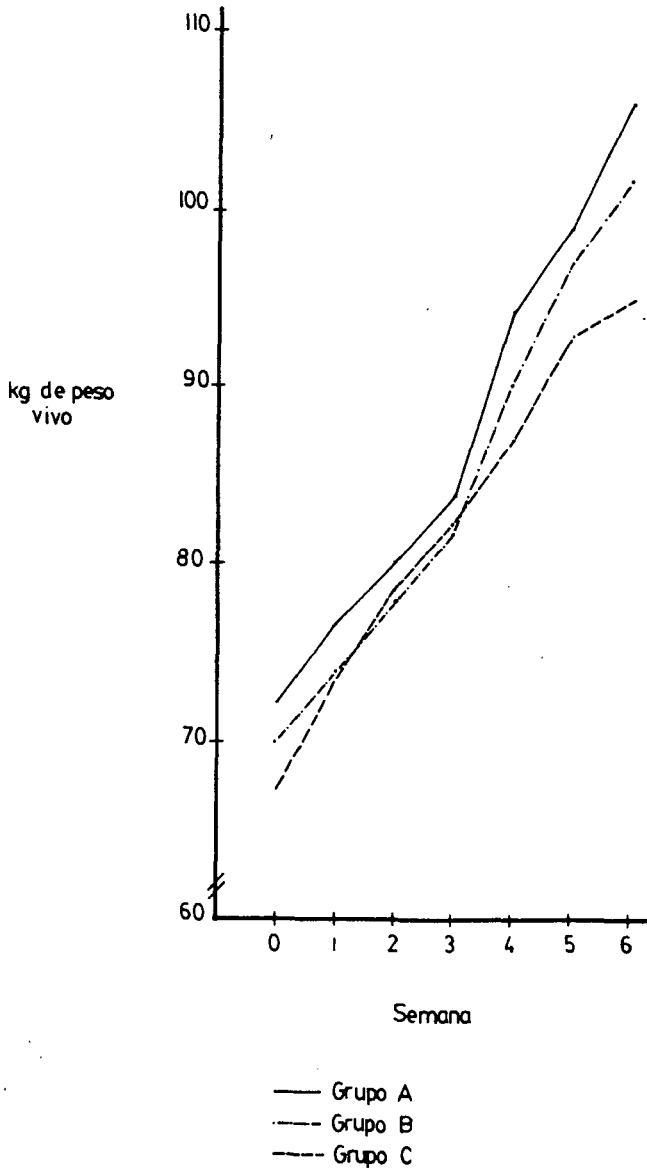
GRUPO	COSTO/KG DE ALIMENTO	CONVERSION ALIMENTICIA	COSTO/KG DE CARNE DE CERDO
A	\$ 425.4	3.99:1	\$ 1,697.34
B	\$ 377.89	3.17:1	\$ 1,197.30
C	\$ 359.09	3.82:1	\$ 1,371.72

CONSUMO DE ALIMENTO/SEMANA/CERDO



GRAFICA 2

PESO PROMEDIO / SEMANA / CERDO



D I S C U S I O N

El análisis bromatológico de la pulpa de cítricos -- fue similar a los valores que se han reportado en otros trabajos (27,28), como se menciona anteriormente los valores de lisina y metionina así como de la energía metabolizable -- se tomaron de tablas de Feedstuff, ya que hasta el momento no se cuenta con equipo especializado para la determinación del aminograma y de la energía.

Se tienen reportes de diferentes valores de energía metabolizable, llegando hasta valores de 3,194 Kcl/kg de -- pulpa de cítricos seca, sin embargo en el presente trabajo -- se utilizó un valor menor, a fin de tener un margen mayor -- de seguridad en la formulación.

Por lo que respecta al pescado hidrolizado, los valores que se obtuvieron mediante el análisis bromatológico y la prueba de digestibilidad, fueron comparables a los obtenidos en el estudio previamente realizado en el laboratorio de Investigación de nuestra Facultad (24), sin embargo al -- establecer comparación con la harina de pescado, se observó menor porcentaje de proteína cruda, lo que se justifica por la naturaleza del desperdicio de pescaderías, que consta -- principalmente de esqueletos, piel, colas y en menor proporción carne.

Por otra parte, careció de fibra cruda, posiblemente debido al tratamiento drástico al que se somete el pescado, en el que actúan ácidos fuertes.

Para la determinación de lisina, metionina y de energía metabolizable, los valores se calcularon a partir de los valores de la harina de pescado, sin embargo se redujeron arbitrariamente 25%, ya que el proceso electrolítico rompe los enlaces peptídicos de manera severa, ocasionando pérdida de algunos aminoácidos (29).

En la evaluación del comportamiento animal, se observó que el grupo A tuvo un consumo de alimento dentro de los parámetros normales (3.5 kg/día), sin embargo los grupos B y C se mantuvieron por debajo del parámetro, esto posiblemente se debió al sabor ácido de la pulpa de cítricos deshidratada, la cual confiere un olor agradable al alimento no suficiente para incrementar su consumo, concordando este efecto con lo observado en otros estudios realizados tanto en cerdos como en otras especies (12,15,29).

En la gráfica 1 se observa un decremento en el consumo de alimento similar en los tres grupos experimentales a la 5a. semana, lo cual se debió a un problema no previsto en los corrales de engorda, ya que a causa de una tormenta el techo se derrumbó parcialmente provocando estrés en los cerdos, reflejándose en el consumo del alimento.

En cuanto a la ganancia de peso, el grupo que obtuvo el mayor peso promedio fue el A, el cual alcanzó el peso al mercado desde la 5a. semana del estudio, comportándose en forma similar el grupo B, sólo con una diferencia de 2.6 kg. El grupo C alcanzó el peso requerido hasta la 6a. semana posiblemente debido a que la dieta contenía el nivel mayor de pescado hidrolizado o bien que este grupo inició con menor peso.

Aún cuando el grupo A obtuvo la mejor ganancia de peso y el mayor consumo de alimento, la conversión alimenticia resultó ser la peor, siendo de 3.99:1. La mejor conversión alimenticia correspondió al grupo B (3.17:1), posiblemente atribuible a que la dieta contenía los niveles -- apropiados de pulpa de cítricos y de pescado hidrolizado -- que permitieron un mejor aprovechamiento de los ingredientes. Sin embargo, es necesario estudiar más ampliamente -- la inclusión de la pulpa de cítricos y del pescado hidrolizado a otros niveles y en forma separada, para posteriormente incluir ambos al máximo permisible.

En el estudio económico se calcularon los costos de los dos ingredientes experimentales, sin embargo, en el caso del pescado hidrolizado no fue posible establecer correctamente el gasto de energía eléctrica.

El costo de la pulpa de cítricos deshidratada fue de \$ 100.00, siendo relativamente bajo comparado con el -- sorgo (\$ 350.00), al cual se pretendía sustituir, sin embargo por el alto contenido de fibra de la pulpa de cítricos se limita su inclusión en las dietas, además de que -- tiene efecto adverso sobre el consumo de alimento cuando -- se utiliza en niveles altos.

El pescado hidrolizado, se obtuvo a partir de desperdicios de fileteado, por lo que carece de costo, sin embargo, para su procesamiento se requiere de reactivos costosos y gastos de energía eléctrica, por lo que su costo -- es mayor que la pulpa de cítricos, pero menor que la harina de pescado, y por sus características nutritivas puede llegar a sustituirla totalmente, reduciendo el costo del -- alimento.

Es importante realizar estudios sobre una incorporación mayor del pescado hidrolizado no sólo como sustituto de la harina de pescado, sino también de otras fuentes proteicas como la pasta de soya.

Finalmente uno de los puntos más relevantes del presente estudio, fue el tratar de reducir significativamente el costo por concepto de alimentación, lo que se logró particularmente con el grupo B, ya que se redujo el costo en un 29.43% mientras que el grupo C lo redujo en un 19.2.

Los resultados que se obtuvieron durante el presente estudio permiten crear alternativas en el ramo alimenticio de empresas porcícolas, sin embargo es importante desarrollar estudios complementarios, optimizar el procedimiento de los desperdicios, así como fomentar su uso a mayor escala.

C O N C L U S I O N E S

- 1.- La inclusión de pulpa de cítricos deshidratada al 20%, logró reducir el contenido de sorgo en un 24.7% en la dieta B y 24% en la dieta C.
- 2.- Por las características nutritivas del pescado hidrolizado es posible sustituir por completo la harina de -- pescado.
- 3.- Tanto la pulpa de cítricos deshidratada como el pescado hidrolizado obtuvieron alta digestibilidad de la materia seca, siendo de 76% y 86%, respectivamente.
- 4.- El consumo de alimento se redujo en los grupos que contenían pulpa de cítricos y pescado hidrolizado, por lo que deben ser estudiados en forma separada a fin de conocer la palatabilidad de cada ingrediente.
- 5.- La ganancia de peso se mantuvo dentro del parámetro -- normal en los grupos A y B excepto el grupo C que obtuvo el menor peso corporal.
- 6.- El grupo B, con inclusión del 20% de pulpa de cítricos de hidratada y el 3% de pescado hidrolizado obtuvo la mejor conversión alimenticia del estudio (3.17:1).
- 7.- Debido al bajo costo de los ingredientes experimenta-- les el costo de las dietas se redujo significativamente en 11.2% en la dieta B, y 15.6 en la dieta C con -- respecto a la dieta A.

- 8.- Por lo que respecta al costo/kg, de carne de cerdo, el grupo B obtuvo el menor costo(\$1,197.30), siendo menor en un 29.43% que el grupo control.

- 9.- La pulpa de cítricos deshidratada y el pescado hidrolizado se consideran fuentes alternativas en la alimentación de cerdos de engorda que reducen los costos de -- producción.

R E S U M E N

Se realizó un experimento con un diseño completamente al azar, en el que se utilizaron 12 cerdos híbridos de las razas York-Ham de 70 Kgs. de peso promedio, los cuales se distribuyeron en 3 corrales; se prepararon 3 dietas isocalóricas e isoprotéicas para la etapa de finalización: la dieta A o control se formuló en base sorgo-soya, la dieta B con 20% de pulpa de cítricos deshidratada y 3% de pescado hidrolizado y la dieta C con 20% de pulpa de cítricos y 6% de pescado hidrolizado.

Las dietas B y C redujeron considerablemente el contenido de sorgo en un 24.7 y 24% respectivamente. El consumo de alimento fué mayor en el grupo A (22.51 kg/sem/cerdo), mientras que en los grupos B y C fue de 16.58 y 17.53. La ganancia de peso fue de: A = 33.86 kg. B = 31.43kg. y C = 27.56 kg. A pesar que el grupo control presentó la mejor ganancia de peso obtuvo la peor conversión alimenticia - - - (3.99:1), el grupo B con 3.17:1 fué el mejor; mientras que el C presentó una conversión de 3.82:1. El estudio económico reportó que la dieta B con un costo de \$ 377.89/kg obtuvo un costo por kg. de carne de cerdo de \$ 1,197.30 menor - en 29.43% que el grupo control.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Vázquez. M.J., Aguilera A y J.M. Ramírez P. 1987. -- Producción de alimentos balanceados en México. Soc.- Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería A.C. Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería Durango. Dgo. 23-26 Junio de 1987.
- 2.- Ortiz R. 1984. Premisas para la utilización de los -- subproductos agroindustriales en la alimentación animal. Rev. Cubana. Cienc. Vet. 15(1): 83-90
- 3.- Flores Menéndez J.A. 1986. Ganado Porcino, Cría, Ex - plotación, Enfermedades e Industrialización. Primera- Edición Ed. Ciencia y Tecnología S.A. México.
- 4.- Shimada A.S. 1983. Fundamentos de Nutrición Animal - Comparativa Primera Edición. Editor Armando Shimada - México.
- 5.- Domínguez P.J. 1979. Nota sobre la Composición Quími - ca de los residuos de algunas variedades de cítricos- cultivados en Cuba. Cienc. Tec. Agric. Ganado Porcino 2 (3): 41-50
- 6.- Anónimo Agrosíntesis 1983. Los cítricos cultivo pro- mete. 14 (4): 26-32.
- 7.- Hannigan K.J. 1982. Utilización de la pulpa de cítri- cos deshidratada como agente humectante. Food Engin - 54 (3): 88-99

- 8.- Gaztombide A.C. 1975. Alimentación de animales en trópicos Primera Edición. Ed. Diana S.A. México p 95-97
- 9.- Rodríguez V. 1972. Diferentes niveles de pulpa de cítricos deshidratada como suplemento en vacas en pastoreo o restringido. Rev. Cubana Cienc. Agric. p. 141-146.
- 10.- De Souza C. 1974. Pulpa seca de naranja en mistlaos - concentradas para vacas en lactao. Sociedad Brasileira de Zootecnia p. 103-104. Sao Paulo Brasil.
- 11.- Michelene J., J.L. y Pereiro M. 1983. Evaluación de la pulpa de cítricos deshidratada como sustituto del grano del sorgo como fuente de energía para los rumiantes. Rev. Cubana Cienc. Agric. 17:29-34
- 12.- Jayal M.M. y V.K. Jain 1981. Effect of dried and ground citrus residue on the feed and digestibility of nutrients in lambs. Indian J. Anim. Sci (2) 189-193
- 13.- Ott E.A., J.P. Feaster y S. Lieb. 1979 Acceptability and digestibility of dried citrus pulp by horses. J. Anim Sci. 49 (4): 983-987
- 14.- Montaña Zepeda J.J. 1988. Uso de la pulpa de cítricos en dietas para pollo de engorda. Tesis de Licenciatura Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Guadalajara.
- 15.- Baird D.M., J.R. Allison y &K. Heaton. 1974. The energy value for and influence of citrus pulp on finishing diets for swine. J. Anim. Sci. 38(3):545-553

- 16.- Vandepo Pullece J.M. 1985. Eggs Incubaton Wastes --- Poultry Sci. 53: 145-152.
- 17.- Chavez H. y J. Arvizu 1972. Estudios de los recursos-comerciales del Golfo de California. 1968-1969. III - Fauna de Acompañamiento del camarón (peces finos y basura). Memorias del 4to. Congreso Nacional de Oceanografía, México P. 361-378.
- 18.- Viana Castrillón M.T. y Tejeda de Hernández A. 1986.- Una alternativa a la utilización de subproductos de la fauna de acompañamiento del camarón. Composición química de microensilaje elaborados a partir de subproductos pesqueros y desperdicios agrícolas. Tesis de Licenciatura de la Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México.
- 19.- Beltran B.L. 1974. Contribución al estudio químico - biológico para estimar el valor de la harina de pescado. Tesis de Licenciatura Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.
- 20.- Olsson N. 1972. Preservación ácida del pescado y sus desechos. Boletín de pesca de la FAO 6: 1-2
- 21.- Tatterson J.N. 1982. Fish silage preparation, properties and uses. Anim Feed Technol. 7: 153:157.
- 22.- Mc. Donald p. 1981. The Biochemistry of silage, Chucher. 3: 367-375.

- 23.- Lillie P.D. Fullmer J.G. 1976. Histopatologic tecni -
cal and practical Histochemistry Forth Edition M.C. -
Gram Hill Book Company U.S.A
- 24.- Herrera Velasco J.M. 1987. Aplicación de corriente -
alterna a soluciones de ácido sulfúrico y acético pa -
ra la descalcificación y fijación rápida de los teji -
dos para uso en la alimentación. Ciencia Animal 2: -
17-19.
- 25.- Tejada de Hernández Irma 1985. Manual de laboratorio -
para análisis de ingredientes utilizados en la alimen -
tación animal PAIEPEME 1a. Reimpresión México.
- 26.- Necesidades nutritivas del cerdo 1980. Editorial He -
misferio Sur. 2da. edición Argentina.
- 27.- Zamorano España E. 1988. Digestibilidad "in situ" de -
la pulpa de cítricos en rumiantes. Tesis de Licenci -
tura de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootec -
nia. Universidad de Guadalajara.
- 28.- Cortes Rivera A. y Muñoz Mercado E. 1988. Digestibili -
dad "in vitro" con pepsina ácida e "in vivo" de la -
pulpa de cítricos. Tesis de licenciatura Facultad de -
Medicina Veterinaria de la Universidad de Guadalajara.
- 29.- Pike Lan. 1987. The role of fishmeal, Food Internatio -
nal No. 61. p 16-17

CUCBA

