

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA



UTILIZACION DE UN PRODUCTO DE PESCADO
OBTENIDO POR HIDROLISIS ELECTROQUIMICA COMO
FUENTE PROTEICA EN POLLOS DE ENGORDA.

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA
P R E S E N T A

J. ISAAC OROZCO PEREZ

DIRECTOR DE TESIS: M. en C. MARIA DE LOURDES ISAAC VIRGEN
ASESOR DE TESIS: M.V.Z. JOSE MARIA HERRERA VELASCO

GUADALAJARA, JALISCO JUNIO DE 1994

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA

"UTILIZACION DE UN PRODUCTO DE PESCADO OBTENIDO POR HIDROLISIS
ELECTROQUIMICA COMO FUENTE PROTEICA EN POLLOS DE ENGORDA."

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PRESENTA:

J. ISAAC OROZCO PEREZ

DIRECTOR DE TESIS: M. en C. MARIA DE LOURDES ISAAC VIRGEN

ASESOR DE TESIS: M.V.Z. JOSE MARIA HERRERA VELASCO.

Guadalajara, Jal., Junio de 1994

El presente trabajo forma parte del proyecto intitulado: "DESARROLLO DE UN PROCESO ELECTROQUIMICO PARA LA PREPARACION Y CONSERVACION DE PECES PARA CONSUMO ANIMAL MEDIANTE EL USO DE ACIDOS ORGANICOS", que fué apoyado por el Dpto. de Investigación Científica y Superación Académica de la Universidad de Guadalajara, por el acuerdo No. 89/AP/0811/01/4321

DEDICO ESTA TESIS:

A MIS QUERIDOS PADRES:

MARIA DEL CARMEN Y ANTONIO

A MIS HERMANOS:

MARIA DEL CARMEN

ANA MARIA

MARIA FELIX

JOSE IGNACIO

ANTONIO

NICOLAS

VERONICA Y

NOHEMI

PORQUE DE ELLOS ES ESTE PEQUEÑO TRIUNFO
EN MI FORMACION COMO SER HUMANO Y COMO PROFESIONISTA.

AGRADECIMIENTOS:

A MIS ASESORES:

LOURDES Y JOSE MARIA.

POR SU VALIOSO E INCONDICIONAL APOYO.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

RAUL CASILLAS

JOSE ALBERTO

RAUL ROSALES

AURORA LUCILA

POR LA AMISTAD Y AYUDA QUE ME BRINDARON EN ESTA
ETAPA DE MI VIDA.

CONTENIDO

| | Página. |
|----------------------------|---------|
| RESUMEN | A |
| INTRODUCCION | 1 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 4 |
| JUSTIFICACION | 5 |
| HIPOTESIS | 6 |
| OBJETIVOS | 7 |
| MATERIAL Y METODOS | 8 |
| RESULTADOS | 13 |
| DISCUSION | 26 |
| CONCLUSIONES | 30 |
| BIBLIOGRAFIA | 31 |

RESUMEN

Con el propósito de evaluar la calidad nutricional de desperdicios de pescado sometidos al proceso de Hidrólisis Electroquímica a fin de incorporarlo en la alimentación animal así como su implicación económica se realizó un experimento con pollos de engorda de la línea Arbor Acres, mixtos de 1 día de edad conforme a un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y tres repeticiones de 10 aves cada una, las cuales fueron alimentadas con dietas que contenían niveles de sustitución de 0, 10, 15 y 20% de la proteína que aporta la soya por la de la harina experimental con respecto a una dieta control a base de sorgo/soya. Durante la prueba se llevó registro semanal del consumo de alimento y ganancia de peso, asimismo se determinó la conversión alimenticia y se realizó un estudio económico para evaluar el costo de kilogramo de pollo producido por concepto de alimentación.

En consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia no se encontró diferencia significativa entre los diferentes tratamientos ($P > 0.1$). La mayor ganancia de peso la obtuvo el grupo de 10% de sust. protéica con 2,751 gr seguidos de los grupos de 15 y 20% y grupo control (0% sust.) con 2,614, 2,591 y 2,553 gr respectivamente. La conversión alimenticia fue mejor en los grupos de 20 y 15% de sustitución protéica (2.11:1 y 2.12:1) seguida por el grupo testigo (0%) y experimental con 10% de sustitución protéica de la soya (2.23:1 y 2.25:1).

El costo de producción del hidrolizado experimental fue de N\$ 600.00/ton. El estudio económico en los diferentes niveles de sustitución (0, 10, 15 y 20%) reportó un costo de kilogramo de pollo producido por concepto de alimentación de N\$ 1.8870, 1.8515, 1.7228 y 1.6965 respectivamente.

En base a los resultados obtenidos se concluye que la harina experimental obtenida por medio de Hidrólisis Electroquímica resulta un ingrediente proteico, energético y fuente de minerales que puede ser utilizado con buenos resultados en la formulación de alimentos balanceados en aves.

INTRODUCCION

En los últimos 25 años el desarrollo científico y tecnológico de la industria pecuaria ha permitido aumentar la eficiencia en la producción de carne, leche y huevo. Entre las prácticas que han contribuido a este avance destacan; el mejoramiento de las características genéticas de los animales (viabilidad, resistencia a las enfermedades y conversión alimenticia), el conocimiento de los mecanismos fisiológicos y metabólicos de los procesos digestivos, la prevención y el tratamiento de las enfermedades, asimismo la implementación del análisis químico instrumental que facilita y reduce los costos en pruebas de control de calidad en la elaboración de alimentos balanceados.(20)

En la actualidad se han definido con mayor exactitud los requerimientos nutricionales de los animales domésticos y se ha desarrollado el método de programación lineal por computadora para formular dietas balanceadas a un mínimo costo y en un corto tiempo.(8,10,17,20)

En México la Industria avícola es una de las actividades pecuarias más eficientes y dinámicas que permite producir a bajo costo proteína de origen animal. Sin embargo, el desarrollo de la avicultura se ha basado en la imitación de prácticas de producción implementadas en el extranjero lo que ha propiciado una dependencia de los recursos tecnológicos, humanos y económicos del país, con la consiguiente importación de las fuentes protéicas de origen animal y vegetal que se adquieren a un alto costo en el mercado debido a una producción agropecuaria insuficiente, principalmente de sorgo, soya y harina de pescado.(28) Por lo anterior resulta importante el estudio de sistemas alternativos con ingredientes alimenticios no convencionales así como el empleo eficiente de los ingredientes tradicionales.(28)

Entre los recursos potenciales que se obtienen en abundancia en nuestro país se encuentran los marinos, así como la pesca en lagos, lagunas, represas y ríos. La producción pesquera Nacional en 1992 fue de 1'246,438 tons de las cuales 283,037 se destinaron a la elaboración de productos entre ellos la harina de pescado, la cual está integrada por desperdicios de pesca y especies que se capturan para estos fines como la sardina, atún y anchoveta. (7,18,31,32)

Para la elaboración de la harina de pescado se necesita equipo e instalaciones costosas que requieren de grandes volúmenes a procesar para que sean rentables.(12,14,16,23) El uso de harina de pescado en la alimentación animal es debido al elevado contenido de energía, proteínas y minerales además de poseer un excelente perfil de aminoácidos esenciales que complementan la baja concentración de estos en los granos. (5,8,14,19,30)

Además se desaprovecha la fauna de acompañamiento del camarón y los restos de fileteado de pescaderías en donde está calculado que se desperdicia rutinariamente de un 30 a un 40% el peso corporal del pez durante su comercialización, (14,18,36,37) estos pueden aprovecharse mediante diversos métodos de preservación y transformación.

Entre los diferentes procesos de conservación de los productos pesqueros se encuentra la elaboración de preparados químicos (ensilados líquidos) con soluciones de ácidos sulfúrico, fórmico ó propiónico, así como los métodos microbiológicos y enzimáticos que resultan ser más complicados y de mayor costo. (9,16,24,25,29,35) En el primer caso el exceso de humedad ocasiona problemas en su manejo que se reducen con el ensilado sólido en el cual se adiciona subproductos agrícolas ocasionando una fermentación homoláctica en condiciones de anaerobiosis parcial,

estos productos pueden utilizarse alrededor de 20 días a dos meses después de preparados.(2,14,36,37)

Recientemente se desarrolló un proceso de preservación a partir de desperdicios de pescado, encaminado a obtener un producto con características nutricionales comparables a las del ensilaje líquido, eliminando los inconvenientes de manejar grandes volúmenes y el tiempo de procesamiento, mediante un tratamiento de hidrólisis electroquímica. Este se basa en el uso sucesivo de ácido sulfúrico y acético bajo condiciones de ionización eléctrica.(2,12,14)

Una característica del método de hidrólisis electroquímica es su fácil aplicación bajo condiciones rústicas y su factibilidad de escalamiento industrial dependiendo de los volúmenes que se deseen procesar, por lo que constituye una opción para el desarrollo de tecnología alternativa orientada a la recuperación de fuentes protéicas potenciales que normalmente se desperdician.(12,14,38) Sin embargo la calidad nutricional del producto deberá evaluarse mediante pruebas biológicas antes de recomendar su uso rutinario en raciones alimenticias para animales, modificando el tipo de deshidratación del material procesado, tratando de evitar pérdidas de aminoácidos por el secado al sol.(4,13,23)

Por todo lo anteriormente señalado y con el propósito de conocer más sobre las propiedades nutricionales del hidrolizado así como su implicación económica, se utilizó la harina experimental en dietas para pollo de engorda a diferentes niveles de sustitución protéica de la soya para determinar el nivel de inclusión adecuado.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La alimentación es un factor primordial para hacer más eficiente y productiva la explotación avícola, lo que representa a esta industria del 70 al 80% su costo de producción. Los ingredientes protéicos que conforman la ración alimenticia son los de mayor precio ya que en nuestro país no existe una producción suficiente. Por tal motivo se hace necesario evaluar fuentes protéicas alternativas de buena calidad y menor precio.

Durante los procesos de comercialización de productos pesqueros se generan grandes cantidades de desperdicios que se deterioran en corto tiempo formando focos de contaminación ambiental. Estos materiales pueden ser aprovechados antes de su descomposición através de un proceso de hidrólisis electroquímica transformandolo en un ingrediente protéico no convencional.

JUSTIFICACION

Con el propósito de estudiar la calidad nutricional de una harina experimental de desperdicios de pescadería resultante de un tratamiento electroquímico e incorporarla en la alimentación animal, se realizó el presente estudio en pollos de engorda utilizando el hidrolizado a diferentes niveles de sustitución de una fuente convencional de proteínas (soya). Asimismo se realizó un análisis económico a fin de demostrar la factibilidad de utilizar el producto experimental en dietas para aves en los máximos niveles establecidos para harinas de origen animal.

HIPOTESIS

El hidrolizado electroquímico de pescado puede utilizarse como un ingrediente protéico y como fuente de calcio y fósforo una vez que se demuestre su calidad mediante su utilización en dietas para pollo de engorda.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad nutricional de desperdicios pesqueros sometidos al proceso de hidrólisis electroquímica para su incorporación en la alimentación animal.

OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.- Determinación de análisis químico proximal, Calcio y Fósforo del material hidrolizado electroquímicamente.
- 2.- Formulación de raciones.
- 3.- Cuantificar el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia durante un ciclo normal en pollo de engorda.
- 4.- Valorar el mejor nivel de sustitución proteica del producto experimental mediante su utilización en pollo de engorda.
- 5.- Determinar el costo del alimento por Kilo de pollo producido en cada una de las dietas.

MATERIAL Y METODOS

Obtención del material hidrolizado

De un mercado especializado de la localidad se recolectaron desperdicios de pescadería sin indicios de descomposición (se excluyeron vísceras), se lavaron con agua corriente para eliminar tierra, sangre y basura. El desperdicio se sometió al proceso de hidrólisis electroquímica propuesto por Herrera V., (12) el material pretratado se desecó através de una deshidratadora de calor externo, posteriormente se molió en un molino de cuchillas y criba de 2 mm el producto hidrolizado se almacenó en bolsas de plástico cerradas herméticamente protegidas del sol; una vez obtenido el material experimental se realizó; análisis químico proximal, determinación de calcio y fósforo según técnicas descritas por la A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists).(1) Cuadro No.1

Formulación de raciones

En base a los resultados obtenidos de los análisis antes mencionados, se formularon las raciones experimentales para pollo de engorda a diferentes niveles de inclusión del hidrolizado ensayado, de acuerdo a sus requerimientos y con respecto a una dieta control a base de sorgo/soya. Las dietas de iniciación con un nivel protéico de 23% y 3,200 Kcal/Kg de energía metabolizable así mismo en dietas de finalización de 19% y 3,200 Kcal/Kg respectivamente. (Cuadro No.2 y 3)

Prueba en pollo de engorda

Se realizó el experimento conforme a un diseño completamente al azar; de 4 tratamientos con 3 repeticiones de 10 aves cada una. Se utilizaron 120 pollos de engorda de la línea Arbor Acres mixtos, con un peso promedio de 43 gr. Los tratamientos consistieron en la substitución parcial de la proteína que aporta la soya

en las dietas a nivel de 0, 10, 15 y 20% por el hidrolizado experimental con respecto a una dieta convencional a base de sorgo/soya.

En una caseta tradicional se alojaron 10 aves por m². Se empleó en la primera semana equipo de iniciación y posteriormente durante todo el ciclo se utilizó bebedero y comedero lineal. Las aves se vacunaron contra Newcastle, Gumboro y Bronquitis a los 12 días de edad. Todas el mismo día.

A las aves se les proporcionó las dietas experimentales respectivas y agua a libre acceso, se registró el consumo de alimento y el peso corporal/ave de cada subgrupo semanalmente durante el período experimental. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza aleatorizada (ANOVA) a un nivel de significancia de 0.1%. (33)

Análisis económico

Se realizó en base a los precios vigentes durante el período experimental.

Cuadro No.1

**ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DEL DESPERDICIO
DE PESCADO HIDROLIZADO ELECTROQUIMICAMENTE**

| | % |
|-----------------|----------|
| MATERIA SECA | 93.0 |
| PROTEINA CRUDA | 43.8 |
| EXTRACTO ETereo | 8.2 |
| FIBRA CRUDA | 0.1 |
| CENIZAS | 26.5 |
| E.L.N. | 14.4 |

Minerales

| | |
|---------|------|
| CALCIO | 9.86 |
| FOSFORO | 3.45 |

Cuadro No.2

COMPOSICION Y COSTO DE DIETAS DE INICIACION (0-4 SEMANAS) CONTROL Y EXPERIMENTALES

| INGREDIENTES | NIVEL DE SUSTITUCION PROTEICA | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 0% | 10% | 15% | 20% |
| HIDROLIZADO EXP. | 0.0 | 3.87 | 5.81 | 7.72 |
| GLUTEN DE MAIZ | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| SORGO | 46.05 | 48.63 | 49.93 | 51.28 |
| SOYA | 37.7 | 33.42 | 31.27 | 29.09 |
| ACEITE MIXTO | 8.74 | 7.58 | 6.99 | 6.40 |
| CARBONATO DE Ca. | 0.66 | 0.095 | 0.0 | 0.0 |
| ORTOFOSFATO | 2.94 | 2.27 | 1.91 | 1.56 |
| METIONINA | 0.105 | 0.143 | 0.169 | 0.193 |
| CLORURO DE SODIO | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| MEZCLA VIT. Y MIN. | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| COCCITEC 32 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| AUROFAC | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| TOTAL | 100.1 | 99.9 | 100.0 | 100.1 |
| COSTO ALIM./TON. N\$ | 868.8023 | 841.8410 | 828.8941 | 815.7426 |

| ANALISIS CALCULADO | | | | | REQUERIM. |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| PROTEINA CRUDA | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| CALCIO | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 |
| FOSFORO | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 |
| LISINA | 1.1 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 1.1 |
| METIONINA | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 |
| ENERGIA MET. kcal/kg. | 3,199 | 3,200 | 3,200 | 3,200 | 3,200 |

Cuadro No.3

COMPOSICION Y COSTO DE DIETAS DE FINALIZACION (4-8 SEMANAS) CONTROL Y EXPERIMENTALES

| INGREDIENTES | NIVEL DE SUSTITUCION PROTEICA | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 0% | 10% | 15% | 20% |
| HIDROLIZADO EXP. | 0.0 | 2.5 | 4.05 | 5.4 |
| GLUTEN DE MAIZ | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| SORGO | 63.22 | 63.67 | 62.36 | 61.94 |
| SOYA | 23.98 | 21.47 | 20.52 | 19.38 |
| ACEITE MIXTO | 5.30 | 4.96 | 5.27 | 5.30 |
| CARBONATO DE Ca. | 0.456 | 0.079 | 0.0 | 0.0 |
| ORTOFOSFATO | 2.97 | 2.49 | 2.25 | 2.027 |
| LISINA | 0.169 | 0.042 | 0.0 | 0.0 |
| METIONINA | 0.219 | 0.251 | 0.269 | 0.269 |
| CLORURO DE SODIO | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| MEZCLA VIT. Y MIN. | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| COCCITEC 32 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| AUROFAC | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| FLORAFIL 50 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| TOTAL | 100.6 | 100.0 | 99.06 | 100.07 |
| COSTO ALIM./TON. N\$ | 838.5597 | 813.2369 | 806.1171 | 798.1991 |

| ANALISIS CALCULADO | | | | | REQUERIM. |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| PROTEINA CRUDA | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| CALCIO | 0.85 | 0.85 | 0.95 | 1.0 | 0.85 |
| FOSFORO | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 |
| LISINA | 0.95 | 0.95 | 1.0 | 1.08 | 0.95 |
| METIONINA | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 |
| ENERGIA MET. kcal/kg. | 3,199 | 3,199 | 3,200 | 3,200 | 3,200 |

RESULTADOS

El desperdicio de pescado hidrolizado electroquímicamente con 93.0% de materia seca mostró un contenido protéico de 43.8% y grasa cruda de 8.2%, el porcentaje de Calcio fué de 9.86% y el de Fósforo 3.45% (Cuadro No.1).

Las raciones experimentales para pollo de engorda en fase de iniciación y finalización, formuladas a diferentes niveles de sustitución del hidrolizado de pescado en 10, 15 y 20% por la proteína que aporta la soya y con respecto a una dieta testigo a base de sorgo/soya, generó la disminución de la cantidad de soya empleada en la primer fase en 11.35, 17.06 y 22.83% respectivamente, asimismo en etapa de finalización disminuyó en 10.47, 14.43 y 19.18% respectivamente (Cuadro No. 2 y 3, Gráfica No.2)

Prueba en Pollo de engorda

Durante el período de prueba el consumo semanal de alimento por ave, no mostró diferencia estadística significativa entre los grupos estudiados ($P>0.1$). El grupo que presentó el mayor consumo promedio fué el de 10% de sustitución protéica (6.210 kg) seguidos del grupo testigo (0% sust.) y los grupos experimentales de 15% y 20% de sustitución con 5.693, 5.547 y 5.477 kg respectivamente. (Cuadro No.4)

La ganancia de peso acumulada fué variada en cuanto a su presentación (Cuadro No.5). En la 1a y 2a. semana resultó más elevada en el grupo de 20% de sustitución protéica 114.96 y 358.33 gr, el grupo de mayor ganancia en la 3a. 4a. y 5a. semana fué el de 15% de sustitución protéica (644.05, 1,007.53, 1,433.23 gr) y finalmente el grupo de mejor ganancia acumulada en la 6a. 7a. y 8va. semana fué el

de 10% de sustitución protéica con 1,902.17, 2,333.47 y 2,751.17 gr. respectivamente. Sin embargo durante el período de prueba no mostraron diferencia estadística significativa entre tratamientos ($P>0.1$). Gráfica No.1

La conversión alimenticia promedio por fase/semana fué en el grupo testigo (0%): Iniciación 1.480:1 y finalización 2.628:1, en los grupos experimentales de 10% de sustitución (1.504:1 y 2.635:1), 15% de sust. (1.552:1 y 2.445:1) y 20% de sust. protéica de la soya (1.512:1 y 2.527:1) respectivamente. Resultando un promedio total de 2.054:1, 2.069:1, 1.998:1 y 2.019:1 para los diferentes tratamientos (0, 10, 15 y 20% de sust.) respectivamente. (Cuadro No. 6)

La mejor conversión alimenticia al finalizar el período de prueba fué para los grupos de 20 y 15% de sustitución protéica, con 2.11:1 y 2.12:1, seguida del grupo control (0%) y experimental de 10% de sust. con 2.23:1 y 2.25:1 respectivamente. No se observaron diferencias estadísticas significativas entre los grupos estudiados ($P>0.1$) Cuadro No.7.

ANALISIS ECONOMICO:**Costo del hidrolizado experimental**

El costo de producción estimado de la harina de desperdicio de pescadería hidrolizada electroquímicamente fué de N\$ 600.00/ton (Cuadro No.8)

El precio estimado de las dietas control (0% de sust.) y experimentales con 10, 15 y 20% de sustitución proteínica de la soya en sus diferentes etapas productivas fueron: etapa de iniciación N\$ 868.8023, 841.8410, 828.8941, 815.7426 y en etapa de finalización de N\$ 838.5597, 813.2369, 806.1171 y 798.1991 respectivamente (Cuadro No. 2 y 3).

Los costos estimados del kilogramo de pollo producido por concepto de alimentación en base a consumo de alimento, costo de alimento por etapa productiva y kilogramos de carne producida para los diferentes niveles de sustitución protéica de la soya fueron en N\$; grupo control (0%) 1.8870, Grupo con 10% sust. 1.8515, grupo de 15% sust. 1.7228 y grupo de 20% sust. 1.6965 (Cuadro No.9).

Cuadro No.4

CONSUMO DE ALIMENTO POR SEMANA /AVE (gr.)

| SEMANA | TESTIGO 0% SUST. | 10% DE SUST. PROT.DE SOYA | 15% DE SUST. PROT.DE SOYA | 20% DE SUST. PROT.DE SOYA |
|--------|---------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | 108.74 | 127.56 | 127.74 | 137.92 |
| 2 | 281.73 | 317.16 | 324.94 | 345.07 |
| 3 | 490.88 | 422.08 | 577.02 | 490.15 |
| 4 | 565.85 | 707.72 | 630.27 | 602.23 |
| 5 | 730.77 | 874.96 | 721.98 | 758.25 |
| 6 | 882.91 | 1252.66 | 929.78 | 900.22 |
| 7 | 1060.83 | 1219.71 | 1103.22 | 1099.91 |
| 8 | 1571.32 | 1289.02 | 1132.49 | 1142.83 |
| TOTAL | 5693.03 | 6210.87 | 5547.49 | 5476.58 |

Nota: No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos estudiados ($P > 0.1$)

Cuadro No.5

GANANCIA DE PESO ACUMULADA POR GRUPO /SEM. (gr.)

| SEMANA | TESTIGO 0% SUST. | 10% DE SUST. PROT.DE SOYA | 15% DE SUST. PROT.DE SOYA | 20% DE SUST. PROT.DE SOYA |
|--------|---------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | 97.97 | 101.73 | 110.17 | 114.96 |
| 2 | 338.36 | 348.17 | 347.53 | 358.33 |
| 3 | 584.79 | 622.61 | 644.05 | 635.10 |
| 4 | 928.36 | 988.17 | 1007.53 | 998.33 |
| 5 | 1342.16 | 1425.87 | 1433.23 | 1395.53 |
| 6 | 1754.18 | 1902.17 | 1841.03 | 1870.33 |
| 7 | 2157.06 | 2333.47 | 2205.13 | 2268.13 |
| 8 | 2552.76 | 2751.17 | 2613.53 | 2591.33 |

Nota: No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos estudiados ($P > 0.1$)

Cuadro No.6

CONVERSION ALIMENTICIA POR FASES DEL POLLO DE ENGORDA DE LA LINEA ARBOR ACRES

INICIACION

| SEMANA | TESTIGO 0% SUST. | 10% DE SUST. PROT.DE SOYA | 15% DE SUST. PROT.DE SOYA | 20% DE SUST. PROT.DE SOYA |
|--------|---------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | 1.110:1 | 1.254:1 | 1.160:1 | 1.205:1 |
| 2 | 1.172:1 | 1.287:1 | 1.369:1 | 1.415:1 |
| 3 | 1.992:1 | 1.538:1 | 1.946:1 | 1.771:1 |
| 4 | 1.647:1 | 1.936:1 | 1.734:1 | 1.658:1 |

PROM.FASE

| | | | | |
|------------|---------|---------|---------|---------|
| INICIACION | 1.480:1 | 1.504:1 | 1.552:1 | 1.512:1 |
|------------|---------|---------|---------|---------|

FINALIZACION

| | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|
| 5 | 1.766:1 | 1.999:1 | 1.696:1 | 1.909:1 |
| 6 | 2.143:1 | 2.630:1 | 2.280:1 | 1.896:1 |
| 7 | 2.633:1 | 2.828:1 | 3.030:1 | 2.765:1 |
| 8 | 3.971:1 | 3.086:1 | 2.773:1 | 3.536:1 |

PROM.FASE

| | | | | |
|--------------|---------|---------|---------|---------|
| FINALIZACION | 2.628:1 | 2.635:1 | 2.445:1 | 2.527:1 |
|--------------|---------|---------|---------|---------|

| | | | | |
|-------------|---------|---------|---------|---------|
| PROM.GLOBAL | 2.054:1 | 2.069:1 | 1.998:1 | 2.019:1 |
|-------------|---------|---------|---------|---------|

Nota: No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos estudiados ($P > 0.1$)

CUADRO No. 7

**CONVERSION ALIMENTICIA AL FINAL DEL PERIODO EXP.
DEL POLLO DE ENGORDA DE LA LINEA ARBOR ACRES**

| GRUPO | GANANCIA DE PESO PROMEDIO POR AVE (gr.) | ALIMENTO CONSUMIDO POR AVE (gr.) | CONVERSION ALIMENTICIA |
|--------------------------------|---|--|---------------------------|
| CONTROL 0 % DE SUST. | 2.552.76 | 5.693.03 | 2.230:1 |
| 10 % DE SUST. PROT. DE SOYA | 2.751.17 | 6.210.87 | 2.257:1 |
| 15 % DE SUST. PROT. DE SOYA | 2.613.53 | 5.547.49 | 2.122:1 |
| 20 % DE SUST. PROT. DE SOYA | 2.591.33 | 5.476.58 | 2.111:1 |

Nota: En los diferentes parámetros productivos no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos estudiados ($P > 0.1$)

Cuadro No. 8

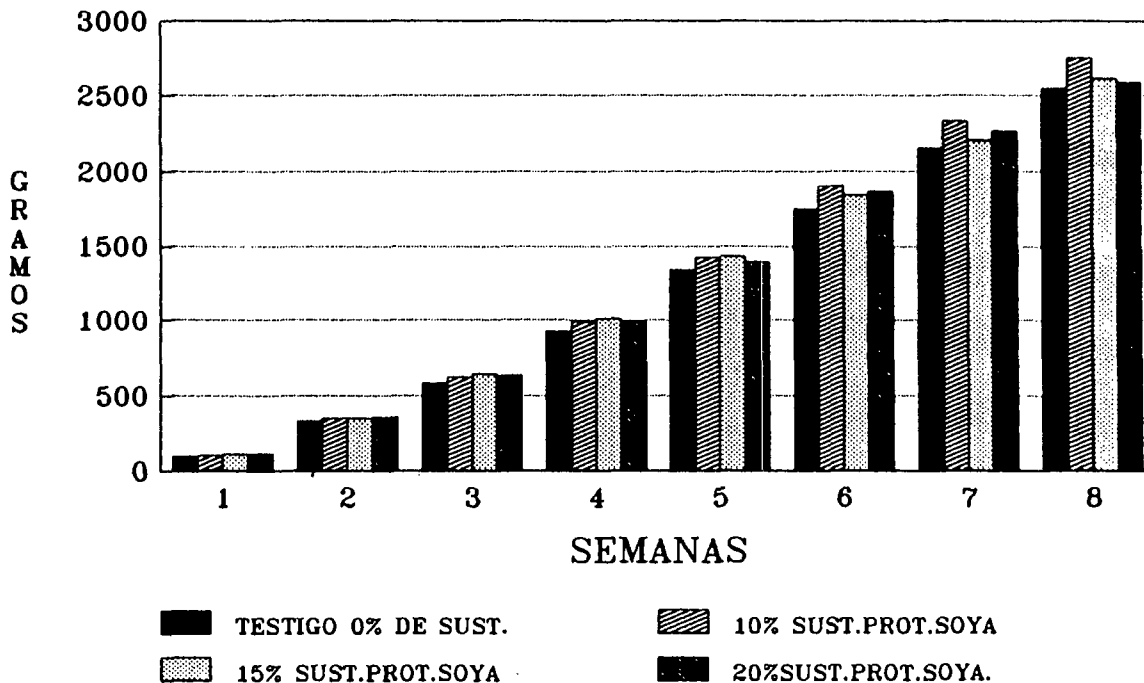
| CUADRO DEL DESPERDICIO DE PESCADO HIDROLIZADO ELECTROQUIMICAMENTE | | |
|---|-------------|-----------|
| | | N\$ |
| = Acopio y Transportación de 1 ton. de desperdicios de pescadería al sitio de procesamiento electroquímico. | | 35.00 |
| = Mano de obra del proceso, secado y molienda del material. | | 40.00 |
| = Costo del Ac. Sulfúrico H ₂ SO ₄ gdo. ind. | | 5.67 |
| = Costo del Ac. Acético gdo. ind. | | 29.35 |
| = Electricidad y depreciación de instalaciones y equipo. | | 10.00 |
| Costo/ton. en base húmeda | | 120.02 |
| Producto hidrolizado deshidratado con rendimiento del 20 % | 120.02/0.20 | 600.1/ton |

Cuadro No.9

COSTO kg. DE POLLO PRODUCIDO POR CONCEPTO DE ALIMENTO

| GRUPO | ALIMENTO CONSUMIDO (kg.) | CONSUMO TOTAL (kg.) | COSTO ALIMENTO (N\$) | COSTO TOTAL ALIMENTO (N\$) | kg. DE CARNE PRODUCIDA | COSTO kg.DE POLLO PROD. POR CPTO. DE ALIMENTO |
|------------------------|---|---------------------|---|----------------------------|------------------------|---|
| CONTROL 0% SUST. | INICIADOR 48.866 FINALIZADOR 138.384 | 185.25 | INICIADOR 40.7173 FINALIZADOR 116.0433 | 156.7606 | 83.072 | N\$ 1.8870 |
| 10% SUST. PROT.SOYA | INICIADOR 52.114 FINALIZADOR 157.19 | 209.304 | INICIADOR 43.8717 FINALIZADOR 127.8327 | 171.7044 | 93.024 | N\$ 1.8515 |
| 15% SUST. PROT.SOYA | INICIADOR 47.198 FINALIZADOR 140.099 | 187.297 | INICIADOR 39.1222 FINALIZADOR 112.9362 | 152.0584 | 88.264 | N\$ 1.7228 |
| 20% SUST. PROT.SOYA | INICIADOR 47.337 FINALIZADOR 130.628 | 177.965 | INICIADOR 38.6148 FINALIZADOR 104.2672 | 142.882 | 84.224 | N\$ 1.6965 |

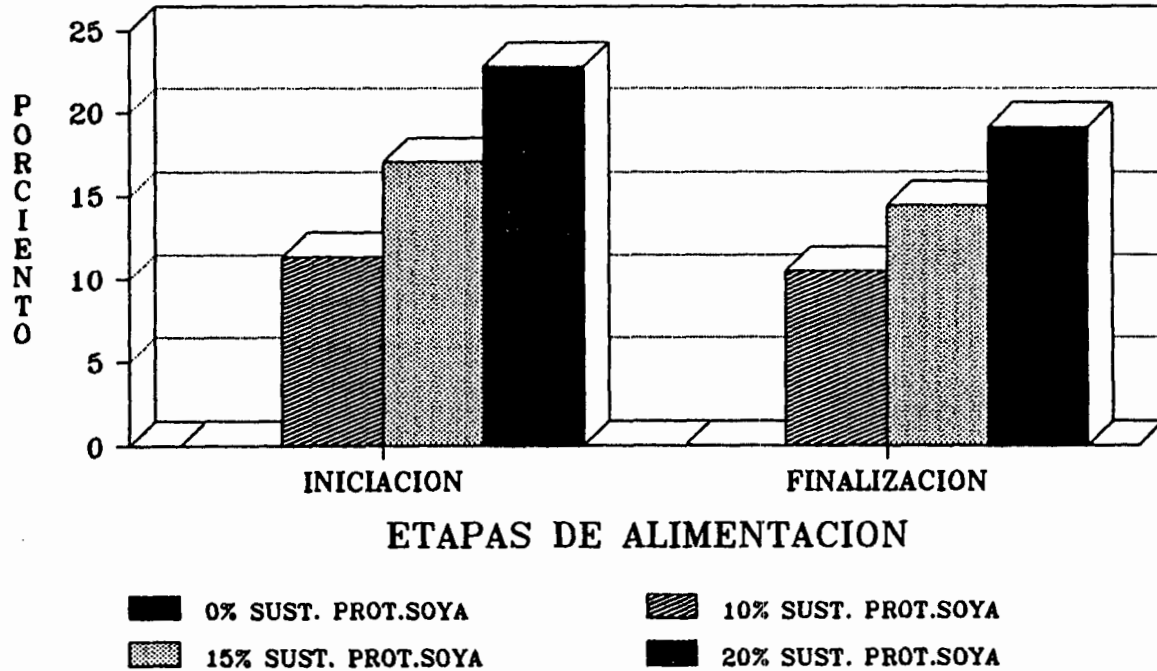
GANANCIA DE PESO ACUMULADA POR GRUPO/SEM CURVA DE CRECIMIENTO



No dif.sig. entre grupos ($p > .01$)

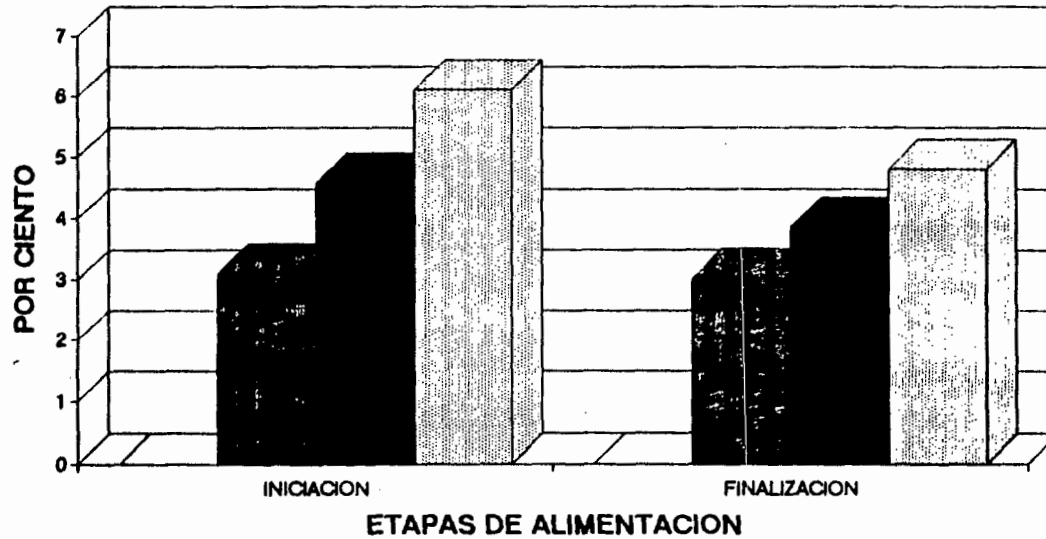
GRAFICA No.1

REDUCCION DE SOYA EN DIETAS EXPERIMENTALES



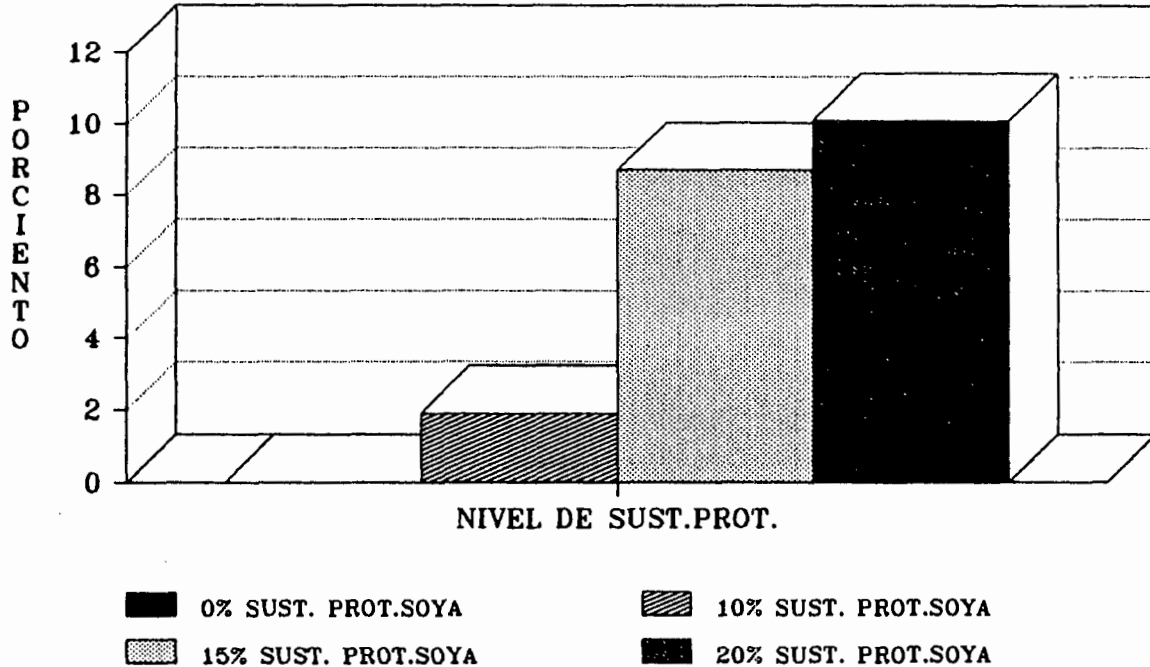
GRAFICA No.2

REDUCCION DE COSTOS EN DIETAS EXPERIMENTALES



□ 0% SUST. PROT. SOYA ■ 10% SUST. PROT. SOYA ■ 15% SUST. PROT. SOYA □ 20% SUST. PROT. SOYA

REDUCCION DEL COSTO DE Kg.DE POLLO PRODUCIDO POR CONCEPTO DE ALIMENTO



GRAFICA No.4

DISCUSION

Por el alto contenido de proteína (43.8%), mostrado por el desperdicio de pescado hidrolizado electroquímicamente, así como por su contenido de calcio y fósforo (9.86 y 3.45%), lo convierten potencialmente en un ingrediente protéico no convencional así como fuente de minerales que puede emplearse en sustitución de la harina de pescado ó parcialmente por la harina de soya en la formulación de alimentos balanceados.

La composición química proximal de la harina hidrolizada en cada proceso resulta variable debido a el origen del material orgánico empleado (desperdicios de pescadería), de la misma manera es variable en la harina de pescado, ya que está reportado que para su fabricación se emplean diferentes especies de pescado (anchoveta, sardina, etc.), desperdicios de la industria de conservas y en algunas ocasiones fauna de acompañamiento (14,30).

El uso frecuente de la harina de pescado en la alimentación animal se debe al excelente perfil de aminoácidos, a su contenido de minerales principalmente calcio y fósforo disponibles, a los minerales traza como selenio, vitaminas del complejo B y ácidos grasos poliinsaturados como ácido linoleico, además de ser una fuente complementaria de energía (5,14,27,30).

Sin embargo la calidad protéica de la harina de pescado puede ser alterada por condiciones de procesamiento y almacenamiento.

La temperatura es un factor primordial que interfiere en su calidad ya que está reportado que el sobrecalentamiento de las harinas de pescado reducen la disponibilidad de los aminoácidos esenciales (19), también se plantea la reacción del radical E-amino de la lisina con el radical etil-imidazóico de la histidina o histamina

durante el proceso de calentamiento de la carne roja del pescado para formar la Mollerosina (2-amino-9-(4-imidazolil)-7-ácido azanonanónico) que es la toxina responsable del Vómito Negro en las aves (6,11,15,22,26).

Igualmente el mal manejo durante el almacenamiento genera que la harina de pescado pueda servir de medio de cultivo de microorganismos patógenos principalmente salmonella sp. etc., (21,22).

Estos inconvenientes no ocurren en la harina hidrolizada debido a que durante el proceso electroquímico no existe sobrecalentamiento y por las características de acidez conferidas en el producto final evitan el desarrollo de microorganismos indeseables.(14)

Durante el tratamiento experimental, los residuos de fileteado de pescado al ser sometidos al tratamiento electroquímico por la acción del ácido sulfúrico da como resultado un producto que contiene péptidos cortos y aa libres, así mismo el efecto del ácido acético provoca una estabilización de grasas y proteínas que evita el olor y sabor característico a pescado.(14,25,38)

La acidez obtenida en el ingrediente experimental probablemente cause un efecto como promotor de crecimiento a manera de aditivo acidificante, los cuales favorecen la digestión y absorción de los alimentos al potenciar las secreciones enzimáticas, además al reducirse el pH en el lumen intestinal se restringe el crecimiento de bacterias patógenas y otras bacterias que compiten por los nutrientes (34).

El comportamiento biológico del grupo testigo (0%) durante el proceso experimental referente a consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia se encuentran dentro de lo estipulado para esta línea de pollos de engorda (manual Arbor acres) resultando mejor para los otros grupos experimentales

(10, 15 y 20% de sustitución protéica). El grupo de mayor ganancia de peso promedio fué el de 10% de sustitución con 2,751 gr seguido de los grupos experimentales de 15 y 20% y finalmente el grupo testigo (0%) con 2,614, 2,591 y 2,553 gr respectivamente. (Cuadro No.5) Los grupos experimentales de mejor conversión alimenticia al concluir el periodo experimental fueron el de 20 y 15% de sustitución protéica de la soya con valores de 2.11:1 y 2.12:1 , seguida del grupo control (0%) y experimental con 10% de sustitución (2.23:1 y 2.25:1) respectivamente, (Cuadro No.7) sin embargo no existió diferencia significativa entre grupos en los distintos parámetros productivos a una ($P>0.1$).

El peso al mercado en todos los grupos ensayados se alcanzó a la 7a. semana de edad de las aves.

La harina experimental fué un ingrediente palatable a los niveles de sustitución estudiados, de la misma manera el balance protéico/energético resultó ser el adecuado en las diferentes dietas experimentales ya que durante todo el período experimental no existió selección de alimento y fué mínimo el desperdicio.

Las características de la canal de todos los grupos estudiados en cuanto a peso, constitución, consistencia, jugocidad y apariencia fueron las adecuadas no encontrando sabor ni olor a pescado, de la misma manera en reportes anteriores la utilización de la harina de desperdicios de pescado hidrolizada electroquímicamente en otras especies tampoco se encontró olor ni sabor a pescado. (25,38)

ESTUDIO ECONOMICO

En base a los precios vigentes de los ingredientes constitutivos de las raciones experimentales durante este estudio, el valor de la harina de pescado resultó ser 2.54 y la soya 1.64 el valor de la harina experimental hidrolizada electroquímicamente.

El porcentaje estimado de la reducción de los costos de las dietas ensayadas en la etapa de iniciación fué de 3.1% para el grupo de 10% de sust, de 4.59% para el grupo de 15% de sust y de 6.11% para el de 20% de sustitución protéica, la reducción en etapa de finalización fué de 3.02, 3.87 y 4.81% respectivamente para los diferentes niveles de sustitución protéica de la soya (Cuadro No. 2 y 3, Gráfica No. 3).

Asimismo el porcentaje de reducción de costos del kilogramo de pollo producido fué de 1.9% para el grupo de 10% de sustitución, 8.7% para el grupo con 15% de sustitución y de 10.1% para el grupo de 20% de sustitución protéica de la soya comparado con el grupo testigo (0%). Cuadro No. 9, Gráfica No. 4

CONCLUSIONES

- 1.- La composición bromatológica de la harina de desperdicios de pescado hidrolizado es variable en cada proceso.
- 2.- La harina experimental resulta ser una buena fuente de minerales principalmente calcio y fósforo.
- 3.- La proteína que aporta la soya puede ser sustituida en 10, 15 y 20% por el material hidrolizado con buenos resultados en dietas para pollo de engorda.
- 4.- La utilización de desperdicio de pescado hidrolizado a los diferentes niveles de inclusión en los alimentos para pollos, disminuye progresivamente el costo del kilogramo de carne producida por concepto de alimentación.
- 5.- El hidrolizado experimental es un ingrediente protéico confiable de buena calidad nutricional que puede ser utilizado con buenos resultados en la formulación de los alimentos balanceados.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- A.O.A.C. 1970 Official Methods of Analysis, 11th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., U.S.A.
- 2.- Barragan, R.D.M. 1988 Utilización de subproductos agroindustriales y pesqueros para la alimentación animal mediante ensilaje. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. U de G.
- 3.- Buenrostro, P.J. Mora, C.M.G. 1985 Ponedoras, Manual de manejo. Asociación americana de soya.
- 4.- Bushman, D.H. 1985 La soya integral en la nutrición avícola 3(3):18-24
- 5.- Calabotta, D.F. 1989 Biodisponibilidad de nutrientes en harina de pescado 1, Rev. Tec. acipec. 14;10-12.
- 6.- Castro, C.E. 1987 Erosiones a la molleja y vómito negro aviar: su prevención a través del control de calidad a las harinas de pescado. Rev. Avicultura profesional. 5(2):55-56.
- 7.- Cifuentes, L.J.L. Torres, G.P. Frias, M.M. 1989 El océano y sus recursos IX. La pesca. 1a.Ed. Fondo de cultura económica, Méx.
- 8.- Feedstuffs. 1989, february 20, vol 60 No 37.
- 9.- García, L.P.M. Herrera, V.J.M. Ruiz, L.M.A. Garzón, P. 1991 Acido de pescado para cerdos. Rev. Tec. Avipec. 41;22-32.
- 10.- Georgia. Tech Res. Institute. 1989. La computadora en la granja avícola. Rev. Tec. Avipec. 19;23-25.
- 11.- González, D.N. 1985. Vómito negro; Efecto del calor y secado de la harina de pescado. Rev. Avicultura profesional 3(1):25-27.
- 12.-Herrera, V.J.M. Reyes, V.W.P. García, E.J. 1987. Desarrollo de una cámara electroquímica para hidrolisis y preservación de tejidos animales con fines alimenticios. Rev. Ciencia animal 2;17-18.

- 13.- Igarashi, K. Kamiyama, M. Tezuca, M. Yasui, Y. 1985. Changes in amino acid composition during suncuring of leaves and stems of red clover (*trifolium pratense*). Japanese Journal of Zoo Technical Sc. 6:566-570.
- 14.- Isaac, V.M.L. 1990 Determinación de la relación de eficiencia protéica (PER) de un pulverizado de pescado obtenido por hidrólisis electroquímica experimental. Tesis de Licenciatura. F.M.V.Z. U de G.
- 15.- Landereche, G.M.E. Erosion de la Molleja, Mollerosina y Harina de pescado. Rev. Avirama XII(79):18-25.
- 16.- Machin, D.H. Young, R.H. Crean, K. 1982 The use of formic prepared fish silage made from shrimp by-caten in the diets of fattening pigs. Tropical animal production 7:120-126.
- 17.- Marck, O.N. 1984. Manual de Producción avícola. 2a ed. Manual Moderno. Méx.
- 18.- Malo, A. 1984 Nueva red selectiva. Tec. Pesquera Méx. 40:14-19.
- 19.- Meade, R.J. 1985 La Disponibilidad de aminoácidos en alimentos convencionales. Rev. Avirama. III(28):32-47.
- 20.- Medina, B.J.C. Romero, S.M. 1989 La instrumentación en el control de calidad. Rev. Tec. Avipec. 19:4-7.
- 21.- Morales de León, J. Colón, H.M de L. 1986 Toxicidad natural, parásitos y microorganismos. Cuadernos de nutrición (6):33-39.
- 22.- Mosqueda, T.A; Lucio, M.B.; 1985. Enfermedades comunes de las aves domésticas. Depto. de producción animal: Aves. F.M.V.Z., U.N.A.M. Méx. pg. 243-247.
- 23.- Neave, R.V.H. 1986. Introducción a la tecnología de productos pesqueros. C.E.C.S.A. Méx.
- 24.- Olsson N. 1942 Preservación ácida de pescado y sus desechos. Boletín del pescado y de la F.A.O. 6-1 ene-abr.

- 25.- Ortiz, B.R. 1991 Utilización de desperdicios de pescadería procesados mediante hidrólisis química en la alimentación de cerdos en crecimiento y finalización. Tesis de Licenciatura. F.M.V.Z., U DE G.
- 26.- Osuna, O. 1985 Acción de la mollerósina en el vómito negro. Rev. Avicultura Profesional 3(1):23
- 27.- Pérez, L.M. 1989 Suplementos protéicos. Rev. Avirama VII(78):11-24.
- 28.- Reyes, G LLata.A.A. 1990 Beneficios económicos resultantes del empleo de esquilmos agrícolas y subproductos agroindustriales disponibles en el estado de Jalisco, en la alimentación de animales para abasto en etapa de finalización. Reporte Técnico. U de G., U.N.A.M.
- 29.- Rivera, M.G. Sepulveda, G. García, J.M. y Huitrón. 1987 Caracterizado de un hidrolizado enzimático de proteína de pescado. Depto. Inv. Biomed. U.N.A.M. Méx.
- 30.-Rojas, R.E. Avila, G.E. Aguilera, A.A. 1988 Calidad de la proteína y disponibilidad de la Lisina, de cuatro harinas de pescado mexicanas. Rev. Avirama. VI(65):22-23.
- 31.- Ruiz, D.M.F. 1985 Recursos pesqueros de las costas de México. 2a. ed. LIMUSA. Méx. pg. 9-23.
- 32.- Secretaria de Pesca 1991-1992 Anuario Estadístico de Pesca. Producción Pesquera Nacional. I.N.E.G.I. pg. 155.
- 33.- Steel, P.G. Torrie, J.H. 1960 Principles and procedures of statistics. Mc. Graw-Hill. Book Co. Inc., New York.
- 34.- Suazo, O.L.A. 1991 Efecto de la inclusión de ácidos orgánicos en las dietas de pollo de engorda, su interacción con la fuente de proteína en los parámetros productivos y el perfil metabólico. Tesis de Licenciatura. F.M.V.Z., U DE G.
- 35.- Tatterson, J.N. 1982 Fish Silage properties and uses aning feed. Sci. Technol 7;153-157.

- 36.- Viana, C.M.T. Tejada, H.I. 1986 Una alternativa en la utilización de subproductos de la fauna de acompañamiento del camarón. Composición química de microensilajes. Elaboración a partir de subproductos pesqueros y desperdicios agrícolas. Tesis de Licenciatura. Fac. de Cs. U.N.A.M. Méx.
- 37.- Viana, C.M.T. 1986 Ensilado de pescado. Técnica Pesquera. pg. 6-9.
- 38.- Villarruel, O.C. 1990. Utilización de desperdicios de pescadería procesados mediante electrolisis química y pulpa de cítricos deshidratados para la alimentación de cerdos en finalización. Tesis de Licenciatura. F.M.V.Z., U DE G.