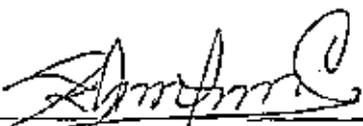


*EVALUACION DE LA HARINA DE DESECIOS DE CAMARON EN
DIETAS PARA CERDOS EN ENGORDA*

POR

René Armando Amador Cárcano

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana los derechos para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines se reservan los derechos de autor.



René Armando Amador Cárcano

BIBLIOTECA WILSON POPENCE
ESUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 88
TEGUIGALPA HONDURAS

DEDICATORIA

A DIOS: Todo poderoso, por darme la fortaleza e iluminar mi mente.

A MIS PADRES: René Amador B. y Miriam de Amador, por todo su sacrificio, comprensión y apoyo continuo.

A MI ABUELA: Manuela Barrientos por sus consejos.

A MIS HERMANOS: Ronal, Yanira, Rony, Juan Carlos y Sayra.

A MI TÍA: María Consuelo Amador por creer siempre en mí.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Marco A. Esnaola, por todos los conocimientos y colaboración brindada en la realización de este trabajo.

Al Dr. Abel Gernat y Dr. Isidro Matamoros, por su asesoría.

Al Sr Armando Salomón, por su contribución para la implementación del experimento

A la Prof. Beatriz Mutillo, por su disposición a colaborar me siempre.

A Henry Duarte, por su amistad y toda su colaboración

A Jorge Morán, por su ayuda y amistad.

Al Ing. Rogel Castillo, por la colaboración prestada en la realización del experimento.

Al personal del departamento de Zootecnia, especialmente al personal de la Sección de Cerdos y Concentrados, por la ayuda prestada.

A la E.A.P. por permitirme estudiar aquí.

INDICE DE CONTENIDOS

	Pág
I. INTRODUCCION	1
1. ●jetivos	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
1. Requerimientos proteicos del cerdo.	4
2. Usos potenciales de los subproductos del camarón.	4
3. Composición química de los desperdicios del camarón.	5
4. Elaboración de harina de camarón a partir de los desechos de la industria camaronesa.	7
4.1 Disponibilidad de materia prima.	7
4.2 Harina de desechos de camarón.	8
4.3 Composición química de la harina de desechos de camarón.	8
4.4 Proceso de elaboración de harina de desechos de camarón.	11
5. Antecedentes del uso de la harina de desechos de camarón en la alimentación de cerdos.	13
III. MATERIALES Y METODOS	16
1. Localización del estudio.	16
2. Animales utilizados.	16
3. Alojamiento.	16
4. Tratamientos experimentales.	16
5. Controles experimentales.	18
6. Diseño experimental.	20
7. Análisis de laboratorio de la harina de desechos de camarón.	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	21
1. Parámetros de comportamiento.	21
1.1 Ganancias Diarias de Peso.	21
1.2 Consumo de alimento.	23
1.3 Conversión alimenticia.	25
2. Características de canal.	27
2.1 Rendimiento de canal fría.	27
2.2 Longitud de canal.	28
2.3 Grasa dorsal.	29
2.4 Area de lomo.	30
3. Características organolépticas de la carne.	31

4. Análisis diferencial de costos.	32
V. CONCLUSIONES	33
VI. RECOMENDACIONES	34
VII. RESUMEN	35
VIII. BIBLIOGRAFIA	37
IX. ANEXOS	38

INDICE DE CUADROS

		Pág
Cuadro 1.	Contenido de proteína aportada, según el tipo de desechos en la harina de camarón.	6
Cuadro 2.	Contenido de carbonato de calcio de los desechos del camarón.	6
Cuadro 3.	Análisis químico de diferentes harinas de desechos de camarón.	10
Cuadro 4.	Contenido de nutrientes en la harina de desechos de camarón según el proceso de secado.	13
Cuadro 5.	Comparación de harina de desechos camarón y tankaje como suplemento a maíz o maíz y pulidura de arroz en dietas para cerdos en crecimiento.	14
Cuadro 6.	Resultados de cerdos alimentados con diferentes suplementos proteicos a dietas de cereales.	15
Cuadro 7a.	Ingredientes y composición nutricional de las dietas para cerdos en crecimiento.	17
Cuadro 7b.	Ingredientes y composición nutricional de las dietas para cerdos en engorda.	17
Cuadro 8.	Análisis proximal de la harina de desechos camarón empleada en el experimento.	20
Cuadro 9.	Ganancias diarias de peso (g) en la etapa de crecimiento, engorda y la etapa total.	21
Cuadro 10.	Consumo diario de alimento (kg/d) en la etapa de crecimiento, engorda y la etapa total.	23
Cuadro 11.	Conversión alimenticia en la etapa de crecimiento, engorda y período total.	25
Cuadro 12.	Características lineales de la canal de los cerdos.	27
Cuadro 13.	Costo total de alimentación de los cerdos en el período total.	32

INDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Ganancias diarias de peso de los cerdos.	22
Figura 2. Consumo diario de alimento de los cerdos.	24
Figura 3. Conversión alimenticia de los cerdos.	26
Figura 4. Rendimiento de canal de los cerdos.	28
Figura 5. Longitud de canal de los cerdos.	29
Figura 6. Grasa dorsal de los cerdos.	30
Figura 7. Área de lomo de los cerdos.	30

INDICE DE ANEXOS

	Pag
Anexo 1. Contenido de aminoácidos de la harina de desechos de camarón.	39
Anexo 2. Comparación de la composición química de la harina de desechos de camarón con la harina de pescado y harina de soya.	40
Anexo 3. Análisis diferencial de costos de alimentación de cerdos en crecimiento.	41
Anexo 4. Análisis diferencial de costos de alimentación de cerdos en engorda.	41
Anexo 5. Formato de evaluación de las características organolépticas de las chuletas asadas de cerdo.	42
Anexo 6. Análisis de varianza para la variable ganancias diarias de peso en la etapa de crecimiento.	44
Anexo 7. Análisis de varianza para la variable ganancias diarias de peso en la etapa de engorda.	44
Anexo 8. Análisis de varianza para la variable ganancias diarias de peso en el período total.	44
Anexo 9. Análisis de varianza para la variable consumo diario de alimento en la etapa de crecimiento.	45
Anexo 10. Análisis de varianza para la variable consumo diario de alimento en la etapa de engorda.	45
Anexo 11. Análisis de varianza para la variable consumo diario de alimento en el período total.	45
Anexo 12. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia en la etapa de crecimiento.	46
Anexo 13. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia en la etapa de engorda.	46
Anexo 14. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia en el período total.	46
Anexo 15. Análisis de varianza para la variable rendimiento de canal.	47
Anexo 16. Análisis de covarianza para la variable longitud de canal.	47
Anexo 17. Análisis de covarianza para la variable grasa dorsal.	48
Anexo 18. Análisis de varianza para la variable área de lomo.	48

I. INTRODUCCION

En la producción comercial de cerdos, la alimentación constituye aproximadamente el 80% de los costos totales de producción, por esta razón es muy importante considerar tanto el aspecto económico, como el balance nutricional de las dietas que son suministradas en las fases del ciclo de vida de los cerdos, de tal manera de maximizar las ganancias de peso de los mismos.

La alimentación económica de los cerdos dependen del costo, la disponibilidad de las materias primas usadas en las condiciones locales. También va a influir la competencia del hombre y otros animales por estos mismos ingredientes.

A pesar de que las etapas de crecimiento y engorda del cerdo tiene requerimientos nutricionales menos críticos que las fases más tempranas, el balance de éstas no debe descuidarse, pues la deficiencia de algún nutriente como proteína puede resultar en una baja tasa de crecimiento y una pobre eficiencia alimenticia.

Tradicionalmente la harina de soya es la fuente principal de proteína en la alimentación de cerdos y aves; Sin embargo para los países latinoamericanos que no cultivan soya en gran escala, su uso se ve limitado, debido a su baja disponibilidad y alto costo en el mercado. Por eso, es importante buscar sustitutos de a la harina de soya, y entre éstos, una posibilidad que está surgiendo para Honduras y otros países, es la harina de desechos de camarón.

Actualmente la industria camaronera ha tomado mucho auge en nuestros países. En Honduras la producción anual de camarón entero en 1993 fue de 58,000 TM y tomando en cuenta que el rendimiento del camarón después del descabezado es de aproximadamente 60%, esto genera un volumen de desperdicios de 23,200 TM

(ANDAL, 1994). Estos residuos se dividen en sólidos y líquidos. Entre los primeros se tienen: cefalo-tórax, cutícula o caparazón, vísceras y fragmentos de carne que no han sido removidos en la operación de pelado, mientras que los desechos líquidos o efluentes están representados por las aguas de blanqueo. En la actualidad una considerable porción del descabezado del camarón es arrojado al mar por falta de equipos necesarios para su procesamiento, lo cual tiene repercusiones negativas al haber una contaminación del medio ambiente.

La harina, producto de la industrialización de los subproductos del camarón, se perfila como una fuente alterna de proteína de alto valor nutricional para la alimentación de animales domésticos. Existen bastantes datos documentados sobre el uso de este subproducto en la formulación de dietas para la alimentación de camarones y peces en cautiverio. En países como Japón, la harina de desechos de camarón es usada en formulaciones comerciales en una proporción de 20%. Igualmente en Estados Unidos, Indonesia, e Islandia es usada en gran escala, pues su disponibilidad es alta, su producción anual es de 1,207, 253, y 55 TM, respectivamente (FAO, 1993)

En Honduras esta es una posibilidad que no ha sido explotada, y debido a la escasa información técnica, se consideró de importancia evaluar el valor nutricional de los desechos de la industria camaronera en la alimentación de cerdos, para lo cual se plantea el presente estudio con los siguientes objetivos:

Objetivos

- 1.- Evaluar el efecto de la sustitución de diferentes niveles de la proteína de la harina de soya por la proteína de la harina de desechos de camarón, en las ganancias de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de cerdos en crecimiento y engorda.
- 2.- Evaluar el efecto que tiene la inclusión de la harina de desechos de camarón en las características lineales de la canal de los cerdos.
- 3.- Evaluar el efecto de la harina de desechos de camarón en las características organolépticas de la carne de los cerdos.
- 4.- Obtener parámetros biológicos que permitan hacer una recomendación con respecto al nivel más económico de sustitución de la harina de soya por la harina de desechos de camarón.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. REQUERIMIENTOS PROTEICOS DEL CERDO

Muy frecuentemente la falta de proteína representa el factor limitante en las raciones para la alimentación de cerdos. Esto se debe a que los granos de cereales y sus subproductos son deficientes en proteína para el cerdo, tanto en cantidad como en calidad. Por otro lado como los suplementos proteicos son caros, los productores tienen la tendencia a dar poca proteína.

Los animales necesitan constantemente proteínas, bien para formar nuevos tejidos, como en el caso de la etapa de crecimiento y la reproducción, o bien para el desgaste tisular. Si en una ración la proteína es deficiente los animales experimentan una reducción en el crecimiento o pierden peso.

Finalmente, la proteína será tomada de ciertos tejidos para mantener durante el período más largo el funcionamiento de los tejidos de importancia vital. La proteína es importante para formar leche, carne, piel, pezuñas, pelo, hormonas, enzimas, células de la sangre etc. Por lo tanto la proteína afecta a casi todas las funciones del cuerpo, habiéndose demostrado incluso, que si los animales reciben una ración adecuada en proteína son más resistentes a las infecciones.

2. USOS POTENCIALES DE LOS SUBPRODUCTOS DEL CAMARÓN

Hasta la presente fecha en Honduras no se ha iniciado la industrialización de los subproductos del camarón a nivel industrial. A nivel artesanal se han realizado intentos para emplear los desperdicios en la obtención de harina para consumo animal, más a manera de experimentación que como una actividad comercial propiamente dicha.

Además de sus propiedades alimenticias, los subproductos del camarón poseen otras propiedades como ser: medicinales, coagulantes, y aditivas. Los desperdicios del camarón pueden tener importancia como pigmentante debido a la presencia de un carotenoide denominado "Astaxantina". La quitina ha sido empleada en diferentes industrias como: cosméticos, adhesivos, fibras naturales o sintéticas, farmacéutica y bioquímica, y en la industria de la alimentación.

Desafortunadamente estos procesos industriales se ven limitados debido a la disponibilidad y estandarización de las materias primas, recolección y preservación de los desperdicios.

3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS DESECHOS DEL CAMARÓN

Los mayores componentes de los desechos del camarón son: agua, proteína, carbonato de calcio, y quitina.

Aguá:

Representa aproximadamente el 75 a 80% del peso total de los desechos.

Proteína:

Se presenta en dos formas: formando parte de los residuos carnosos o tejidos adheridos al caparazón, o como parte del caparazón y cutícula formando un complejo en unión con la quitina y el carbonato de calcio.

El primer tipo de proteína, denominado "proteína adventicia", puede ser separado por procedimientos mecánicos. El segundo tipo sólo puede ser separado del complejo que lo contiene mediante agentes químicos, con un tratamiento con una solución básica diluida.

Del contenido proteico total señalado en el Cuadro 1, habrá por tanto que considerar los porcentajes respectivos según el tipo de proteína del modo siguiente:

Cuadro 1. Contenido de proteína aportada, según el tipo de desechos en la harina de camarón.

	% de participación de los desechos	
	Céfalo-tórax	Cutícula
Adventicia	60.00	70.00
Complejo	40.00	30.00

Fuente: CENDES, 1980.

Quitina:

Es un N polisacárido acetal glucosamina que se encuentra formando parte del complejo "quitina-proteína-minerales" en la cutícula y caparazón del crustáceo. En análisis de desechos de camarón efectuados en Industrial prospects for chitin and protein for shellfish wastes en 1977, (citado por Pond y Maner, 1986), se encontró valores de quitina que oscilaban en desechos de céfalo-tórax de 13.5 y 17.5 %, y en cutículas 24 y 27%.

Carbonato de Calcio

Constituye uno de los principales componentes de los desechos; en análisis químicos que se han efectuado, no figura su contribución en forma aislada, si no que se encuentra formando parte de otros componentes. Sin embargo sus porcentajes son relativamente altos como se puede ver en el Cuadro 2

Cuadro 2. Contenido de carbonato de calcio de los desechos del camarón

	% de carbonato de calcio	
	Céfalo-tórax	Cutícula
Materia Seca	25-27	33.00
Materia Húmeda	5-6.75	6.6-8.2

Fuente: Industrial prospects for chitin and protein from Shellfish wastes. 1977.

4. ELABORACION DE HARINA DE CAMARON A PARTIR DE LOS DESPERDICIOS DE LA INDUSTRIA CAMARONERA

4.1 DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA

La disponibilidad de materia prima para un posterior tratamiento tecnológico presenta características particulares, relacionadas especialmente con el aspecto cualitativo, el mismo que constituye un elemento esencial, al considerar una posible utilización comercial de estos residuos.

Se deben analizar dos alternativas, previo a la industrialización de los desechos:

- a.- Recolección de los residuos a gran escala
- b.- Utilización de los desechos de una misma empacadora

Debido a que los desechos no son tratados antes del procesamiento, se debe efectuar una rápida recolección y dar almacenamiento frigorífico apropiado o mediante los procesos de cocción o secado, o usando productos así como el bisulfito de sodio, santonin, para su conservación.

La primera opción permitiría trabajar con grandes cantidades de desechos, aprovechando todo el volumen generado por diferentes plantas empacadoras de camarón, Sin embargo es una posibilidad que debe ser cuidadosamente analizada, debido a que se tendría una materia prima muy heterogénea, lo que traería como consecuencia muchas variaciones en el análisis químico y nutricional de la harina

La segunda alternativa, limitaría el volumen de producción de harina de camarón a la capacidad de una planta empacadora de generar desperdicios.

4.2 HARINA DE DESECHOS DE CAMARÓN

Es el desecho que queda de la industria del camarón, consistente de cabezas, y caparazones y algunas veces camarones enteros, que son sometidos a un proceso de secado. (Meyers y Rutledge, 1971)

En la práctica la harina de desechos camarón raramente contiene sólo caparazón, colas, o sólo cabezas, sino que una mezcla variable de estos componentes. En un análisis de una muestra de la materia prima empleada en un experimento de alimentación de aves, se encontró que el 81% correspondía a cabezas de camarón, 9.75% a peces pequeños, 6.6% a peces grandes, ambos del género *Gambusia sp*, 1.0% a camarón entero, y 1.5 % a cola de camarón. (Rosenfeld, 1994)

4.3 COMPOSICION QUIMICA DE LA HARINA DE DESECHOS DE CAMARON

Debido a las diferencias en las especies, la proporción de cabezas, colas y camarones presentes en los desperdicios, así como el tratamiento que se le da a éstos durante el almacenamiento y las técnicas de procesamiento, se encuentran diferencias significativas en el nivel y la calidad de la proteína, la que oscila entre 46 y 49%, con un patrón de aminoácidos comparables a la harina de pescado y muchas otras harinas de crustáceos usadas en dietas de animales (Meyers y colaboradores, 1971). Valores similares de proteína fueron obtenidos del análisis de varias muestras de la harina de desechos de camarón utilizadas en este experimento, proveniente de Productos del Golfo (San Lorenzo, Valle. Honduras), las que oscilan entre 49.5 y 50.5%.

Por otro lado análisis efectuados por el Instituto Nacional de Higiene de Ecuador se obtuvieron valores de 46.6 y 48.2% de proteína cruda. (CENDES, 1980). La harina de camarón elaborada de la cabeza del crustáceo podría considerársela por sí sola como un suplemento proteico debido al alto contenido de proteína de ésta (Rodríguez, 1959, citado por Rosenfeld, 1994.) Meyers y colaboradores al en 1973 reporta valores de 53.5% para harina de cabezas de camarón.

Las técnicas de procesamiento, así mismo afectan el contenido de proteína cruda en la harina de desechos de camarón; En muestras procesadas por métodos artesanales, con procedimientos inadecuados de almacenamiento y secado de la harina que fueron analizadas en la Escuela Agrícola Panamericana, se encontró un valor de proteína de 43%.

Meyers y colaboradores (1971), también encontró variaciones en el contenido de proteína cruda corregida, los cuales oscilaban entre 22.8 y 53.5%, dependiendo del método de procesamiento al que eran sometidos los desperdicios del camarón (Ver Cuadro 3)

En determinaciones kjeldal, los valores de nitrógeno obtenidos incluyen nitrógeno de la proteína de la quitina, por lo tanto es esencial que la estimación del nivel de quitina sea calculado. Un método para determinar el monto de quitina en la harina de desechos de camarón, aunque un tanto rústico, es a través de un examen de la fibra cruda contenida en la harina (Lowel, 1950, citado por Pond y Maner, 1986)

Los desechos del camarón tienen una tasa de eficiencia proteica de 2.48%, comparada con 3.13% de la caseína; además tiene una tasa de promoción del crecimiento de 80%, tan eficiente como la caseína. (Poma y James, 1975, citado por Pond y Maner, 1986).

Por otra parte el alto contenido de cenizas o minerales de la harina de desechos de camarón, el que se encuentra en valores de 25.4%, es derivado del exoesqueleto del camarón. El carbonato de calcio es responsable de la esclerotización del exoesqueleto y constituye mucho de la materia mineral, la que es de 30% en desechos de caparzones o 17% en el camarón entero. (Thurston y MacMaster, 1969, citado por Pond y Maner, 1986). De igual manera se encuentran diferencias muy significativas en el contenido de calcio de la harina según el método de procesamiento y la proporción de los componentes de la materia prima (Ver Cuadro 3)

El calcio puro en la harina de desechos de camarón empleada en formulaciones avícolas en los Estados Unidos se encuentra en un nivel de 7.35%. Por otra parte, en las harinas empleadas en este experimento se obtuvo un valor de calcio de 5.4% y fósforo de 1.7%.

Existe un desbalance entre el calcio y el fósforo, lo que podría ser detrimental, sobre todo en la harina de cabezas de camarón. La adición de ácido fosfórico, ayuda a la obtención de un balance más favorable de la relación calcio-fósforo en la ración.

Cuadro 3. Análisis químico de diferentes harinas de desechos de camarón.

Descripción	Harina deshidratada (%)	Harina secada al sol (%)	Cabezas de camarón (%)	Caparzones de camarón (%)
Proteína cruda	37.30	51.70	58.20	45.90
Quitina	20.60	9.00	11.10	54.20
Proteína corregida*	28.50	47.80	53.50	22.80
Calcio	15.00	7.00	-	11.10
Fósforo	2.20	1.50	-	3.66

*Corrección eliminando la proteína ligada a la quitina.

Fuente: Adaptado de Meyers y colaboradores, 1973.

En cuanto al contenido de aminoácidos de éstos, son comparables a las de otras fuentes de proteína como la harina de soya y la harina de pescado. La harina de desechos de camarón empleada por Rosenfeld (1994), en formulaciones de dietas experimentales para la alimentación de aves en la Escuela Agrícola Panamericana, mostró valores de lisina de 2.93% (Woodson-Tenent, Lab. Inc, 1993).

Toma y James (1975), y Meyers (1976)(citados por Pond y Mamer, 1986), encontraron valores de lisina de 3.09% en harina secada al sol, mientras que Kondos (1977)(citado por Pond y Mamer, 1986) reporta valores de lisina de 2.7% en harina de cabezas de camarón (Ver Anexo 1). Jarquin y colaboradores en 1972, encontró niveles de lisina que oscilaban entre 1.98 y 3.41%.

Por lo tanto se observa que la harina de desechos de camarón presenta un nivel de aminoácidos variables, lo cual es consecuencia de la diversidad de las materias primas empleadas en cada caso para la elaboración de este producto. Es por eso, que es muy importante realizar eficientemente el procesamiento del producto para conservar su contenido de aminoácidos.

4.4 PROCESO DE ELABORACION DE LA HARINA DE DESECHOS DE CAMARON

El proceso para la elaboración de la harina de desechos de camarón es relativamente sencillo, e incluye tres procedimientos que son: cocción, secado, y molienda. En Estados Unidos el desperdicio utilizado generalmente ya ha sido sometido a cocción durante el proceso integral del camarón. En cambio las empacadoras locales se dedican sólo al congelamiento y empaquetado del crustáceo, siendo por tanto, necesaria su cocción.

4.4.1 Cocción

Para la cocción de los desperdicios se usa fuego directo o vapor; una vez que el agua alcanza el punto de ebullición o sea 100°C, el tiempo de cocción será de aproximadamente 10 minutos. Al agua se le añade sal en cantidades que varían entre el 2 y 12% del peso del desperdicio. El contenido de sal permitirá obtener un producto más estable y que no se descompondrá rápidamente en el tiempo. Los niveles de sal en el producto no deberían ser mayores al 7%; Cuando los niveles de sal están por arriba del 3%, éstos deben ser especificados en el producto final. (Pond y Maner, 1986)

4.4.2 Secado

Consiste básicamente en deshidratar los desperdicios hasta que el contenido de humedad se reduzca a un 6 a 8%, punto en que se facilita su trituración y almacenamiento. La fase de secado es la más delicada del proceso, pues pueden afectarse los caracteres cualitativos del producto por desnaturalización de la proteína. Los métodos de procesamiento usados, como, vapor, aire caliente o secado al sol, y la intensidad de calor aplicado durante el procesamiento, afectan directamente el valor pigmentante y nutricional de la harina (Meyers y Rutledge, 1971)

En el Cuadro 4 se puede observar un análisis comparativo de la composición de la harina de camarón obtenida a partir de dos procedimientos generales: secado al sol, y el secado artificial. Esto da la pauta del control que se debe tener sobre el parámetro temperatura durante el procesamiento de la harina y es por eso que ésta debe permanecer baja (50-70 °C), con el fin de minimizar la degradación del producto y por ende conservar el valor nutricional de la misma (CENDES, 1980).

Cuadro 4. Contenido de nutrientes en la harina de desechos de camarón según el proceso de secado.

Componentes	Secado al Sol	Deshidratación
Humedad	9.1	7.5'
Grasa	2.9	1.3
Fibra Cruda	10.4	21.4
Proteína cruda*	48.4	34.1
Cenizas	26.9	38.2
Calcio	7	1.5
Fósforo	1.5	2.2

*Incluido el % correspondiente a la quitina

Fuente: Adaptado de Utilization of Economically Valuable by Products from the Shrimp Processing Industry (CENDES, 1980)

4.4.3 Molienda

Una vez que el producto ha sido secado se encuentra listo para la operación de molienda. Lo ideal es triturar los desperdicios con un contenido de humedad de 5 a 8%, con lo que se consigue mayor rendimiento, a parte del mejoramiento de la calidad del producto final que se obtiene. La granulación del material molido, es menor en el caso de las cutículas que en el de céfalo-tórax (CENDES, 1980).

5. ANTECEDENTES DEL USO DE LA HARINA DE DESECHOS DE CAMARON EN LA ALIMENTACION DE CERDOS

Varias notas de referencia, muestran el valor de la harina de desechos de camarón como un satisfactorio suplemento proteico para cerdos y aves. Pérez (1932) y Santiago (1926)(citados por Pond y Maner, 1986), suministraron dietas basadas en maíz, harina de copra, alfecho de arroz suplementadas con desechos de rastro (tankaje) o harina de desechos de camarón y en las veces en que fueron conducidos los estudios, el 5% de suplemento de harina de desechos de camarón se obtuvieron resultados satisfactorios. En

cambio Angel (1935)(citado por Pond y Maner, 1986), obtuvo buenos resultados cuando 5-20% de harina de desechos de camarón fue suministrada.

Bray y colaboradores (1932)(citado por Pond y Maner, 1986), en la Universidad Estatal de Louisiana, emplearon harina de camarón en sustitución del tankaje standard usado como suplemento en dietas de cerdos en crecimiento y engorda. La harina de desechos de camarón fue superior al tankaje como suplemento al maíz o maíz y pulidura de arroz, así como también fue más palatable para los cerdos

Es interesante destacar que cuando la harina de desechos de camarón fue suministrada como suplemento proteico en combinación con otras fuentes de proteína, como harina de algodón, se obtuvieron resultados ligeramente superiores, que cuando fue dada sola. Como se puede ver en el Cuadro 5, las ganancias diarias de peso oscilaban entre 700 y 760 g, en contraste con 610 y 660 g obtenidos con el tankaje como suplemento; Asimismo la conversión alimenticia fue mejor cuando se suplementó con harina de desechos de camarón en combinación con otros suplementos proteicos.

Cuadro 5. Comparación de harina de desechos de camarón y tankaje como suplemento a maíz o maíz y pulidura de arroz en dietas para cerdos en crecimiento.

Descripción	Dietas con sólo un suplemento		Dietas con otros suplementos	
	H.de camarón	Tankaje	H. de camarón	Tankaje
Ganancia de peso (g/d)	700	610	760	660
Conversión alimenticia	3.84	3.75	3.5	3.63

Fuente: Bray y colaboradores, 1932.(citado por Pond y Maner, 1986)

Kundos en 1977 (citado por Pond y Maner, 1986), realizó una serie de estudios con cerdos en crecimiento y engorda (peso inicial de 23 kg.) y como puede observarse en el Cuadro 6, mostró que la harina de desechos de camarón usada como suplemento a

dietas basadas en sorgo, produce ganancias diarias de peso de 400 g, igual a las obtenidas con harina de soya, cascina y harina de sangre, ó harina de carne.

Cuadro 6. Resultados de cerdos alimentados con diferentes suplementos proteicos a dietas de cereales.

Fuente de proteína	Ganancia de peso (g/d)	Consumo de alimento (kg/d)	Conversión alimenticia
H. de camarón	400	1.16	2.94
H. de soya	500	1.30	2.59
H. de sangre	460	1.14	2.48
H. de carne	430	1.14	2.68
Cascina	460	1.19	2.60

Fuente: Adaptado de Kondos, 1977 (citado por Pond y Maner, 1986)

III. MATERIALES Y METODOS

1. Localización del estudio

El experimento fue llevado a cabo en la Unidad de Producción Porcina, Departamento de Zootecnia del Zamorano, ubicada a 37 km. al este de Tegucigalpa, Honduras.

El experimento tuvo una duración de 139 días comprendidos entre el 23 de Agosto de 1994 al 9 de enero de 1995.

2. Animales

Se utilizaron 60 animales híbridos de la raza Duroc x York x Landrace y cruces con verracos de la Pig Improvement Company, con un peso promedio de 25 kg. Los cerdos fueron distribuidos en tres grupos de 20 cerdos cada uno. Cada grupo se dividió en 5 lotes homogéneos de 4 animales de acuerdo al peso (2 hembras y 2 machos)

3. Alojamiento

Los animales fueron alojados en corrales de piso de concreto y con un área promedio de 12 m², provistos de comederos de tolva automática y bebederos de chupete para cada corral.

4. Tratamientos experimentales

Se usaron 5 tratamientos, los que consistían de cuatro niveles de sustitución de la proteína de la harina de soya (SPHS) por la proteína de la harina de desechos de camarón (PHDC).

Tratamiento I	Dieta Control
Tratamiento II	Dieta con 25% de SPHS por la PHDC.
Tratamiento III	Dieta con 50% de SPHS por la PHDC.
Tratamiento IV	Dieta con 75% de SPHS por la PHDC.
Tratamiento V	Dieta con 100% de SPHS por la PHDC.

Las dietas para cerdos en crecimiento fueron formuladas en base a 15% de proteína cruda

y 0.75 de lisina como mínimo, y las de engorda con 13% de proteína cruda y 0.65 de lisina. La composición porcentual y nutricional de las dietas se muestran en el Cuadro 7.

Las dietas fueron formuladas por medio del programa MIXIT-2

Cuadro 7a. Ingredientes y composición nutricional de las dietas para cerdos en crecimiento

Ingredientes	Dietas				
	Porcentaje de la proteína suplementaria proveniente de la harina de desechos de camarón.				
	Control	25%	50%	75%	100%
Maíz blanco	66.85	67.77	68.84	69.94	71.03
Harina de soya (48%)	18.99	14.80	9.90	4.90	0.00
Harina de camarón	0.00	3.85	8.35	12.93	17.42
Melaza	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Sal común	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Carbonato de calcio	1.96	1.53	1.03	0.50	0.00
Biofos	1.58	1.42	1.24	1.06	0.88
Vitamelt cerdos	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Lisina	0.00	0.00	0.012	0.024	0.035
Costos (Lempiras)	90.51	88.81	86.95	85.12	83.29
Contenido nutricional					
Nutriente	Control	25%	50%	75%	100%
Proteína cruda	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Energía digerible	3278.00	3249.00	3215.00	3180.00	3147.00
Lisina	0.76	0.75	0.75	0.75	0.75
Metionina + Cistina	0.54	0.57	0.60	0.64	0.67
Calcio	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
Fósforo	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65

Cuadro 7b. Ingredientes y composición nutricional de las dietas para cerdos en engorda

Ingredientes	Dietas				
	Porcentaje de la proteína suplementaria proveniente de la harina de desechos de camarón.				
	Control	25%	50%	75%	100%
Maíz blanco	73.17	73.82	74.60	75.38	76.16
Harina de soya (48%)	13.58	10.59	7.06	3.53	0.00
Harina de camarón	0.00	2.74	5.98	9.21	12.45
Melaza	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Sal común	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Carbonato de calcio	1.40	1.09	0.73	0.37	0.00
Biofos	1.18	1.07	0.94	0.81	0.68
Vitamelk	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Lisina	0.044	0.051	0.059	0.068	0.076
Costos (Lempiras)	86.64	85.52	84.19	82.89	81.56
Contenido nutricional					
Nutriente	Control	25%	50%	75%	100%
Proteína cruda	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
Energía digerible	3302.00	3282.00	3257.00	3233.00	3208.00
Lisina	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
Metionina + Cistina	0.48	0.51	0.53	0.56	0.58
Calcio	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
Fósforo	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55

5.- Controles experimentales

Las variables medidas en el experimento fueron las siguientes:

5.1 Ganancias diarias de peso

Los animales fueron pesados individualmente cada dos semanas y en cada pesaje se controló la ganancia de peso, consumo de alimento, y conversión alimenticia; calculándose éstos por corral o grupo de 4 animales.

5.2 Consumo de alimento

El alimento fue suministrado ad-libitum, pesándose la cantidad diariamente. El consumo de alimento se obtuvo de la diferencia entre el concentrado ofrecido y el sobrante al final de cada 2 semanas.

5.3 Características de canal

Los animales se sacrificaron a un peso promedio de 92.5 kg., y se tomaron las siguientes características lineales de la canal de los cerdos como:

1. Rendimiento de canal: Medición tomada sin incluir cabeza, patas, y vísceras.
2. Longitud de canal, medida desde el punto anterior de la pelvis (sínfisis isquiopubiana) al borde anterior de la primera costilla en el esternón
3. Grasa Dorsal, el espesor de la grasa dorsal es el promedio de tres mediciones efectuadas en tres puntos: Última vértebra lumbar (región sacra), primera costilla (región dorsal) y última costilla (a la altura de la espalda).
4. Area de lomo u ojo de chuleta, medida a la altura de la décima costilla.

5.4 Características organolépticas de la carne

Se realizó una prueba sensorial simple de tipo organoléptica de la carne de los cerdos de los diferentes tratamientos. Para ello se usaron chuletas que fueron asadas al carbón sin ningún aditivo, sólo sal. Estas fueron suministradas a 25 personas, a las que se les proporcionó un formato de evaluación para detectar la posible presencia de residuos de olor o sabor a camarón en la carne.

Los parámetros empleados en el formato utilizado para la evaluación de las chuletas asadas puede observarse en el Anexo 5.

6. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completo al azar (DCA), configurado por 5 tratamientos. Los 60 animales fueron asignados aleatoriamente en 15 corrales (4 animales por corral). Por lo tanto para cada tratamiento se utilizaron 12 animales, de los cuales 6 eran hembras y 6 machos castrados. Los datos fueron analizados por medio del programa de análisis estadísticos MSTATC, en el cual se realizaron análisis de varianza, covarianza, y separación de medias. También los resultados fueron evaluados en regresión usando el sistema de coeficientes ortogonales para tratamientos igualmente espaciados.

7. Análisis de Laboratorio de la harina de desechos de camarón

La harina fue obtenida de dos toles, y por lo tanto fue necesario realizar un análisis proximal de cada uno de ellos para determinar su composición química y posible variación siguiendo los métodos de la AOAC.

Los análisis realizados fueron: Humedad, Cenizas, Proteína cruda, Fibra cruda, Extracto etéreo, Extracto libre de nitrógeno, Calcio, y Fósforo, y aparecen en el Cuadro 8

Cuadro 8. Análisis proximal promedio de la harina de desechos de camarón empleada en el experimento.

Determinación	%
Materia seca	10.10
Cenizas	16.30
Proteína cruda	50.10
Extracto etéreo	8.90
Fibra cruda	6.80
Calcio	5.20
Fósforo	1.50

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en este experimento se presentan divididos en dos partes. En la primera se resumen los resultados correspondientes a los parámetros de comportamiento de los animales. En segundo lugar se muestran los resultados que corresponden a las características lineales de la canal de los cerdos, conjuntamente con una apreciación general de las características organolépticas de la carne y un análisis económico parcial de cada una de las dietas evaluadas.

1. Parámetros de comportamiento

En esta sección se muestran los resultados para las variables ganancias diarias de peso, consumos de alimentos y eficiencias de conversión alimenticia. Estos datos se presentan divididos para las etapas de crecimiento (25 a 50 kg.), engorda (50 a 90 kg.), y finalmente para la etapa total (desde 25 a 90 kg.).

1.1 Ganancias diarias de peso.

Los resultados de ganancias diarias de peso se presentan en el Cuadro 9 y Figura 1.

Cuadro 9. Ganancias diarias de peso (g) en la etapa de crecimiento, engorda, y la etapa total

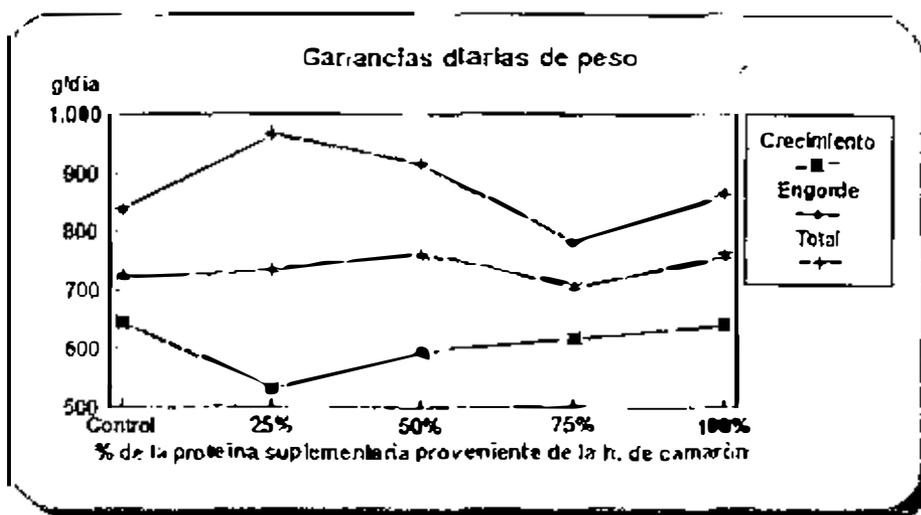
Etapa	Porcentaje de la proteína suplementaria proveniente de la harina de desechos de camarón .					Probab.	C.V.(%)
	Control	25%	50%	75%	100%		
Crecimiento	644.00	533.00	593.00	617.00	642.00	N.S.	18.75
Engorda	839 ^{bc}	967 ^a	918 ^{ab}	783 ^c	865 ^{abc}	0.0307	15.43
Total	724.00	735.00	767.00	704.00	759.00	N.S.	12.59

N.S. = No significativo

C.V. = Coeficiente de variación

Letras iguales significa que no hay diferencias significativas entre medias de una misma fila

Figura 1



Como se puede observar para el periodo de crecimiento no se encontró diferencias significativas, presentando la mayoría de los tratamientos ganancias de peso sobre 600 g/día. El único tratamiento que presentó durante este periodo un comportamiento irregular fue el de 25 % sustitución de la proteína de la harina de soya (SPHS), por la proteína de la harina de desechos de camarón (PHDC), los cuales por razones desconocidas experimentaron una etapa de diarrea crónica, lo cual redujo sus ganancias (533 g/día). Sin embargo, éstos se recuperaron posteriormente y como se observará más adelante, estos cerdos corresponden al tratamiento que tuvo las mayores ganancias de peso en el periodo de engorda, posiblemente debido a un efecto de crecimiento compensatorio. Como se observa en la Figura 1, en este periodo las ganancias no presentaron tendencias lineales o cuadráticas al aumentar el nivel de sustitución de la harina de soya en la dieta.

En la etapa de engorda, se encontraron diferencias significativas en las ganancias diarias de peso ($P < 0.03$) entre los tratamientos. Sin embargo, con respecto al tratamiento control, es sólo el tratamiento con 25% de SPHS por la PHDC, el que mostró ganancias

de peso significativamente superiores (966 g/día). El resto de los tratamientos no fueron estadísticamente diferentes al tratamiento control, observándose en todos ellos ganancias de peso superiores a 750 g/día, que pueden considerarse como excelentes para esta etapa. Nuevamente al igual que en el periodo de crecimiento y como se observa en Figura 1 las ganancias de peso no mostraron tendencias lineales o cuadráticas al analizarlas en regresión.

Para el periodo total las ganancias diarias no fueron estadísticamente diferentes y fluctuaron entre 724 a 763 g/día. Lo anterior supera los resultados reportados por Kondos (1977)(citado por Pond y Maner, 1986), quien encontró ganancias de peso de 400 g/día cuando los cerdos eran alimentados con una dieta en base a harina de desechos de camarón. Estos datos son similares a los obtenidos con dietas cuando harina de soya forma el 100% de proteína suplementaria, con las cuales, las ganancias de peso oscilan entre 730 y 780 g/día.

1.2 Consumo de alimento.

En el Cuadro 10 y en la Figura 2, se pueden observar los resultados obtenidos con relación al consumo de alimento de los cerdos.

Cuadro 10. Consumo diario de alimento (kg/d) en la etapa de crecimiento, engorda, y periodo total

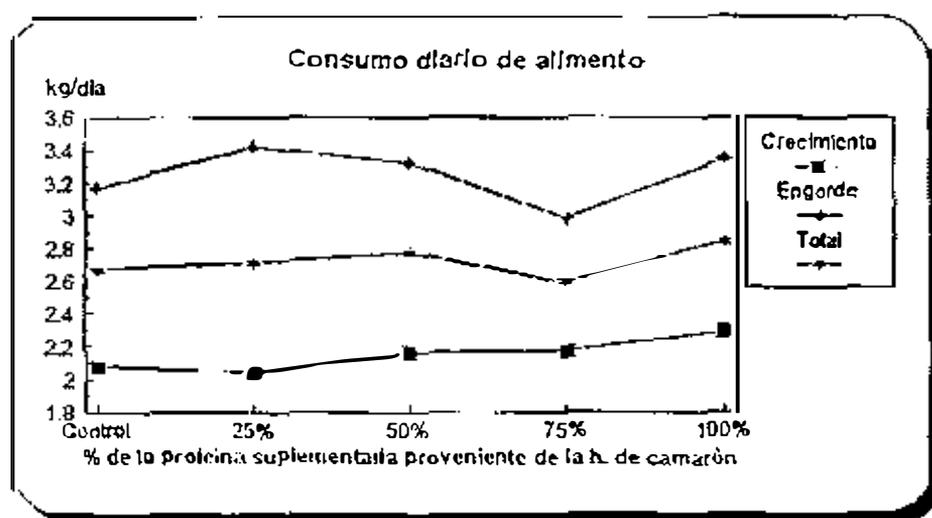
Etapa	Porcentaje de la proteína suplementaria proveniente de la harina de desechos de camarón.					Probab	C.V.(%)
	Control	25%	50%	75%	100%		
Crecimiento	2.07	2.04	2.16	2.17	2.29	N.S.	6.52
Engorda	3.17	3.42	3.32	2.98	3.35	N.S.	7.75
Total	2.66	2.71	2.77	2.59	2.85	N.S.	5.00

N.S. = No significativo

C.V. = Coeficiente de variación

Como puede observarse, tanto en la etapa de crecimiento como en la de engorda, no hubo diferencias estadísticas significativas en la cantidad de alimento consumida diariamente. Los valores de consumo de alimento para la etapa de crecimiento, oscilaron entre 2.04 y 2.16 kg/día, y son superiores a los reportados por Knndos (1977)(citado por Pond y Maner, 1986),, quien alimentando cerdos en crecimiento con harina de desechos de camarón, encontró valores de consumo de 1.16 kg/ día. No obstante estos valores son inferiores a los encontrados por Bray y col. (1932)(citado por Pond y Maner, 1986), quienes en trabajos experimentales alimentando cerdos en crecimiento con dietas a base de harina de desechos de camarón como único suplemento proteico y dietas con harina de desechos de camarón y harina de algodón, reportan valores de consumo de alimento de 2.66 y 2.69 kg/día respectivamente.

Figura 2.



Para la etapa de engorda, los valores de consumo de alimento, en todos los tratamientos, estuvieron entre 3.0 y 3.4 kg/día. De igual manera para el período total, tampoco se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, en donde los valores de

consumo de alimento para todos cijos estuvieron entre 2.6 y 2.8 kg/día. Como se puede ver en el Gráfico 2, al igual que en las ganancias diarias de peso, tampoco se encontró efecto lineal o cuadrático al aumentar la cantidad de harina de desechos de camarón en la dieta.

Lo expuesto anteriormente sugiere que la harina de desechos de camarón puede ser utilizada hasta en un 100% de SPHS, tanto en la etapa de crecimiento como en la de engorda, sin que ello afecte el consumo de alimento de los cerdos, pues todas las dietas que incluyeron harina de camarón tuvieron buena palatabilidad. Efectos similares obtuvo Rosenfeld (1994), quien alimentando pollos y gallinas ponedoras con la misma harina de camarón usada en el presente estudio, no encontró ningún efecto sobre el consumo de alimento de las aves.

1.3 Conversión alimenticia

En el Cuadro 11 se presentan los resultados correspondientes a la conversión alimenticia de los cerdos.

Cuadro 11. Conversión alimenticia en la etapa de crecimiento, engorda y periodo total

Etapa	Porcentaje de la proteína suplementaria proveniente de la harina de camarón.					Probab	C.V.(%)
	Control	25%	50%	75%	100%		
Crecimiento	3.22	3.85	3.65	3.52	3.57	N.S.	7.51
Engorda	3.82	3.55	3.62	3.82	3.87	N.S.	7.75
Total	3.67	3.67	3.63	3.69	3.75	N.S.	6.92

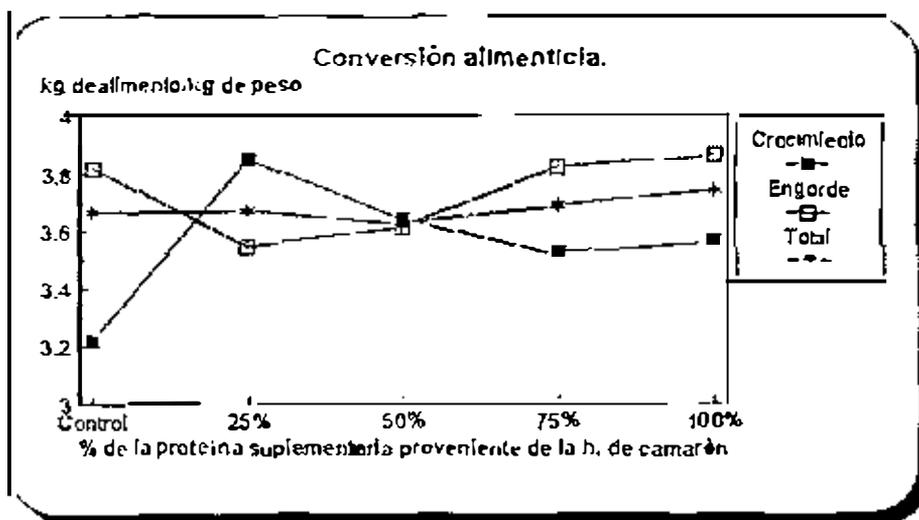
N.S. = No significativo C.V. – Coeficiente de variación

Como se puede ver en el Cuadro 11, tanto en la etapa de crecimiento, como en la de engorda, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Las conversiones alimenticias obtenidas en la etapa de crecimiento fluctuaron entre 3.2 y 3.6,

excepto el tratamiento con 25% de SPHS por PHDC, el cual mostró valores un poco altos (3.85), debido a que los animales como se dijo anteriormente, sufrieron una diarrea que disminuyó las ganancias de peso, pero no el consumo de alimento. Estos valores son similares a los encontrados por Bray y colaboradores (1932) (citado por Pond y Maner, 1986), quienes reportan conversiones que oscilan entre 3.5 y 3.84. No obstante las conversiones reportadas por Kondos (1977) (citado por Pond y Maner, 1986), también para la etapa de crecimiento son superiores (2.94), a las obtenidas en este experimento. Por otro lado las conversiones que presentaron los cerdos en engorda están entre 3.5 y 3.9. Estos valores son un poco altos, si se les compara con los resultados obtenidos en cerdos alimentados con harina de soya como único suplemento proteico, los cuales oscilan entre 3.3 y 3.5.

Así mismo no hubo diferencias estadísticas significativas para esta variable durante el período total, en el que tampoco se encontraron tendencias lineales o cuadráticas, al aumentar el nivel de SPHS por la PHDC, tal como se puede observar en la Figura 3.

Figura 3



Es importante destacar, que a pesar que estadísticamente no existieron diferencias significativas para la variable conversión alimenticia en ninguna de las etapas, las ligeras diferencias numéricas entre tratamientos, se reflejaron en variaciones en el costo del alimento por kilogramo de peso vivo en la etapa de engorda, como se verá mas adelante, debido a que el precio de la harina de desechos camarón (Lps 120.00), en la actualidad es inferior al de la harina de soya (Lps 160.00). No obstante, esta es una ventaja potencial que estará supeditada a las fluctuaciones que se den con los precios entre uno y otro producto.

2. Características de canal

Los resultados generales de las características de canal se presentan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Características lineales de la canal de los cerdos

Descripción	Porcentaje de la proteína suplementaria proveniente de la harina desechos de camarón					Probab	C.V.(%)
	Control	25%	50%	75%	100%		
Rendimiento de canal (%)	68.2ab	66.5b	68.2ab	69.5a	66.9b	0.0229	3.18
Longitud de canal (cm)	76.60	77.20	77.90	76.60	76.60	N.S.	2.73
Grasa dorsal (cm)	3.04a	3.13a	2.68b	2.81ab	3.11a	0.0374	13.96
Area de lomo (cm ²)	43.4a	37.4b	44.1a	43.4a	39.4ab	0.0257	14.35

N.S. = No significativo

C.V. = Coeficiente de variación

Letras iguales significa que no hay diferencias significativas entre las medias de una misma fila.

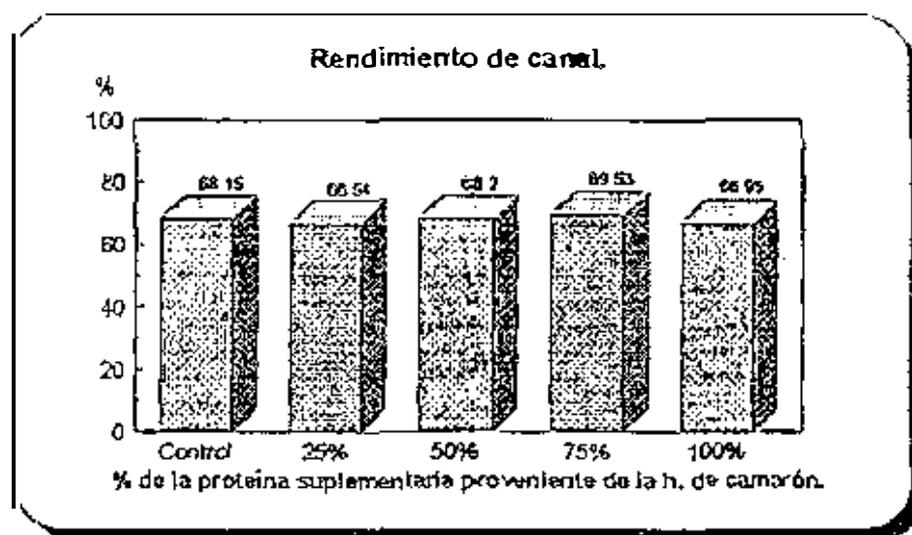
2.1 Rendimiento de canal fría.

Los valores para rendimiento de canal fluctuaron entre 66.5 y 69.5%, siendo estadísticamente diferentes ($P=0.023$), Sin embargo éstas diferencias se debe a que los cerdos con la dieta de 75% de SPHS por la PLDC, tuvieron el mayor rendimiento de canal (69.5%), pero que no fue diferente estadísticamente al obtenido con la dieta control.

A pesar de que no existen datos documentados de rendimiento de canal de cerdos alimentados con harina de desechos de camarón, con los cuales se puedan comparar los resultados de este experimento, los valores encontrados están en el rango normal que se reportan en la literatura para canales de cerdos comerciales sin cabeza, el cual oscila entre 68 y 72% (Flores y Agraz, 1992)

Estos valores de rendimiento como se observa en la Figura 4, no presentan un efecto lineal, ni cuadrático, al aumentar progresivamente el nivel de sustitución de la proteína de la harina de soya por la proteína de la harina de desechos de camarón.

Figura 4

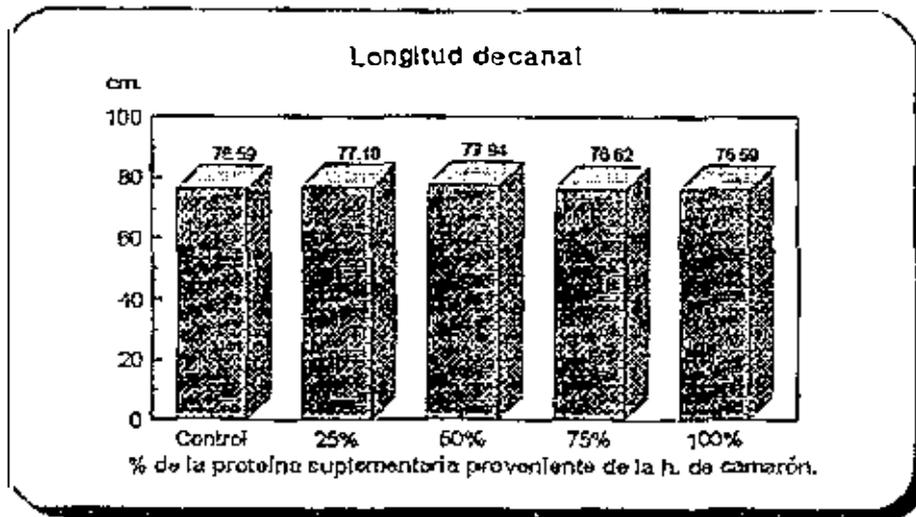


2.2 Longitud de canal

El largo de la canal de los cerdos no presentó diferencias significativas, presentando todos los tratamientos valores superiores a 76 cm. Estos resultados se encuentran dentro del rango normal de los valores para longitud de canal de un cerdo de 90 a 100 kg de tipo cárnico, el cual es de 76 a 80 cm, según lo reporta Flores y Agraz (1992).

En la Figura 5 puede observarse que la longitud de canal tampoco presentó un efecto lineal o cuadrático.

Figura 5.



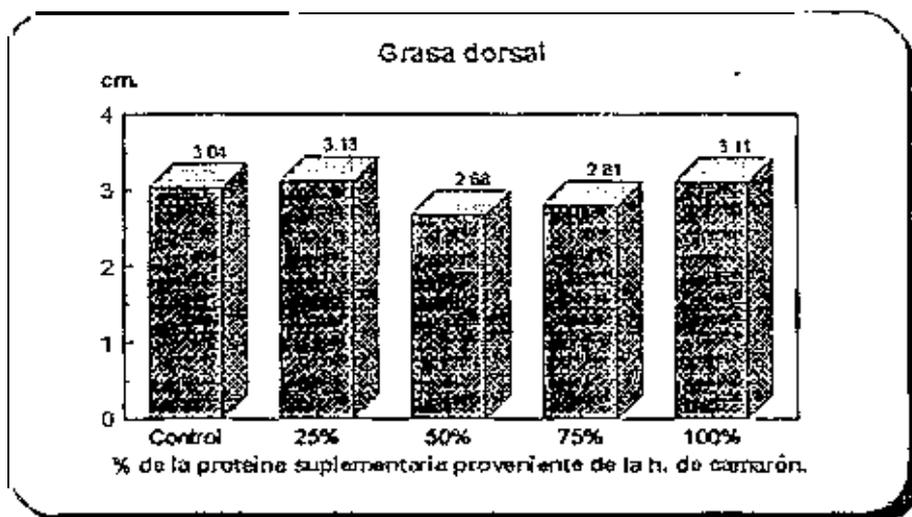
2.3 Grasa dorsal

Los resultados para grasa dorsal fueron estadísticamente diferentes ($P = 0.037$), sin embargo con respecto al tratamiento testigo (30.4 mm), sólo el tratamiento con 50% de SPHS por PHDC fue el que presentó el menor valor de grasa dorsal (26.8 mm)

Los requisitos de espesor de la grasa dorsal reportados en la literatura se encuentran entre 27 a 40 mm. (Flores y Aguirre, 1992). En un estudio realizado con cerdos de 90 a 93 kg., reporta como valores de grasa aceptables, aquellos que oscilan entre 33 y 37 mm (Bowland y Standish, 1966. citado por Pond y Maner, 1986).

Los valores de grasa dorsal encontrados en este experimento están en el rango normal reportado por otros autores para canales de cerdo de 90 a 100 kg. y como se puede observar en la Figura 6, estos datos tampoco muestran tendencias lineales o cuadráticas

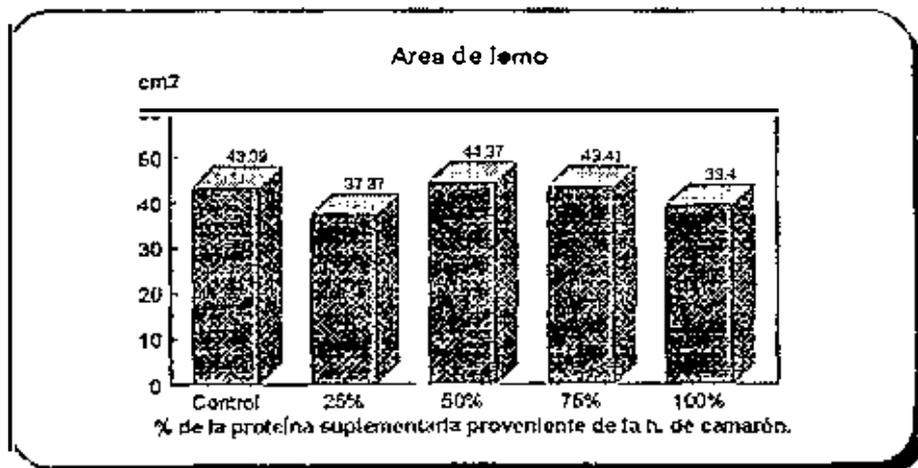
Figura 6.



2.4 Área de lomo

Los valores de área de lomo presentaron diferencias significativas ($P=0.026$) entre tratamientos. Sin embargo al igual que para la grasa dorsal, estas diferencias se debe al bajo valor presentado por el tratamiento con 25% de SPHS por PHDC (37.4 cm^2), que es el único que resulta diferente del tratamiento control (43.4 cm^2). En la Figura 7, se observa que estos valores tampoco siguieron una tendencia lineal o cuadrática al variar el nivel de harina de desechos de camarón en la dieta.

Figura 7.



De acuerdo a estos resultados se puede concluir que a pesar que alguna de las características de carnal presentaron diferencias significativas, estas se deben a valores individuales y en general no hubo ninguna evidencia que indicara que hay un efecto significativo en estas características al usar harina de desechos de camarón en reemplazo de la harina de soya.

3. Características organolépticas de la carne

Debido a que esta prueba sensorial se hizo con un panel integrado por personas no entrenadas para ello, no se evaluaron estadísticamente los resultados de las calificaciones obtenidas en la degustación de las chuletas asadas de cerdo de cada tratamiento. Sin embargo las opiniones expresadas por los integrantes del panel indicaron claramente que no hubo residuos de olor o sabor extraño en la carne de los cerdos. Tampoco los panelistas encontraron variaciones en lo que se refiere a características de suavidad, jugosidad, y gustosidad de las chuletas.

Es importante mencionar que los cerdos recibieron la dieta hasta un día antes de la matanza, por lo tanto esto permite afirmar que se pueden incluir altos niveles de harina de desechos de camarón en la dieta de los cerdos sin que se transieran ningún olor o sabor desagradable a la carne. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Rosenthal (1994), quien alimentando pollos en engorde con la misma harina de desechos de camarón empleada en esta experimento, no encontró ningún efecto sobre las características organolépticas de la carne de los pollos. Esto se debe a que la harina empleada, es producto de un adecuado procesamiento de los desperdicios.

4. Análisis diferencial de costos de alimentación

En el Cuadro 13 se presenta un análisis diferencial de costos de alimentación de los cerdos en la etapa de crecimiento, engorda y el periodo total de cada una de las dietas. Este análisis se hizo usando un precio de Lps. 160 el quintal de harina de soya, y de Lps. 120 el quintal de harina de desechos de camarón. Se puede observar que no existen diferencias muy marcadas entre los tratamientos en el costo total de alimentación. Las diferencias numéricas que se observan, se deben a las variaciones en la conversión alimenticia entre los tratamientos para cada etapa, las que no fueron significativamente diferentes. Finalmente la dieta más económica a emplear dependerá de la relación de precios que exista entre la harina de soya y la harina de desechos de camarón en un momento determinado.

Cuadro 13. Costo total de alimentación de los cerdos en el periodo total.

Descripción	Porcentaje de la proteína suplementaria proveniente de la harina de desechos de camarón.				
	Control	25%	50%	75%	100%
Costo total crecimiento (Lps.)	169.03	191.51	179.55	188.32	181.73
Costo total engorda (Lps.)	304.4	278.14	294.57	273.00	287.45
Costo total (crec. y eng.) (Lps.)	473.4	469.65	474.12	461.32	469.18

V. CONCLUSIONES

1. En dietas para cerdos en crecimiento y engorda es posible sustituir la harina de soya por la harina de desechos de camarón hasta en un 100%, sin que con ello se afecte significativamente las ganancias de peso, consumo de alimento, o conversión alimenticia .
2. La inclusión de harina de desechos de camarón no produjo efectos significativos en las características lineales de canal, grasa dorsal y área de lomo.
3. La evaluación sensorial preliminar efectuada con las chuletas de cerdos indicó que la harina de desechos de camarón bien procesada no confiere a la carne un olor o sabor diferente de la de los cerdos alimentados sin harina de camarón.
4. El nivel de inclusión de harina de desechos de camarón más recomendable dependerá de la relación de precio que exista entre este producto a nivel nacional y la harina de soya que es importada.

VI. RECOMENDACIONES

1. Debido a la alta variabilidad relativa que presentaron los datos, de ganancias diarias de peso, consumo de alimento y eficiencias de conversión alimenticia de algunos tratamientos, particularmente, el tratamiento de 25% de SPHS por la PHDC, que en el período de crecimiento fue afectado por diarreas, se recomienda repetir el trabajo con un mayor número de animales..
2. Se debe de estudiar en forma más detallada lo relativo a la fracción proteica de la harina de desechos de camarón, particularmente en lo referente a los niveles de quitina y proteína verdadera, de tal manera de poder tipificar en mayor forma este subproducto..

VI.- RESUMEN

Con el propósito de evaluar el valor nutricional de los desechos de la industria camaronera en la alimentación de cerdos, se empleó harina de desechos de camarón (HDC), conteniendo 90 de materia seca, 50.1 de proteína cruda, 5.9 de fibra cruda, 6.8 de extracto cético, 5.2 de calcio y 1.5 % de fósforo. Se usaron 60 cerdos cruzados con un promedio inicial de 25 kg y 75 días de edad, los que en grupos de 4 cerdos fueron ubicados en 15 corrales de acuerdo al peso vivo y sexo (2 hembras y dos machos castrados) y aleatoriamente asignados a los siguientes tratamientos: 1. Maíz, melaza y harina de soya (HS) como suplemento proteico, 2. 25% de sustitución de la proteína de la HS por la proteína de la HDC, 3. 50% de sustitución de la proteína de la HS por la proteína de la HDC, 4. 75 % de sustitución de la proteína de la HS por la proteína de la HDC, 5. 100% de HDC como suplemento proteico. Las dietas fueron isoproteicas conteniendo 15% de PC para la etapa de crecimiento (25 a 50 kg.) y 13% para la etapa de engorda (50 a 92 kg). Se balancearon los niveles de calcio, lisina, los que fueron iguales para todo los tratamientos. El experimento fue finalizado cuando los cerdos alcanzaron un peso promedio de 92 kg. Para la etapa de crecimiento las ganancias diarias de peso fueron de 644, 533, 593, 617, y 642 g/d. El consumo de alimento fue de 2.07, 2.04, 2.16, 2.17, 2.29 kg/d. y la conversión alimenticia de 3.22, 3.85, 3.65, 3.52, y 3.57, sin encontrarse diferencias significativas entre tratamientos. En las ganancias de peso para el periodo de engorda, sí se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P=0.0307$) obteniéndose los siguientes resultados: 839, 967, 917, 783, y 865 g/d. El consumo de alimento fue de 3.17, 3.42, 3.32, 2.98, y 3.35 kg/d; mientras que en la conversión

alimenticia se obtuvo lo siguiente: 3.82, 3.55, 3.62, 3.82, y 3.87. sin encontrarse diferencias significativas en ambos. Para ninguna de las variables de comportamiento de los cerdos se observó un efecto de tipo lineal o cuadrático al aumentar el nivel de HDC en la dieta. La longitud de canal no fue afectada por los tratamientos, pero si el rendimiento de canal ($P=0.02$), la grasa dorsal ($P=0.037$) y el área de lomo ($P=0.026$). Sin embargo, estas diferencias se debieron a tratamientos individuales, no observándose para ninguna de las características de la canal, tendencias lineales o cuadráticas. En una prueba sensorial preliminar, las chuletas asadas de cerdo no presentaron ningún olor o sabor extraño en la carne. Se puede concluir que la harina de desechos de camarón es un suplemento proteico muy valioso que puede reemplazar hasta en un 100% la harina de soya, sin que con ello se afecten los parámetros de comportamiento y características de canal de los cerdos. El nivel de HDC a utilizar dependerá del diferencial de precios que exista entre la harina de soya y la harina de desechos de camarón.

VII.- BIBLIOGRAFIA

- ANDAH, 1994. Características del cultivo de camarón en Honduras. Boletín informativo, ANDAH, Choluteca, Honduras. 2 p.
- Centro Nacional de Desarrollo (CENDES), 1980. Industrialización de los desperdicios del camarón. Folleto informativo. Guayaquil, Ecuador. 138 p.
- Jarquín, R.; Brahan, J. E.; Gonzales, J.M.; Bressani, R. 1972. Evaluación del valor nutritivo de los subproductos del camarón en la alimentación de pollos. Turrialba, 22 (2). 160-167.
- Mc Donald, P.; Edwards, R.A.; Greenhalgh, J.F.D. 1975. Nutrición animal. Trad. del inglés por Aurora Pérez Torromé. Acribia. Zaragoza, España. 462 p.
- Meyers, S.P., Rutledge, J.E. 1971. Shrimp meal. A new look. At an old product. Feedstuffs 43 (49), pag. 31-32
- Meyers, S.P.; Rutledge, J.E. 1973. Utilization of economically valuable by products from the shrimp processing industry. FL, USA. Research Bulletin.3 (27).
- Meyers, S.P. 1981. Utilization of shrimp processing waste in diets for fish and crustacea. Conference of Seafood Waste Management in the 1980's. Orlando, FL, USA.
- Patience, J.F.; Thoecker, P.A. 1989. Swine nutrition guide. Prairie swine centre, University of Saskatchewan, Saskatoon. Saskatchewan. 260 p.
- Pond, W.G.; Maner, J.H. 1984. Swine production and nutrition. The AVI Publishing Company, Inc. Westport Connecticut, USA. 731 p.
- Rosenfeld, D.●J. 1994. Efecto de la harina de camarón en dietas de pollos de engorda y gallinas ponedoras. Tesis de grado, Zootecnia. E.A.P. 42 p.

VIII. ANEXOS

Anexo I. Contenido de aminoácidos de la harina de desechos de camarón.

Aminoácido	%
Triptófano	0.51
Acido aspártico	4.88
Treonina	2.05
Serina	2.17
Acido glutámico	6.28
Prolina	2.24
Glicina	2.87
Alanina	2.61
Cistina	0.39
Valina	2.19
Metionina	1.08
Isoleucina	1.85
Leucina	3.16
Tirosina	1.61
Fenilalanina	2.24
Histidina	1.34
Lisina total	2.93
Arginina	3.40

Fuente: Análisis de laboratorio de la harina de desechos de camarón efectuado por Woodson-Tencent, Laboratories, Inc. U.S.A.

Apéndice 2. Comparación de la composición química de la harina de desechos de camarón con la harina de pescado y la harina de soya.

Componentes (%)	H. de camarón ^a	H. de pescado ^b	H. de soya ^c
Humedad	9.10	8.25	10.00
Cenizas	26.90	18.03	5.80
Proteína cruda	51.70	62.01	49.70
Extracto etéreo	2.90	10.22	0.90
Fibra cruda	10.40	1.00	3.40
Calcio	7.00	5.26	0.26
Fósforo	1.50	2.98	0.63
Lisina	3.08	4.69	3.17
Metionina	1.42	1.75	0.71
Cistina	0.80	0.56	0.75

Fuente: ^aAdaptado de Meyers y colaboradores, 1973, Meyer, 1976; Toma and James, 1975. (citado por Pond y Maner, 1986.)

^bAdaptado de Kifer y colaboradores, 1968. (citado por Pond y Maner, 1986)

^cAdaptado de National Research Council, 1982.

Anexo 3. Análisis diferencial de costos de alimentación de cerdos en crecimiento.

Descripción	Porcentaje de la proteína suplementaria proveniente de la harina de desechos de camarón.				
	Control	25%	50%	75%	100%
Peso vivo promedio inicial (kg)	24.79	24.88	24.88	24.88	25.21
Peso vivo promedio final (kg)	51.16	50.38	50.64	53.50	53.04
Peso vivo ganado (kg)	26.37	25.50	25.76	28.62	27.83
Conversión alimenticia	3.22	3.85	3.65	3.52	3.57
Costo del alimento / kg	1.99	1.95	1.91	1.87	1.83
Costo del alimento / kg de P.V.	6.41	7.51	6.97	6.58	6.53
Costo total crecimiento	169.03	191.51	179.55	188.32	181.73

*Los datos de costo de alimento están expresados en Lempiras. PV= peso vivo

Anexo 4. Análisis diferencial de costos de alimentación de cerdos en engorda.

Descripción	Porcentaje de la proteína suplementaria proveniente de la harina de desechos de camarón				
	Control	25%	50%	75%	100%
Peso vivo promedio inicial (kg.)	51.16	50.38	50.64	53.50	53.04
Peso vivo promedio final (kg)	92.80	92.08	94.54	92.78	94.52
Peso vivo ganado (kg)	41.64	41.70	43.90	39.28	41.48
Conversión alimenticia	3.82	3.55	3.62	3.82	3.87
Costo del alimento / kg	1.91	1.88	1.85	1.82	1.79
Costo del alimento / kg de PV	7.31	6.67	6.71	6.95	6.93
Costo total engorda	304.40	278.14	294.57	273.00	287.45

*Los datos de costo de alimento están expresados en Lempiras. PV= peso vivo

Anexo 5. Formulario para la evaluación de chuletas asadas de cerdo

1. Objetivos de la prueba

El objetivo de la prueba es detectar algunas características organolépticas relacionadas con el olor y sabor extraño en chuletas de cerdo. Para ello usted deberá evaluar cinco chuletas, de las cuales, una corresponde al testigo y las otras cuatro a las dietas experimentales. La evaluación estará sujeta a los siguientes puntos:

2. Evaluación

La evaluación considerará cinco puntos sensoriales, que aparecen en el formato adjunto. La calificación de cada uno de estos puntos se efectuará en base a una escala de 1 a 4, de la siguiente manera:

Jugosidad	1. muy jugosa	2. jugosa	3. seca	4. muy seca
Suavidad	1. muy suave	2. suave	3. dura	4. muy dura
Gustosidad	1. muy sabrosa	2. sabrosa	3. regular	4. muy mala
Aceptación total	1. muy buena	2. buena	3. regular	4. muy mala
Preferencia	Indique con un visto bueno, cual chuleta prefirió			

A la pregunta si usted cree haber identificado algún olor o sabor extraño, indíquelo y comente al respecto.

Finalmente si encontró algún olor o sabor extraño en alguna chuleta, evalúe la intensidad de éstos, de acuerdo a la siguiente escala:

Intensidad	Calificación
Alta	1
Media	2
Baja	3

Anexo 5. continuación

Formato de evaluación

Nombre del degustador _____

Evaluación de las chuletas

Aspecto	Chuletas				
	1	2	3	4	5
Jugosidad					
Suavidad					
Gustosidad					
Aceptación total					
Cuál prefiere ?					

● Qué sabor u olor extraño encontró en cada chuleta ?

Describalo. _____

Si su respuesta anterior fue afirmativa, indique la intensidad del olor o sabor detectado en cada una de las chuletas, en el siguiente cuadro:

	Chuletas				
	1	2	3	4	5
● Olor					
Sabor					

Anexo 6. Análisis de varianza para la variable ganancias diarias de peso en la etapa de crecimiento.

	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	4	97269.831	24317.458	1.892	0.1261
Error	51	655484.983	12852.647		
Total	55	752754.813			

Coefficiente de variación: 18.75%

Anexo 7. Análisis de varianza para la variable ganancias diarias de peso en la etapa de engorda.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	4	213787.480	53446.870	2.901	0.0307
Error	51	939637.466	18424.264		
Total	55	1153424.945			

Coefficiente de variación: 15.43%

Anexo 8. Análisis de varianza para la variable ganancias diarias de peso en el periodo total.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	4	25577.085	6394.271	0.74	
Error	51	440937.129	8645.826		
Total	55				

Coefficiente de variación: 12.59%

Anexo 9. Análisis de varianza para la variable consumo diario de alimento en la etapa de crecimiento.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	4	0.116	0.029	1.4886	0.2779
Error	10	0.196	0.020		
Total	14	0.312			

Coefficiente de variación: 6.52%

Anexo 10. Análisis de varianza para la variable consumo diario de alimento en la etapa de engorda.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	4	0.372	0.093	1.467	0.2833
Error	10	0.634	0.063		
Total	14	1.006			

Coefficiente de variación: 7.75%

Anexo 11. Análisis de varianza para la variable consumo diario de alimento en el periodo total.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	4	0.117	0.029	1.598	0.2494
Error	10	0.184	0.018		
Total	14	0.301			

Coefficiente de variación: 5.00%

Anexo 12. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia en la etapa de crecimiento

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	4	0.621	0.015	2.165	0.1468
Error	10	0.717	0.072		
Total	14	1.337			

Coefficiente de variación: 7.51%

Anexo 13. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia la etapa de engorda.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	4	0.233	0.058	0.696	
Error	10	0.837	0.084		
Total	14	1.070			

Coefficiente de variación: 7.75%

Anexo 14. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia en el periodo total.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	4	0.022	0.005	0.085	
Error	10	0.649	0.065		
Total	14	0.671			

Coefficiente de variación: 6.92%

Anexo 15. Análisis de varianza para la variable rendimiento de canal fría.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	4	57.950	14.488	3.112	0.0229
Error	51	237.413	4.655		
Total	55	295.363			

Coeficiente de variación: 3.18%

Anexo 16. Análisis de covarianza para la variable longitud de canal.

Valor K	Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
1	Repección	11	34.351	3.123	0.7012	-
2	Tratamiento	4	22.411	5.603	1.2580	0.3012
	Covariable	1	78.546	78.546	17.6358	
-3	Error	43	191.512	4.454		

Coeficiente de variación: 2.73%

Valor K	Error efectivo del cuadrado medio	Desviación standard de la media	Número de observaciones
1	4.5823	0.9573	5
2	4.4744	0.6106	12

Anexo 17. Análisis de covarianza para la variable grasa dorsal.

Valor K	Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
1	Repetición	11	3.036	0.276	1.6215	0.1269
2	Tratamiento	4	1.903	0.477	2.8026	0.0374
	Covariable	1	9.426	9.426	55.3813	
-3	Error	43	7.319	0.170		

Coeficiente de variación: 13.96%

Valor K	Error efectivo del cuadrado medio	Desviación standard de la media	Número de observaciones
1	0.1751	0.1871	5
2	0.1710	0.1194	12

Anexo 18. Análisis de varianza para la variable área de lomo.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	4	428.503	107.126	3.028	0.0257
Error	51	1804.079	35.37		
Total	55	2232.582			

Coeficiente de variación: 14.35%