

Efecto del reemplazo de la harina de pescado por harina de desechos de camarón en dietas de lechones recién destetados.

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de licenciatura

presentado por

CÉSAR AUGUSTO LUNA ARGUELLO

Zamorano-Honduras

Diciembre, 1998

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor

César Luna Arguello

Zamorano-Honduras

Diciembre, 1998

**Efecto del Reemplazo de la Harina de Pescado por Harina de desechos
de Camarón en dietas para lechones Recién Destetados**

Presentado por

César Luna Arguello

Aprobado:

Isidro Matamoros, Ph.D
Asesor Principal

Miguel Velez, Ph.D.
Jefe del Departamento

Jairo Hincapié, M.V.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Leonardo Domingez, Ing. Agr.
Asesor

Keith Andrews, Ph.D.
Director

Jairo Hincapié, M.V.
Coordinador PIA

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios.

A mis padres Jenaro e Irene por todo su apoyo y comprensión, por la fe que tuvieron en mi.

A mi hermana por su apoyo incondicional.

A mi abuelita por todo su apoyo y cariño.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Jenaro e Irene.

A mi Hermana Adilia.

Al doctor Isidro Matamoros por su ayuda, apoyo y sus consejos.

Al doctor Marco Esnaola, por la orientación que me dio.

Al doctor Jairo Hincapié por sus consejos.

Al Ingeniero Leonardo Dominguez por su ayuda y consejos.

A todos mis compañeros y amigos sobre todo la colonia Nicaragüense.

A los paisanos de la sección de cerdos por su gran ayuda.

Y a todos las personas que hicieron posible este sueño gracias.

RESUMEN

Luna Arguello, César A. 1998. Efecto del reemplazo de la harina de pescado por harina de desechos de camarón en dietas de lechones recién destetados. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería Agronómica, El Zamorano, Honduras, 24p.

Con el objeto de darle uso a los desechos de las empresas camaroneras (harina de desechos de camarón), y disminuir los costos de alimentación en los sistemas de producción porcina, se evaluó el efecto del reemplazo de la harina de pescado por harina de desechos de camarón en dietas para lechones recién destetado. Para el experimento se utilizaron 72 cerdos (36 machos y 36 hembras), con un peso inicial promedio de 7 kg. Se midió el efecto de sustituir harina de pescado (9%; HP9), por niveles crecientes de harina de desechos de camarón (25%, HDC25; 50%, HDC50; 75%, HDC75; 100%, HDC100), en comparación con la harina de soya (HS) como control. Los efectos de la sustitución se midieron para la ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y conversión alimenticia (CA); a la vez que se determinó el nivel de inclusión más económico de harina de desechos de camarón. No se encontraron diferencias para GDP ($P=0.94$; HS=370.2±50, HP9=413.1±50, HDC25=423.1±50, HDC50=408.7±50, HDC75=454.1±50 y HDC100=465.8±50, g/cerdo/día, respectivamente) CDA ($P=0.43$; HS=919.3±41, HP9=898.6±41, HDC25=905.3±41, HDC50=863.6±41, HDC75=869.7±41 y HDC100=848.6±41, g/día, respectivamente) y CA ($P=.66$; HS=2.79±0.4, HP9=2.29±0.4, HDC25=2.43±0.4, HDC50=2.2±0.4, HDC75=1.97±0.4 y HDC100=1.91±0.4, kg. de alimento por kg. de ganancia de peso, respectivamente). En base a este estudio podemos decir que la HDC puede reemplazar en un 100% la HP como fuente de proteína de alta calidad en dietas para lechones recién destetados. Además la sustitución de HP por HDC en un 100% resultó ser la dieta más económica.

Palabras claves: Proteína, subproductos industriales, cerdos, inicio.

NOTA DE PRENSA

¿ES FACTIBLE REEMPLAZAR TODA LA HARINA DE PESCADO POR HARINA DE DESECHOS DE CAMARÓN EN DIETAS DE LECHONES RECIÉN DESTETADOS?

La alimentación en una operación porcícola intensiva representa entre 70 a 80% de los costos totales de producción. Sin embargo, en el trópico existen alternativas que permiten mejorar el desempeño animal a la vez que reducen los costos de alimentación. Entre estas alternativas tenemos, los subproductos agroindustriales como la harina de desechos de camarón que puede usarse como fuente proteica de alto valor nutricional.

Los lechones recién destetados, requieren de proteína de alta calidad y las fuentes de proteína animal tales como la harina de pescado tienen precios muy altos. Este estudio evaluó el efecto del reemplazo de la harina de pescado por harina de desechos de camarón para lechones recién destetados.

Investigadores en Zamorano han determinado que este reemplazo no solo es factible desde el punto de vista nutricional para el lechón, sino que entre mayor es la inclusión de harina de desechos de camarón mejor es el desempeño animal y menor el costo para incrementar 1kg de peso vivo.

Además, al encontrar un uso a los desechos de la industria camaronesa estamos reduciendo el potencial de contaminación ambiental que esto representa.

ÍNDICE GENERAL

| | Pag... |
|--|--------|
| Portada..... | i |
| Derechos de autor..... | ii |
| Aprobación..... | iii |
| Dedicatoria..... | iv |
| Agradecimientos..... | v |
| Resumen..... | vi |
| Nota de prensa..... | vii |
| Índice general..... | viii |
| Índice de cuadros..... | ix |
| Índice de figuras..... | x |
| Índice de anexos..... | xi |
| | |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 Efecto del destete sobre la morfología y fisiología digestiva del lechón..... | 1 |
| 1.2 Desarrollo enzimático del tracto digestivo del lechón..... | 2 |
| 1.3 Fuentes de proteína..... | 2 |
| 1.4 Harina de soya..... | 3 |
| 1.5 Harina de pescado..... | 4 |
| 1.6 Harina de desechos de camarón..... | 5 |
| 1.6.1 Proceso de elaboración de la HDC..... | 5 |
| 1.6.1.1 Cocción..... | 5 |
| 1.6.1.2 Secado..... | 5 |
| 1.6.1.3 Molienda..... | 6 |
| Objetivos..... | 6 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 7 |
| 2.1 Ubicación..... | 7 |
| 2.2 Animales..... | 7 |
| 2.3 Alojamiento..... | 7 |
| 2.4 Diseño experimental..... | 7 |
| 2.5 Tratamiento experimental..... | 8 |
| 2.6 Controles experimentales..... | 9 |
| 2.7 Análisis de laboratorio..... | 9 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 10 |
| 4. CONCLUSIONES..... | 18 |
| 5. RECOMENDACIONES..... | 19 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA..... | 20 |
| 7. ANEXOS..... | 22 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro | Pag. |
|---|------|
| 1. Composición química de la HDC..... | 5 |
| 2. Composición de las dietas experimentales..... | 8 |
| 3. Composición nutricional de las distintas dietas con los diferentes niveles de sustitución de la Harina de pescado..... | 9 |
| 4. Resultados generales obtenidos..... | 10 |
| 5. Comparación de costos de alimento/kg. de peso vivo de cada tratamiento..... | 17 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | Pag. |
|--|------|
| 1. Efecto de los tratamientos sobre la ganancia diaria de peso..... | 11 |
| 2. Regresión para ganancia diaria de peso..... | 11 |
| 3. Efecto del nivel de sustitución de HP por HDC sobre la ganancia diaria de peso por periodo..... | 12 |
| 4. Efecto de los tratamientos sobre el consumo diario de alimento..... | 13 |
| 5. Regresión para consumo diario de alimento..... | 14 |
| 6. Efecto del nivel de sustitución de HP por HDC sobre el consumo diario de alimento por periodo..... | 14 |
| 7. Efecto de los tratamientos sobre la conversión alimenticia..... | 15 |
| 8. Regresión para la conversión alimenticia..... | 16 |
| 9. Efecto del nivel de sustitución de HP por HDC sobre la conversión alimenticia por periodo..... | 16 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| Anexos | Pag. |
|---|------|
| 1. Análisis de varianza para la variable ganancia diaria de peso..... | 22 |
| 2. Separación de medias para la variable ganancia diaria de peso..... | 22 |
| 3. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento..... | 23 |
| 4. Separación de medias para la variable consumo de alimento..... | 23 |
| 5. Análisis de varianza para la variable de conversión alimenticia..... | 24 |
| 6. Separación de medias para la variable conversión alimenticia..... | 24 |

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la carne de cerdo es a nivel mundial la principal fuente de proteína animal para la alimentación humana.

Se sabe que la alimentación de cerdos en un sistema de explotación intensiva representa del 70 al 80% de los costos totales de producción. Por ello existe una búsqueda constante de nuevas alternativas alimenticias que permitan mejorar y disminuir el costo de las dietas alimenticias en las distintas etapas de vida del cerdos. Para obtener una dieta económica se tiene que considerar el costo de las materias primas o ingredientes, la disponibilidad de esta en el país y por último el grado de competencia que esta materia alimenticia tiene con la alimentación del hombre.

1.1 EFECTO DEL DESTETE SOBRE LA MORFOLOGIA Y FISIOLOGIA DIGESTIVA DEL LECHON

Como sabemos el manejo del destete nos da una alternativa para poder mejorar la eficiencia de producción en las explotaciones porcinas, el destete dependiendo de la edad y las condiciones en que es destetado produce cierto estrés en el lechón que es más marcado cuando el destete se realiza a edades más tempranas.

Amstrong y Clawson (1980), afirman que el destete temprano provoca un estrés severo al lechón recién destetado que se caracteriza por un crecimiento pobre, disminución en el consumo de alimento y diarrea.

Según Makkink *et al*, (1994), en cerdos recién destetados se presenta una reducción en el consumo de alimento y en el crecimiento, cuando son alimentados con proteínas de origen vegetal, comparado con proteína de origen animal. A medida que los cerdos avanzan en edad la digestión de proteínas vegetales aumenta. Esto se debe a que inmediatamente después del destete, el sistema digestivo del cerdo tiene que adaptarse a un nuevo régimen alimentario con respecto al pH, secreción de enzimas y motilidad del intestino.

1.2. DESARROLLO ENZIMATICO DEL TRACTO DIGESTIVO DEL LECHON

Cuando el lechón se desteta entre la 3-4 semana de edad su sistema gastrointestinal se encuentra muy lejos de la madurez y debe pasar por un periodo de adaptación. Para poder acostumbrarse a una dieta de crecimiento, el intestino debe de incrementar su tamaño y su capacidad de secreción de enzimas y otros agentes químicos necesarios para la digestión. Entre más temprano se desteta al cerdo, más tiempo necesitará para su adaptación (Toplis, 1994).

La lactosa que es el principal carbohidrato de la leche de la cerda, es desdoblada rápidamente para la absorción por la enzima lactasa, la que se produce en grandes proporciones durante las primeras semanas de vida, descendiendo luego constantemente. El cerdo recién nacido tiene una capacidad limitada para digerir azúcares complejos (Maltosa y Sacarosa) y almidones, por eso la lactosa debe ser la principal fuente de carbohidratos. La lipasa, la enzima que digiere la grasa, asimila con facilidad la grasa de la leche; sin embargo, solo las grasas suaves y aceites (aceite de maíz, soya y coco) son fácilmente digeridos durante las primeras semanas de vida del lechón, la capacidad de digerir otro tipo de grasas aumenta con la edad (Toplis, 1988).

El tipo de alimento ejerce, sin embargo, cierta acción, pues la secreción de ácido clorhídrico en lechones consumidores de cereales se inició a los 14-22 días de edad y el jugo gástrico posee una mayor actividad digestiva (Lucas y Lodge, 1967).

Easter (1989), y Taylor (1989), los cerdos tienen una limitada capacidad de producir ácido clorhídrico al nacimiento, a pesar de que este es esencial para que el pH del estómago alcance niveles bajos a los cuales exista una óptima digestión de la proteína y una adecuada protección del intestino contra bacterias patógenas como E. coli.

1.3. FUENTES DE PROTEINAS

Para que el productor pueda obtener la mayor respuesta animal necesita hacer uso de fuentes de proteínas que sean adecuadas para el animal y de disponibilidad en el medio en que se encuentra.

Las mejores fuentes de proteínas para los lechones recién destetados son los subproductos lácteos, sin embargo en los países tropicales el uso de estos productos se ve limitado a su alto precio y disponibilidad.

Por lo anterior el productor tiene que buscar otras alternativas de fuentes de proteínas y entre estas tenemos la H. de soya, la H. de pescado y la H. de desechos de camarón.

1.4. HARINA DE SOYA

En la actualidad la harina de soya(HS) es el principal ingrediente proteico utilizado en la elaboración de alimentos para cerdos en áreas tropicales, empleándose en todas las fases de desarrollo de los cerdos. Sin embargo en el caso de la alimentación de lechones destetados se presentan problemas de digestión con la HS que no permiten maximizar el crecimiento del cerdo en esta etapa. Esto se debe a que los cerdos destetados jóvenes tienen un sistema digestivo pobremente desarrollado, que es afectado en su función digestiva por ciertos factores antinutricionales (inhibidores de tripsina, hemaglutininas, saponinas etc.) que están presentes en HS y que van a afectar la digestibilidad y el aprovechamiento de estas dietas. Este efecto es más marcado cuando más temprano los cerdos son destetados. Dentro de estos componentes, se presenta cierto tipo de sustancias con capacidad buffer, que a nivel del estómago evitan que el pH baje a niveles necesarios para la activación de ciertas enzimas proteolíticas como la pepsina, disminuyendo la digestión de las proteínas lo que provoca un mal aprovechamiento de estas.

La HS es un subproducto que requiere un procesamiento especial antes de su utilización en las raciones, después de un proceso de extracción con un solvente, la H. de soya es calentada para recuperar el hexano y destruir una serie de inhibidores nutricionales, el frijol de soya crudo contiene una variedad de factores tóxicos inhibidores de tripsina, hemaglutininas, saponinas y un factor inhibidor de la vitamina A, afortunadamente estos factores tóxicos son sensibles a la temperatura y se destruyen mediante un proceso adecuado (Dale, 1992).

Dunsford *et al.* (1989) citado por Jaramillo, (1994) observaron que la longitud de las vellosidades disminuyó considerablemente durante los primeros tres días post-destete, el destete y la exposición del animal fueron las causas de este cambio. Los mayores cambios en la morfología intestinal ocurrieron en los lechones alimentados con H. de soya, disminución considerable de la longitud de las vellosidades y un incremento en la actividad inmunológica en la pared del intestino, como resultado de una mayor concentración de linfocitos y células plasmáticas.

Stahly *et al.* (1985) citado por Gamez, (1997) han sugerido que el valor nutricional de la H. de soya para cerdos destetados es realizado si la fracción de carbohidratos solubles de la soya es removida, los mismos autores indican que la inclusión de productos lácteos en la dieta, produce una influencia positiva en el uso de la H. de soya en la alimentación de cerdos destetados, estos productos forman una cuajada en el estómago provocando una menor velocidad de paso por el tracto digestivo.

Durante el procesamiento (cocción) la temperatura tiene un efecto crítico sobre el valor nutricional de este ingrediente. Como resultado de la temperatura baja, se puede encontrar H. de soya con niveles altos de varios inhibidores nutricionales, por otro lado el calentamiento excesivo tiene un efecto nocivo sobre el rendimiento productivo, ya que disminuye la cantidad de lisina disponible (Dale, 1992).

Caskey y Knapp (1944) citado por Dale, (1992) reportaron que existe una relación directa entre la destrucción de la enzima ureasa mediante calentamiento y un mejoramiento en el valor nutricional de la harina. A pesar de que la detección de la actividad ureásica ha creado controversia en cuanto a su confiabilidad para evaluar la calidad del procesado, esta continúa siendo la prueba que se realiza con mayor frecuencia.

Balloun (1945) citado por Dale, (1992) reportó que la actividad ureásica permite evaluar la calidad de la harina hasta el punto donde esta fue sometida a un procesamiento de cocción adecuado, pero esto posiblemente no permita saber si el procesamiento fue excesivo.

1.5. HARINA DE PESCADO

La harina de pescado(HP) es considerada como una de las fuentes de proteína mas importante en la alimentación porcina, sobre todo en la fase de inicio, por ser considerada una fuente de alto valor nutritivo, con un alto contenido de lisina, treonina y aminoácidos azufrados, además es una fuente de calcio, fósforo, colina, ácido pantoténico, rivo flavina, ácido nicotínico y vitamina B12.

Este producto puede obtenerse de peces ya sean enteros o bien de los residuos de las fábricas de conserva. La materia prima debe de pasar por un proceso de degasado, con lo cual se logran dos cosas: un mayor periodo de conservación y una disminución del intenso olor a ácidos grasos libres que comunican a los animales que los consumen, olores y sabores desagradables. El contenido de elementos nutritivos es variable según la especie que se use como materia prima y de la eficacia del proceso de degasado a la que haya sido sometida. Su contenido proteico varía del 50 al 62%, y su contenido de ceniza del 5 al 25% (Flores y Agraz, 1992, citado por Gamez, 1997).

Cerdos alimentados en la etapa de inicio con dietas convencionales conteniendo 18.5% de proteína cruda con o sin H. de pescado, encontraron que tanto la ganancia de peso como la conversión alimenticia, fueron significativamente mejor en los tratamientos suplementados con H. de pescado. El efecto de la H. de pescado en la tasa de crecimiento fue particularmente notorio de la semana 3 a la 7 de edad (Pike y Curran, 1978, citado por Pond y Maner, 1984).

Castillo (1992) y Jaramillo (1994) en trabajos realizados en la Escuela Agrícola Panamericana, afirman que la adición de H. de pescado en las raciones de cerdos destetados, en sustitución parcial de la H. de soya, mejora las ganancias diarias de peso y el consumo de alimento, y en ambos experimentos el nivel de inclusión de la H. de pescado que maximizó la respuesta animal fue el de 9%, niveles superiores no mejoraron las ganancias de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia.

1.6. HARINA DE CAMARON

En la búsqueda de fuentes proteicas que sustituyan a la HP se da la posibilidad de darle uso a los desperdicios de las empresas camaroneras (harina de desechos de camarón) que es una fuente proteica de origen animal con un alto contenido de proteína (49 a 55%), además de tener un precio menor que el de la HS y de la HP y la facilidad de encontrarla en el país sin necesidad de importarla disminuyéndose así el precio de las raciones.

Harina de camarón(HDC) se define como el desperdicio del camarón seco y molido con buenas características de conservación, pudiendo utilizar el cefalotorax, cutículas o el camarón entero (CENDES, 1980).

Cuadro 1. Composición química de la HDC.

| NUTRIENTES | PORCENTAJES % |
|-------------------|----------------------|
| Proteína | 49.8 – 55.3 |
| Fibra | 6.17 – 6.85 |
| Calcio | 4.6 – 5.1 |
| Cenizas | 18.1 – 20.1 |
| Sodio | 1.57 – 1.74 |
| Cloruro | 1.04 – 1.15 |
| Humedad | Menos de 10 |

Fuente: Richard Bowman y José R. Euceda,(1986).

1.6.1. Proceso de elaboración de la HDC.

El proceso es relativamente sencillo e incluye tres procedimientos que son: cocción, secado y molienda.

1.6.1.1. Cocción. Para la cocción de los desperdicios se usa fuego directo o vapor de agua, una vez que este alcanza el punto de ebullición (100°C), el tiempo de cocción será aproximadamente 10 minutos, al agua se le añade sal en cantidades que varían entre 2 y 12% del peso del desperdicio, el contenido de sal permitirá obtener un producto más estable y que no se descompondrá rápidamente, los niveles de sal en un producto no deberían ser mayores al 7%; cuando los niveles de sal están por arriba de 3%; estos deben de ser especificados en el producto final (Pond y Maner, 1986, citado por Amador, 1995).

1.6.1.2. Secado. Consiste en la deshidratación de los desperdicios hasta un contenido de 6 a 13% de humedad, el remanente de agua en el producto esta constituido por agua libre y agua combinada, la que constituye la porción más difícil de remover sin dañar el producto.

Al considerar que la acción del calor produce la desnaturalización de las proteínas, la fase de secado se convierte en la parte más problemática del proceso, pues debe evitarse la pérdida de los caracteres cualitativos del procesado (Muñoz y Gradiz, 1992).

1.6.1.3. Molienda. Una vez que el producto a sido secado se encuentra listo para la operación de molienda aunque se podría triturar con un contenido del 20% de humedad, lo ideal es operar con un material que posea entre 5 – 8% con lo que se consigue un mayor rendimiento, aparte de mejorar su calidad. La naturaleza del desperdicio seco del camarón exige un triturador de tipo desintegrador, si se quiere obtener una reducción más eficaz (CENDES, 1980).

Amador (1995), en un ensayo realizado en la Escuela Agrícola Panamericana afirma que en dietas para cerdos en crecimiento y en engorda es posible sustituir la H. de soya por la H. de desechos de camarón hasta un 100%, sin que se afecte significativamente las ganancias de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. Tampoco afectó las características lineales de canal, grasa dorsal y área de lomo, y la evaluación sensorial realizadas a las chuletas de cerdo indicó que la HDC bien procesada no confiere a la carne un olor o sabor desagradable.

Honduras es un país productor de harina de desechos de camarón, pero se tiene poca información acerca del uso de esta en las dietas sobre todo para lechones recién destetados; anteriormente se han realizado experimentos con uso de harina de desechos de camarón en dietas de cerdos en las fases de crecimiento y engorde obteniendo buenos resultados.

Por todo lo anterior se planteo el siguiente experimento con el fin de probar la harina de desechos de camarón(HDC) en dietas para lechones, para lo cual se plantearon los siguientes objetivos.

1. Determinar el efecto de la sustitución de la HP por harina de desechos de camarón en el consumo de alimento, ganancia de peso y el índice de conversión alimenticia en cerdos en la fase de destete.
2. Determinar el nivel más económico de sustitución de harina de pescado por harina de desechos de camarón.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. UBICACIÓN

El experimento se llevó a cabo en el galpón de lechones recién destetados, de la sección de cerdos de la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras, ubicada a 37 Km, al este de Tegucigalpa, con una altitud de 800msnm, con temperaturas promedios de 23° a 24° C y precipitación de aproximadamente de 1200 1350mm, distribuidos en los meses de junio a diciembre.

2.2. ANIMALES

Para el experimento se usaron 72 cerdos recién destetados, provenientes de cruces de las razas Duroc, Landrace, y Yorkshire, originarios de pie de cría de la sección de cerdos del Zamorano. El total de cerdos fue asignado a 3 grupos de 24 cerdos, cada grupo se dividió en 6 lotes de 4 animales cada uno (2 machos y 2 hembras), homogéneos de acuerdo a su peso.

El peso promedio inicial de los cerdos fue de 6.5 kg, todos los cerdos recibieron el mismo tratamiento de desparasitación y de vacunación (contra cólera porcino).

2.3. ALOJAMIENTO

Cada lote de 4 cerdos fue asignado al azar a corrales con piso de malla elevado, con una área de 3 metros cuadrados (3m de largo por 1m de ancho). Los corrales disponen de un bebedero automático de tipo chupete y un comedero de tolva automático regulable. Dentro del galpón existe un ambiente controlado para proveer una temperatura constante en toda la etapa.

2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), adaptado a 6 tratamientos.

Los 72 cerdos fueron distribuidos aleatoriamente en 18 corrales, asignando para cada tratamiento 12 animales (6 machos y 6 hembras) los datos fueron analizados por medio del paquete estadístico SAS para obtener el análisis de varianza, covarianza y separación de medias.

2.5. TRATAMIENTO EXPERIMENTAL

Se utilizaron 6 tratamientos, para cada uno de ellos se formuló un tipo de dieta, en base a 19% de proteína, 1.2% de lisina y energía 3250 kcal/kg. Todo esto en base a la etapa o fase de destete, en el tratamiento 1 toda la proteína fue aportada en base a proteína vegetal HS (harina de soya 100%), en el tratamiento 2 se utilizó el máximo en que se puede poner de HP (harina de pescado), en una dieta (9% de inclusión en la dieta y el resto lo aportaba la HS), en el tratamiento 3 se reemplazó un 25% de la HP por HDC (harina de desecho de camarón), en el 4 se reemplazó un 50% de HP por HDC, en el tratamiento 5 se reemplazó 75% y en el tratamiento 6 se reemplazó el 100% de la HP.

Cuadro2. Composición de las dietas experimentales

| INGREDIENTES | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Maíz amarillo | 60.66 | 65.65 | 65.29 | 64.92 | 63.98 | 62.71 |
| Melaza | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Aceite crudo de palma | 2.39 | 3.1 | 3.18 | 3.26 | 3.53 | 3.91 |
| Harina de soya | 28.77 | 15.38 | 15.4 | 15.42 | 15.56 | 15.76 |
| Sal | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Sulfato de cobre | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Carbonato de calcio | 1.37 | 1.03 | 0.59 | 0.16 | 0 | 0 |
| Biofos | 2.64 | 1.72 | 1.72 | 1.72 | 1.73 | 1.74 |
| Vitamelk cerdo | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| Lisina | 0.15 | 0.1 | 0.15 | 0.19 | 0.23 | 0.28 |
| Adoxina | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| H. de pescado 65% | 0 | 9 | 6.75 | 4.5 | 2.25 | 0 |
| HDC 50.45% | 0 | 0 | 2.9 | 5.8 | 8.7 | 11.59 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Cuadro 3. Composición nutricional de las distintas dietas con los diferentes niveles de sustitución de la H. de pescado

| | Tratamientos | | | | | |
|-----------------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Nutrientes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Proteína cruda | 19.02 | 19.03 | 19.03 | 19.03 | 19.01 | 19.00 |
| EM kcal/kg | 3302.21 | 3310.71 | 3312.6 | 3314.6 | 3316.7 | 3319.09 |
| Ca | 1.19 | 1.17 | 1.15 | 1.13 | 1.23 | 1.38 |
| P | 0.71 | 0.69 | 0.69 | 0.69 | 0.69 | 0.69 |
| Lisina | 1.22 | 1.22 | 1.22 | 1.23 | 1.23 | 1.23 |

2.6. CONTROLES EXPERIMENTALES

Se midieron las siguientes variables:

2.6.1. Ganancia diaria de peso

Los animales se pesaron cada semana individualmente y además de obtener la ganancia diaria de peso se obtuvo el índice de conversión alimenticia y esta se calculó dividiendo el consumo entre la ganancia de peso, todo esto se calculó para cada lote.

2.6.2. Consumo de alimento

El alimento ofrecido fue pesado cada vez que se suministró y este fue ofrecido ad libitum. Luego para determinar el consumo se sacó la diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado al final de cada semana.

2.7. ANÁLISIS DE LABORATORIO

Se le realizó un análisis bromatológico a la harina de desechos de camarón con la que se formularon las dietas en el experimento, esta prueba se realizó en el laboratorio de bromatología de la Escuela Agrícola Panamericana y se la analizó: proteína cruda(PC), calcio y fósforo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El experimento tuvo una duración de 42 días, tiempo en el cual todos los cerdos alcanzaron pesos de 25kg o superiores, lo que es necesario para pasar a la etapa de crecimiento, los resultados generales, durante este periodo, en cuanto a ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia se presentan a continuación en el cuadro 4.

Cuadro 4. Resultados generales obtenidos.

| TRATAMIENTOS | GDP | CDA | ICA |
|--------------|---------------|---------------|---------------|
| HS | 370.2±5 0 | 919.3±4 1 | 2.79±0.4 |
| HS+HP9 | 413.1±5 0 | 898.6±4 1 | 2.29±0.4 |
| HDC25 | 423.1±5 0 | 905.3±4 1 | 2.43±0.4 |
| HDC50 | 408.7±5 0 | 863.6±4 1 | 2.2±0.4 |
| HDC75 | 454.1±5 0 | 869.7±4 1 | 1.97±0.4 |
| HDC100 | 465.8±5 0 | 848.6±4 1 | 1.91±0.4 |
| Prob | 0.9371 | 0.4283 | 0.6623 |
| CV % | 21.4 | 18 | 31 |

No se encontraron diferencias estadísticas en GDP, CDA e ICA.

3.1. GANANCIA DIARIA DE PESO

Para la variable ganancia diaria de peso no se encontró diferencias significativas en el efecto de los tratamientos ($P = 0.9371$), o sea que no hubo diferencia en alimentar a los lechones con H. de pescado que con la dieta que contenía 100% de HDC.

Para el efecto provocado por el período si hubo diferencia estadística significativa ($P=0.0001$), ya que el lechón al crecer va aumentando significativamente la ganancia diaria de peso.

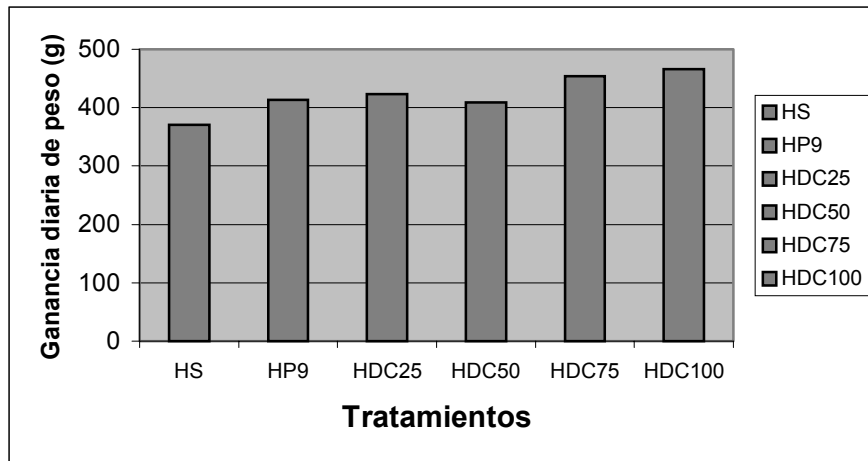


Gráfico 1. Efecto de los tratamientos sobre la ganancia diaria de peso

En el gráfico 1, podemos observar que las ganancias diarias de peso fluctuaron de 370 a 465 gr./día y se mejoraban a medida que el nivel de inclusión de H. de desechos de camarón aumentaba, pero en la prueba Duncan de separación de medias no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0.05$) entre tratamientos.

Ya que los valores más altos de ocurrencia por factores analizados en el ensayo fueron de 3 en cada 10000 casos, considerándose de esta forma que la diferencia encontrada en el experimento fue por el azar, es decir por otros factores externos no incluidos en este estudio.

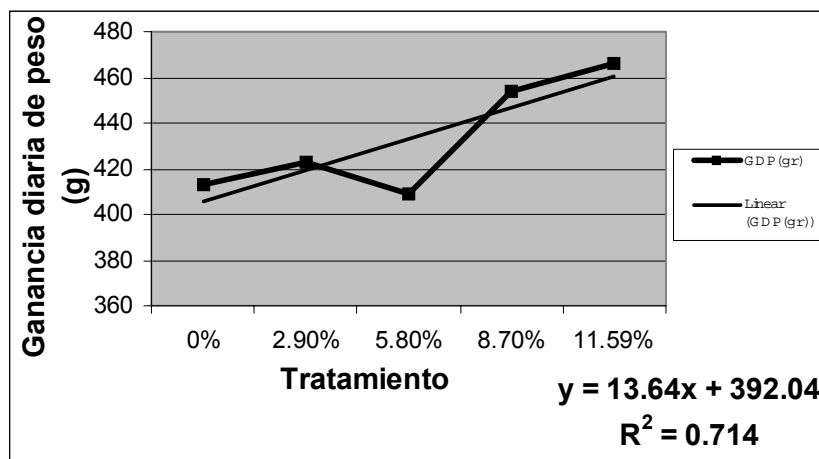


Gráfico 2. Regresión para ganancia diaria de peso.

En el gráfico 2, se puede observar que la ganancia diaria de peso por cerdo por día para cada tratamiento, siguen una tendencia lineal con respecto a los niveles de inclusión de harina de desechos de camarón, incrementándose la ganancia diaria de peso a medida que aumenta el nivel de harina de desechos de camarón, con una $R^2=0.71$ y la ecuación obtenida explica que por cada por ciento que se aumente de harina de desechos de camarón va a aumentar 13.64 g/cerdo/día.

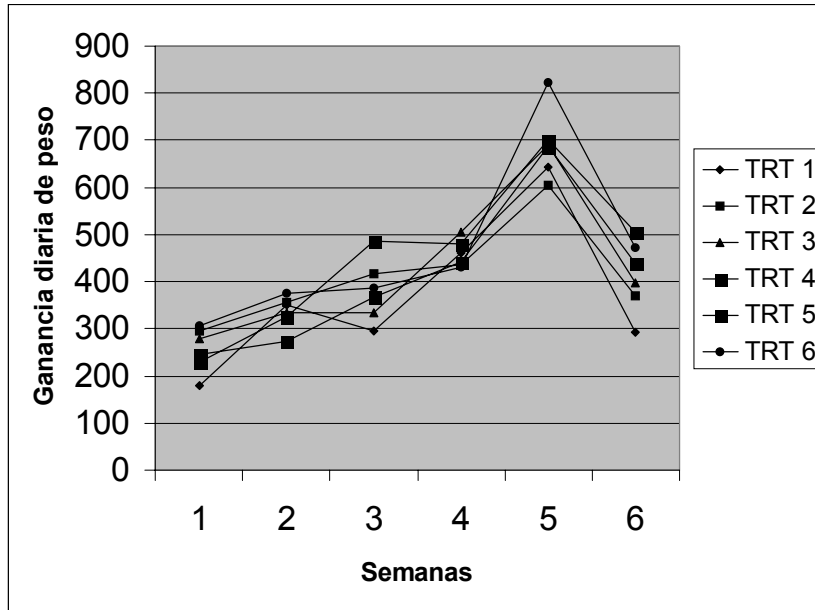


Gráfico 3. Efecto del nivel de sustitución de HP por HDC sobre la ganancia diaria de peso por periodo.

En el gráfico 3, podemos observar que para el efecto de la interacción del tratamiento por periodo no hubo diferencia estadística significativa ($P=0.5495$), y esto se debe a que entre las 6 dietas usadas en el ensayo no hubo diferencia significativa, o sea que con cualquiera de las dietas que usemos el lechón va a aumentar su ganancia diaria de peso, y esto es una tendencia de los cerdos de aumentar rápida y gradualmente su peso, pero para que se de esto tiene que ir acompañado de una dieta con un buen balance nutricional.

3.2. CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO

Para la variable consumo diario de alimento no se encontró diferencia estadística significativa para el efecto de los tratamientos ($P=0.4283$), o sea que ninguno de los 6 tratamientos afectara el consumo de alimento.

En el efecto provocado por el periodo si fue altamente significativo ($P=0.0001$), y se debe que a medida que el cerdo crece aumenta su consumo de alimento debido a que tiene que llenar mayores requerimientos nutricionales.

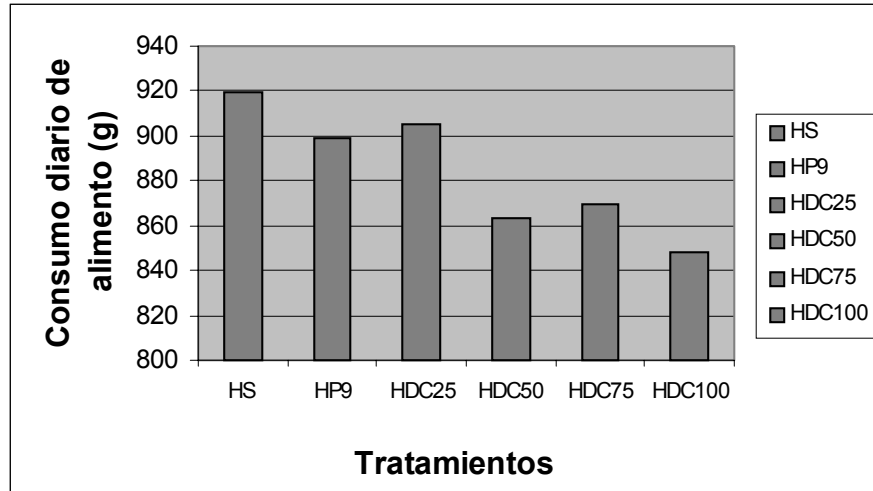


Gráfico 4. Efecto de los tratamientos sobre el consumo diario de alimento

En el gráfico 4, podemos observar que el consumo de alimento fluctuó de 848 a 919 gr./día y que disminuye a medida que se aumenta el nivel de inclusión de H. de desechos de camarón en la dieta, pero en la prueba Duncan de separación de medias se encontró que no hay diferencias significativas ($p=0.05$), entre ningún tratamiento.

Ya que los valores mas altos de ocurrencia por factores analizados en el ensayo fueron de 1 en cada 10000 casos, considerándose de esta forma que la diferencia encontrada en el experimento fue por el azar, es decir por otros factores externos no incluidos en este estudio.

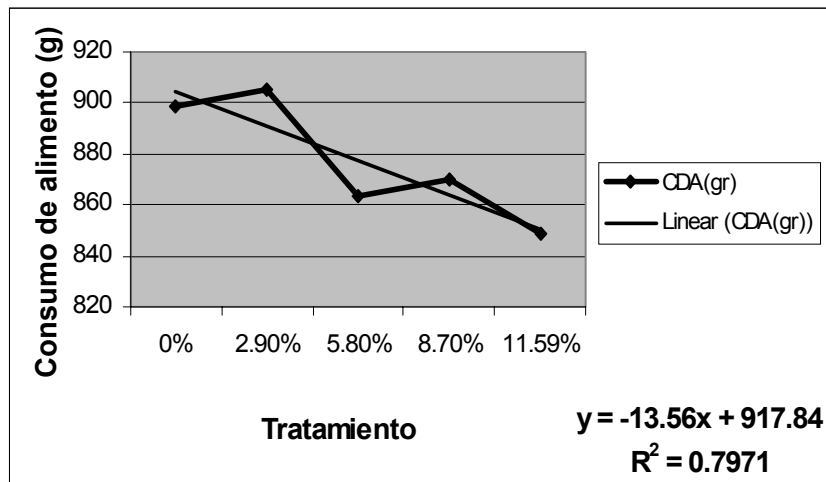


Gráfico 5. Regresión para consumo diario de alimento.

En el gráfico 5, se puede observar que los consumos de alimento por cerdo por día para cada tratamiento, siguen una tendencia lineal con respecto a los niveles de inclusión de harina de desechos de camarón, disminuyendo el consumo de alimento a medida que se aumenta el nivel de harina de desechos de camarón, con una $R^2 = 0.79$ y la ecuación obtenida explica que por cada porcentaje de harina de desechos de camarón que se aumente el consumo de alimento disminuye 13.56 g/cerdo/día.

Esta disminución en el consumo de alimento se puede deber a una menor gustosidad en la dieta (olor, sabor, apariencia), causada por la harina de desechos de camarón.

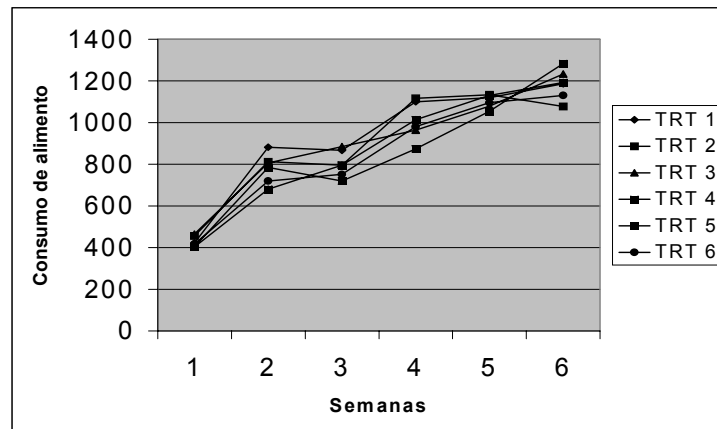


Gráfico 6. Efecto del nivel de sustitución de HP por HDC sobre el consumo diario de alimento por periodo.

En el gráfico 6, podemos observar que para el efecto de la interacción de tratamientos por periodo no se encontró diferencia significativa ($P=0.9920$), debido a que no se encontró diferencia significativa para los tratamientos al usar cualquiera de las 6 dietas, el lechón siempre a medida que crece va aumentando su consumo diario de alimento ya que tiene más requerimiento nutricionales.

3.3. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Para la variable índice de conversión alimenticia, tampoco se encontró diferencia estadística significativa para el efecto provocado por los tratamientos ($P=0.6623$), por lo que estadísticamente con cualquiera de las dietas usadas en este experimento observaríamos las mismas conversiones alimenticias.

Para el efecto provocado por el periodo si hubo diferencia significativa ($P=0.0001$), y esto se debe a que a medida que el cerdo crece aumenta su índice de conversión alimenticia y se vuelve menos eficiente, pero esta disminución es muy poca en comparación con otras etapas como crecimiento y engorde.

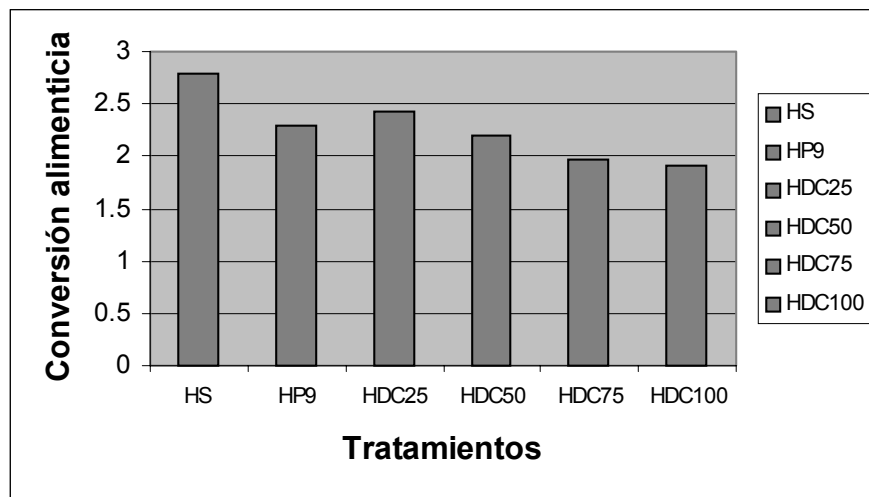


Gráfico 7. Efecto de los tratamientos sobre la conversión alimenticia

En el gráfico 7, podemos observar que la conversión alimenticia fluctuó de 1.91 a 2.79 y se mejora al aumentar el nivel de inclusión de H. de desechos de camarón en la dieta, pero en la prueba Duncan de separación de medias se encontró que no hay diferencia significativa ($p=0.05$), entre ningún tratamiento.

Ya que los valores más altos de ocurrencia por factores analizados en el ensayo fueron de 33 en cada 10000 casos, considerándose de esta forma que la diferencia encontrada en el experimento fue por el azar, o sea por factores externos no incluidos en el estudio.

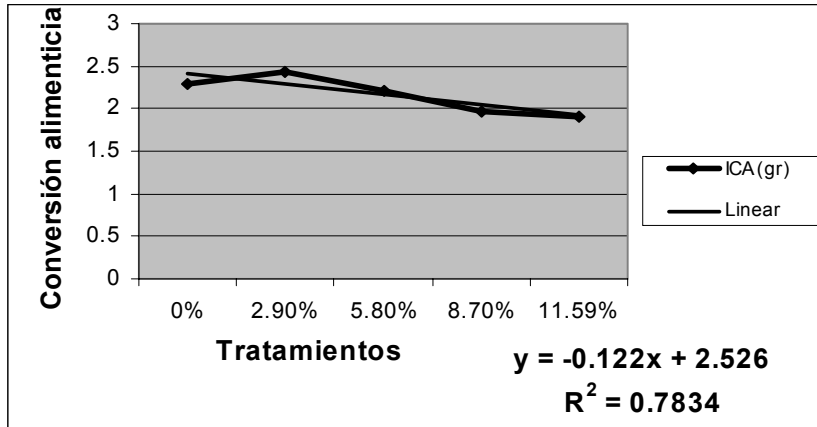


Gráfico 8. Regresión para la conversión alimenticia.

En el gráfico 8, se puede observar que la conversión alimenticia para cada tratamiento, sigue una tendencia lineal con respecto a los niveles de inclusión de la harina de desechos de camarón, mejorándose la conversión alimenticia a medida que se incrementa el nivel de harina de desechos de camarón, con una $R^2 = 0.78$ y la ecuación obtenida explica que por cada porcentaje de inclusión de harina de desechos de camarón la conversión de alimento se mejora en (0.122).

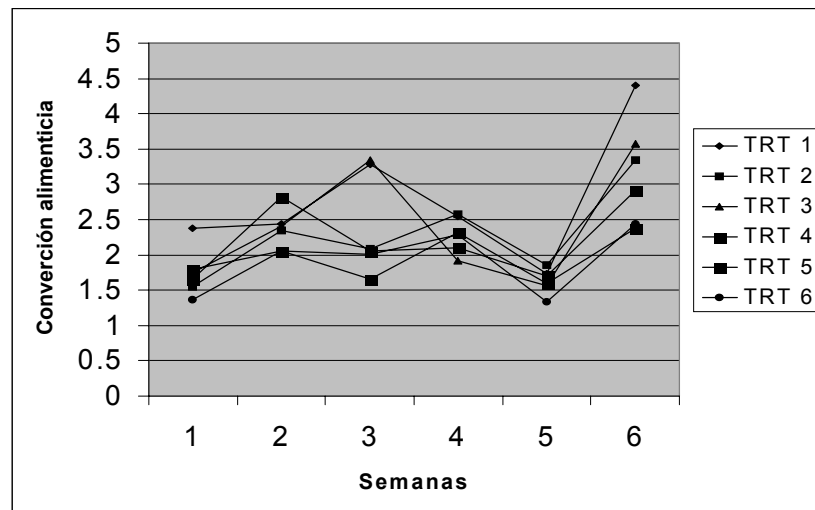


Gráfico 9. Efecto del nivel de sustitución de la HP por HDC sobre la conversión alimenticia por periodo.

En el gráfico 9, podemos observar que para el efecto de la interacción del tratamiento por periodo no se encontró diferencia significativa ($P>0.5987$), y esto se debe a que no hay diferencia significativa entre las 6 dietas usadas en el estudio y que con cualquiera de estas dietas el lechón tiene una menor deposición de grasa y tiene una mejor conversión, la cual es casi igual en toda la etapa de destete hasta entrar a etapa de crecimiento y engorde que el índice de conversión se aumenta

Cuadro 5. Comparación de costos de alimento/kg. de peso vivo de cada tratamiento.

| | Tratamientos | | | | | |
|--|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Lps/kg. de alimento | 3.98 | 4.34 | 4.23 | 4.12 | 4.01 | 3.91 |
| Costo alimento/kg. de peso vivo | 10.2 | 9.59 | 9.26 | 8.85 | 7.98 | 7.19 |
| Costo Lps/qq | 180.93 | 199.22 | 192.22 | 187.23 | 182.45 | 177.79 |

Según el cuadro 5, es más económico incrementar 1kg de peso vivo en los lechones con la dieta hecha a base de H. de desechos de camarón, que con cualquiera de las otras dietas en el ensayo.

Al comparar la dieta hecha con HDC (tratamiento 6), con la dieta hecha a base de H. de pescado (tratamiento 2), podemos observar que el tratamiento 6 es 2.4 lempiras más barato el costo del alimento por Kg de peso vivo.

El costo del concentrado para la H. de desechos de camarón fue casi 22 lempiras/qq más barato que el concentrado del tratamiento 2, y esto se debe a que no hubo diferencia significativa para ninguno de los tratamientos en las variables estudiadas, también que el costo por qq de la H. de desechos de camarón es mucho más barato que el de la H. de pescado en aproximadamente 3 veces.

4. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio podemos concluir que:

1. La sustitución completa de la harina de pescado por harina de desechos de camarón en las dietas de inicio es totalmente factible ya que no existe diferencia en brindar cualquiera de las dos fuentes de proteína sobre los parámetros biológicos como ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.
2. Es mas económico incrementar 1 kg. de peso vivo con la dieta que tenía 100 % de harina de desechos de camarón.
3. La dieta más barata fue la que tenía la sustitución completa de la harina de pescado por la harina de desechos de camarón, debido a que la harina de desechos de camarón es más barata que la de pescado y que la de soya, pero esto es porque la harina de desechos de camarón es producida en Honduras y no tenemos necesidad de importarla como en el caso de la harina de pescado y de soya.

5. RECOMENDACIONES

De acuerdo a lo observado en el presente estudio se recomienda:

1. Reemplazar la Harina de pescado completamente por la harina de desechos de camarón en toda la etapa de inicio.
2. Realizar otro estudio en el cual se pruebe incluir un mayor porcentaje de H de desechos de camarón para encontrar el nivel óptimo de inclusión de H. de desechos de camarón.
3. Evaluar el efecto que tienen las dietas evaluadas en el presente estudio, en el ritmo de crecimiento y la edad de los cerdos al sacrificio.
4. Realizar otro estudio en el cual se pruebe la inclusión de la harina de desechos de camarón en la etapa de pre-inicio.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AMADOR, R.A. 1995. Evaluación de la harina de desechos de camarón en dietas para cerdos en engorda. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- AMSTRONG, W.D., CLAWSON, J.D. 1980. Nutrition and management of early weaned pigs: Effect of increased nutrient concentrations and(or) supplemental liquid feeding. *J. Anim. Sci.* 50(1): 377-382.
- BOWMAN, R., EUCEDA, J.R. 1986. Estudio de factibilidad. Instalación de una planta de alimentos concentrados para consumo animal en Choluteca. P. 50-59. Tegucigalpa.
- CASTILLO, R.R. 1992. Evaluación de diferentes niveles de harina de pescado, cobre y lisina sintética en dietas para lechones destetados tempranamente. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- Centro Nacional de Desarrollo (CENDES), 1980. Industrialización de los desperdicios del camarón. Guayaquil, Ecuador. 138p.
- DALE, N. 1992. Solubilidad de la proteína: indicador del procesado de la harina (pasta) de soya, ASA/Mexico No.89, Mayo, p. 2-11.
- EASTER, R.A. 1989. Biochemical aids in gastrointestinal development and function. *Proceeding No 119, University of Sidney.* P.49-62.
- GAMEZ, M.H. 1997. Efecto de la disminución del nivel de harina de pescado en dietas para lechones destetados tempranamente. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- JARAMILLO, M.G. 1994. Sustitución de la harina de soya por harina de pescado en dietas de lechones destetados. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- LUCAS, I.A.M., LODGE, G.A. 1967. Alimentación de lechones. ESAIN, J. España. Editorial Acribia.
- MAKKINK, C.A., BERNSTEN, P.J, op den KAMP, B.M., KEMP, B., VERSTEGEN, M.W. 1994. Gastric protein breakdown and pancreatic enzyme activities in response to two different dietary protein sources in newly weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 72: 2843-2850.
- MUÑOZ, L.S., GRADIZ, M.A. 1992. Elaboración e incorporación de harina de camarón en concentrado para nutrición animal. Tegucigalpa, Honduras.
- POND, W.G., MANER, J.H. 1984. Swine production an nutrition. The Avi Publishing Company. Connecticut, United State of America. P. 389-393.
- TAYLOR, D.J. 1989. Enfermedades del cerdo. Ed. Manual moderno. México D.F. P. 166.
- TOPLIS, P. 1994. Dieta y digestión de los lechones. Industria porcina. Volumen 14. Marzo- Abril. P. 7-8.

7. ANEXOS

ANEXO 1. Análisis de varianza para la variable ganancia diaria de peso

| Fuente | G.L. | S.C. | C.M. | F | Prob. |
|--------------|---------|----------|----------|-------|--------|
| TRT | 5 | 50935.83 | 10187.16 | 0.23 | 0.9371 |
| REP(TR T) | 6 8 | 268413.5 | 44735.59 | 5.45 | 0.0001 |
| PER | 5 | 1990981. | 398196.3 | 48.55 | 0.0001 |
| TRT*PE R | 25 2 | 193386.1 | 7735.44 | 0.94 | 0.5495 |
| Error | 66 | 541346.9 | 8202.21 | | |
| | | 9 | | | |
| Total | 107 | 3100068. | | | |
| | | 9 | | | |

*Por efecto de diseño, el término de error para la prueba F del tratamiento es REP(TRT)

C.V.=21.43
%

Anexo 2. Separación de medias para la variable ganancia diaria de peso

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|--------------------|----------|
| 100% H. de soya | 370.22 a |
| 100% H. de pescado | 413.11 a |
| 25% H. de camarón | 423.11 a |
| 50% H. de camarón | 408.72 a |
| 75% H. de camarón | 454.11 a |
| 100% H. de camarón | 465.78 a |

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento

| Fuente | G.L. | S.C. | C.M. | F | Prob. |
|--------------|------------|-----------------|---------|-------|--------|
| TRT | 5 | 176458.5 | 35291.7 | 1.15 | 0.4283 |
| | | 6 | 1 | | |
| REP(TR T) | 6 | 184460.4 | 30743.4 | 1.21 | 0.3108 |
| | | 1 | | | |
| PER | 5 | 6927048. | 1385410 | 54.67 | 0.0001 |
| | | 6 | | | |
| TRT*PE R | 25 | 261376 | 10455.0 | 0.41 | 0.9920 |
| | | | 4 | | |
| Error | 66 | 1672649. | 25343.1 | | |
| | | 6 | 7 | | |
| Total | 107 | 9113761. | | | |
| | | 7 | | | |

*Por efecto de diseño, el término de error para la prueba F del tratamiento es REP(TRT)

C.V.=18.00
%

Anexo 4. Separación de medias para la variable consumo de alimento

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|-----------------------|----------|
| 100% H. de soya | 919.28 a |
| 100% H. de pescado | 898.61 a |
| 25% H. de camarón | 905.33 a |
| 50% H. de camarón | 863.61 a |
| 75% H. de camarón | 869.67 a |
| 100% H. de camarón | 848.56 a |

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable de conversión alimenticia

| Fuente | G.L. | S.C. | C.M. | F | Prob. |
|--------------|------|--------|-------|-------|--------|
| TRT | 5 | 9.89 | 1.97 | 0.67 | 0.6623 |
| REP(TR T) | 6 | 17.75 | 2.958 | 5.75 | 0.0001 |
| PER | 5 | 27.38 | 5.476 | 10.65 | 0.0001 |
| TRT*PE R | 25 | 11.62 | 0.464 | 0.9 | 0.5987 |
| Error | 66 | 33.94 | 0.514 | | |
| Total | 107 | 100.18 | | | |

*Por efecto de diseño, el término de error para la prueba F del tratamiento es REP(TRT)

Anexo 6. Separación de medias para la variable conversión alimenticia

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|-----------------------|--------|
| 100% H. de soya | 2.79 a |
| 100% H. de pescado | 2.29 a |
| 25% H. de camarón | 2.43 a |
| 50% H. de camarón | 2.20 a |
| 75% H. de camarón | 1.97 a |
| 100% H. de camarón | 1.91 a |