

SUSTITUCION DE HARINA DE SOYA POR HARINA DE
PESCADO EN DIETAS DE LECHONES DESTETADOS

Por

BIBLIOTECA WILSON POPENO
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 22
TEGUCIGALPA, HONDURAS

Mauricio Guillermo Jaramillo Jara

TESIS

PRESENTADA A LA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

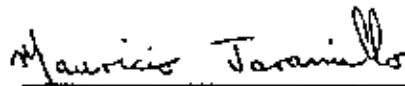
INGENIERO AGRONOMO

EL ZAMORANO, HONDURAS
DICIEMBRE, 1994

EFFECTO DE LA SUSTITUCION DE HARINA DE SOYA POR
HARINA DE PESCADO EN DIETAS DE LECHONES DESTETADOS

POR :
MAURICIO GUILLERMO JARAMILLO JARA

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana
permiso 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.



Mauricio Guillermo Jaramillo Jara

Diciembre de 1994

DEDICATORIA

A mis padres, Patricio y Mercedes quienes con mucho sacrificio y con una cantidad inagotable de cariño y apoyo me permitieron lograr una de las metas de mi vida.

A mis hermanos, Freddy y Patricio por su confianza en mí, espero poder algún día ser un ejemplo para ustedes.

A los Super Jaramillo Jara, que son, han sido y serán la base de mi vida.

BIBLIOTECA WILSON POPENOK
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUCIGALPA HONDURAS

AGRADECIMIENTO

A mi asesor principal, Marco Esnaola por haberme permitido trabajar junto a él a través de estos dos años y por su ayuda para la elaboración de esta tesis.

A mis asesores, Beatriz Murillo y Abel Gernat, por su valiosa ayuda a lo largo de la realización de esta tesis.

A Rogel Castillo, por toda la colaboración y consejos que como amigo y colega me brindó a lo largo de este último año.

A mis colegas y amigos que me apoyaron.

A todas las personas que de alguna manera permitieron con su ayuda la realización de esta tesis.

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 92
TEGUCIGALPA HONDURAS

INDICE GENERAL

	Pag.
Portada	1
Derechos de Autor	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Indice general	v
Indice de cuadros	vii
Indice de gráficos	viii
Indice de anexos	ix
Aprobación	xi
I. INTRODUCCION	1
Objetivos	3
II. REVISION DE LITERATURA.....	5
1. La fisiología digestiva del lechón	5
1.1 Introducción	5
1.2 Efecto del destete sobre el lechón .	6
1.3 Desarrollo enzimático del tracto digestivo del lechón	7
1.4 Efecto del destete sobre la acidez del tracto gastro-intestinal	9
1.5 Cambios en la morfología intestinal asociados con el destete	11
1.6 Uso de productos lácteos	13
2. Fuentes de proteína	15
2.1 Harina de soya	16
2.2 Harina de pescado	18

III. MATERIALES Y METODOS	22
1. Localización del estudio	22
2. Animales utilizados	22
3. Alojamiento	22
4. Diseño experimental	23
5. Tratamientos experimentales	23
6. Variables medidas	25
7. Análisis de laboratorio	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	26
1. Ganancia diaria de peso	26
2. Consumo diario de alimento	32
3. Conversión alimenticia	35
4. Análisis económico	36
V. CONCLUSIONES	38
VI. RECOMENDACIONES	39
VII. RESUMEN	40
IX. BIBLIOGRAFIA	42
X. ANEXOS	46

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Tratamientos experimentales utilizados	24
Cuadro 2. Composición de las dietas experimentales	24
Cuadro 3. Resultados generales obtenidos	26
Cuadro 4. Resultados generales obtenidos para la variable ganancia diaria de peso en distintos períodos del experimento	28
Cuadro 5. Resultados generales obtenidos para la variable consumo diario de alimento en distintos períodos del experimento	32
Cuadro 6. Costo de alimento por Kg de lechón	36

INDICE DE GRAFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Efecto de la harina de pescado sobre la ganancia de peso y consumo de alimento	20
Gráfico 2. Efecto del nivel de harina de pescado sobre la ganancia diaria de peso	27
Gráfico 3. Efecto del nivel de harina de pescado sobre la ganancia diaria de peso	30
Gráfico 4. Efecto de la harina de pescado sobre el consumo diario de alimento	33
Gráfico 5. Efecto del nivel de harina de pescado sobre el consumo diario de alimento	34

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Contenido nutricional de las dietas	47
Anexo 2. Resultados de los análisis de laboratorio para la harina de pescado y las dietas experimentales utilizadas	47
Anexo 3. Probabilidades para las tendencias lineal y cuadrática de las variables, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia	48
Anexo 4. Análisis de Varianza para la variable ganancia diaria de peso (g), (0-14 días)	48
Anexo 5. Análisis de Varianza para la variable ganancia diaria de peso (g), (0-21 días)	49
Anexo 5a. Separación de medias para la variable ganancia diaria de peso (g), (0-21 días)	49
Anexo 6. Análisis de Varianza para la variable ganancia diaria de peso (g), (0-28 días)	50
Anexo 6a. Separación de medias para la variable ganancia diaria de peso (g), (0-28 días)	50
Anexo 7. Análisis de Varianza para la variable ganancia diaria de peso (g), (0-35 días)	51
Anexo 7a. Separación de medias para la variable ganancia diaria de peso (g), (0-35 días)	51
Anexo 8. Análisis de Varianza para la variable ganancia diaria de peso (g), (0-42 días)	52
Anexo 8a. Separación de medias para la variable ganancia diaria de peso (g), (0-42 días)	52
Anexo 9. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (g), (0-14 días)	53
Anexo 10. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (g), (0-21 días)	54

Anexo 10a. Separación de medias para la variable consumo de alimento (g), (0-21 días)	54
Anexo 11. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (g), (0-28 días)	55
Anexo 11a. Separación de medias para la variable consumo de alimento (g), (0-28 días)	55
Anexo 12. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (g), (0-35 días)	56
Anexo 12a. Separación de medias para la variable consumo de alimento (g), (0-35 días)	56
Anexo 13. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (g), (0-42 días)	57
Anexo 13a. Separación de medias para la variable consumo de alimento (g), (0-42 días)	57
Anexo 14. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (g/g), (0-42 días)	58

I. INTRODUCCION

El período post-destete es una de las etapas críticas de la vida del cerdo. El principal objetivo al preparar una dieta de inicio para lechones, es lograr una transición adecuada de una dieta líquida basada en la leche materna, a una dieta sólida, que pueda mantener altos niveles de crecimiento, bajos niveles de mortalidad y una baja incidencia de enfermedades.

Esto representa un desafío, tomando en cuenta que, el animal al ser destetado está sometido a cambios de tipo nutricional, social y ambiental, que van a afectar su rendimiento durante el post-destete (Johnston y col., 1993; VIDO, 1991).

El sistema digestivo del lechón está capacitado para digerir lactosa, caseína y grasa altamente digestible al momento del destete. La habilidad del lechón para digerir carbohidratos complejos, proteínas vegetales y grasas no emulsionadas se desarrolla poco a poco (Fowler, citado por Cole y Haresign, 1985; Johnston y col., 1993). La secreción de pepsina en el estómago y de proteinasas en el intestino delgado es muy baja en el lechón recién nacido y aumenta gradualmente durante las primeras ocho semanas de vida. Esta es una de las razones por las cuales, la digestibilidad de proteínas de origen vegetal es menor que las de origen animal o lácteas (Johnston y col., 1993).

A una menor edad de destete, más inmaduro es el sistema digestivo del lechón, y mayor será el estrés emocional por la separación de la madre. Conjuntamente con estos factores el contenido del lumen del tracto digestivo es físicamente diferente, los componentes no absorbidos de la dieta formarán un sustrato ideal para ciertos microorganismos dañinos como la Escherichia coli y la mucosa estará expuesta a grandes cantidades de nuevos antígenos potenciales hacia los cuales puede reaccionar (Kidder, 1980; VIDO, 1991; Fowler, citado por Cole y Haresign, 1985).

El suero seco y la leche descremada en polvo son sub-productos de la industria lechera que al tener un alto contenido de lactosa, lactoalbúminas y lactoglobulinas, son excelentes como ingredientes para dietas de lechones destetados tempranamente y en países donde la industria porcina es desarrollada se usan normalmente niveles de 20 a 30% de estos sub-productos.

Lamentablemente los dos subproductos mencionados, por su baja disponibilidad y costo elevado hacen que su uso sea limitado en la mayoría de los países del trópico (Campabadal, 1988; Tanksley y col., 1985; Patience y Thacker, 1989).

En Honduras, el Zamorano ha iniciado un programa de investigación tendiente a encontrar ingredientes alternativos a los productos lácteos, que permitan reducir el problema de diarrea post-destete y maximicen las respuestas de crecimiento

de los lechones destetados a una edad temprana (4-5 semanas). Castillo, (1992), probó cinco niveles de reemplazo de harina de pescado por harina de soya en dietas de lechones destetados a las 5 semanas de edad, obteniendo la mejor respuesta con un nivel de inclusión de 9% de harina de pescado.

Tomando como base estas investigaciones se plantea la necesidad de conocer la respuesta de los lechones destetados a diferentes niveles de inclusión de harina de pescado a una edad más temprana (28 días), y sin incluir harina de carne de manera de observar la respuesta animal a los diferentes niveles de harina de pescado de la dieta. Debido al desarrollo de la industria camaronera, la harina de pescado es un ingrediente que en Honduras se ha vuelto más común . Lamentablemente los datos que existen de la harina de pescado producida en la región (Centroamérica), indican que son de calidad muy variable particularmente por su contenido de proteína y minerales (Campabadal, 1988)

Basado en estos antecedentes el presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

-Evaluar el efecto de la sustitución de diferentes niveles de Harina de soya por Harina de pescado en la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en lechones destetados a los 28 días de edad.

-Determinar la conveniencia económica de este reemplazo en términos del costo de alimentación por kg de lechón que sale del período post-destete.

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 52
TEGUCIGALPA HONDURAS

II. REVISION DE LITERATURA

1. FISILOGIA DIGESTIVA DEL LECHON

1.1 INTRODUCCION

Si se desea maximizar la respuesta productiva de los animales uno de los aspectos más importantes que se deben tomar en cuenta son los cambios paulatinos que ocurren en la fisiología digestiva.

En el caso de la especie porcina, tanto la leche materna como el sistema digestivo de los lechones han evolucionado juntos llegando a un punto donde la leche y su forma gradual de digestión representan exactamente lo que el sistema digestivo está preparado para digerir y absorber. El lechón lactante digiere la leche lentamente a intervalos aproximados de una hora, manteniendo un flujo digestivo constante y sin sobrecargas físicas o químicas.

Al destete la cerda le provee al lechón una dieta que contiene aproximadamente 30% de proteína, 35% de grasa y 25% de lactosa en base de materia seca. Después del destete, los lechones son normalmente alimentados con una dieta baja en grasa, baja en lactosa, alta en carbohidratos y compuesta de cereales y harina de soya. Estas dietas no son adecuadas para el sistema digestivo inmaduro de los lechones y pueden llegar a producir un daño a la pared intestinal, una menor digestibilidad y ocasionar en el lechón cuadros de diarrea.

1.2 EFECTO DEL DESTETE SOBRE EL LECHON

El destete temprano de los cerdos provoca un estrés severo al animal que se caracteriza por un crecimiento pobre, disminución en el consumo de alimento y diarrea (Amstrong y Clawson, 1980).

El pobre crecimiento que se observa durante la primera semana post-destete, coincide con una declinación en la actividad enzimática (digestión), y un daño a la pared intestinal (capacidad de absorción) (Makkink, 1993). Este daño causa una disminución en la longitud de las microvellosidades en el período post-destete, lo que va a reducir el área total de absorción del lumen intestinal. Por otro lado, un desarrollo o producción inadecuada de las enzimas digestivas y un menor transporte de nutrientes en la superficie de las microvellosidades, predispone al lechón a una deshidratación, diarrea y a condiciones intestinales que favorecen la colonización por parte de coliformes (Cera y col., 1988b).

Estos cambios en la morfología intestinal, son observados inmediatamente después del destete y pueden durar al menos por un período de 7 a 14 días post-destete (Cera y col., 1988b).

1.3 DESARROLLO ENZIMATICO DEL TRACTO DIGESTIVO DEL LECHON

La lactosa, que es el principal carbohidrato de la leche de la cerda, es desdoblada rápidamente para la absorción por la enzima lactasa, 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, sólo las grasas suaves y aceites (aceites 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).

Los jugos gástricos de los lechones, sufren alteraciones fundamentales durante las primeras semanas de vida. El animal nace con enzimas adaptadas específicamente para la digestión de la leche materna. Pero, a partir de la tercera semana de vida, la producción de leche de la cerda empieza a disminuir y el lechón debe desarrollar otras enzimas, que le permitan el aprovechamiento de otros alimentos.

La inmadurez de la función digestiva del lechón menor de tres semanas está bien documentada. La mayoría de los procesos, incluidos las síntesis de enzimas, se cree que

ocurren bajo control hormonal y se inician a los 21 días. Se debe tomar en cuenta que la digestión es un proceso complejo en el cual la síntesis de enzimas es solo un factor (Sève, 1985).

Graham y col., (1981); Cera y col., (1988b), coinciden en concluir que la transición hacia una efectiva producción de enzimas, que puedan en forma efectiva hidrolizar las moléculas complejas de los granos cereales, no ocurre tan rápidamente en lechones destetados tempranamente como en lechones destetados en forma tardía.

La actividad proteolítica en el páncreas, aumentó en forma considerable desde los 21 a 28 días de edad del lechón y posterior al destete de los 35 a los 56 días de edad. Estos incrementos se refieren a los niveles de Tripsina, Quimotripsina y Amilasa (Owsley y col., 1986). Estas enzimas presentaron sus niveles más bajos inmediatamente después del destete temprano (28 d) hasta los 31 días de edad.

Makkink, (1993), observó que la actividad de las proteasas en el páncreas e intestino delgado, están relacionadas directamente con el consumo de alimento de la primera semana.

Los bajos niveles de enzimas en el páncreas, a los 31 días pueden ser causados por un menor consumo de alimento post-destete lo que va a provocar una reducción de los niveles de precursores disponibles para la síntesis de enzimas. Los

bajos niveles de enzimas en el intestino a los 29 días de edad nos pueden indicar que la cantidad de enzimas pancreáticas secretada es proporcional a la cantidad de sustrato en el duodeno o que el mecanismo de liberación de las enzimas aún no está completamente desarrollado (Owsley y col., 1986). Los resultados indican que un aumento en el consumo de alimento inmediatamente después del destete va a incrementar la cantidad de enzimas pancreáticas sintetizadas y secretadas, con lo que se mejoraría la respuesta del animal.

1.4 EFECTO DEL DESTETE SOBRE LA ACIDEZ DEL TRACTO GASTRO-INTESTINAL

La disminución del pH de la ración puede disminuir el pH del estómago del lechón aumentando la transformación del Pepsinógeno (forma inactiva) en pepsina (forma activa). La pepsina desdobla las proteínas y tiene actividad a pH bajo.

El bajo pH estomacal previene el crecimiento y la multiplicación de Escherichia coli y otras bacterias causantes de la diarrea.

Mathew y col., (1993) observaron que el cambio de una dieta líquida a una dieta sólida va a reducir el consumo de alimento durante los primeros días posteriores al destete. Esto provocará un menor flujo de alimento hacia el intestino. En este trabajo se encontró que el pH del intestino delgado se

incrementa durante los primeros días posteriores al destete, lo que puede deberse a un exceso de secreciones pancreáticas que actuaron como buffer, hasta que el animal normalizó su consumo de alimento. Los mismos autores, notaron que, tanto la disminución de paso de alimento hacia el intestino delgado, como el aumento del pH pueden permitir que varios serogrupos de Escherichia coli colonicen el intestino. Estudios in vitro usando inmunoafinidad magnética y cerdos canulados, indican que un pH en el rango de 7.5 estimula la expresión de la fimbria K88+ y que estos altos niveles de pH pueden ocurrir en el ileum posterior al post-destete.

Pollmann y col., (1980) sugieren, que el ácido láctico producido como un metabolito durante la fermentación que realizan cepas de bacterias lácticas, es la causa de una mejora en la respuesta animal.

Roppa, (1990) indica que la diarrea post-destete no está relacionada con una cierta edad, sino más bien con un evento común que es el destete. Las cepas aisladas de Escherichia coli de lechones con diarrea, no siempre causan la enfermedad cuando fueron administradas a lechones sanos.

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 88
TEGUCIGALPA HONDURAS

1.5 CAMBIOS EN LA MORFOLOGIA INTESTINAL ASOCIADOS CON EL DESTETE

Analizando el intestino de los lechones Roppa, (1990); Cera y col., (1988b); Li y col., (1991a); Sohn y col., (1994) encontraron que durante los primeros cuatro o cinco días post-destete, había una marcada reducción en las vellosidades intestinales, que son los miles de filamentos que cubren la superficie del intestino y que son responsables de la digestión y absorción de los nutrientes de la ración.

Li y col., (1991b) observaron que con un incremento del largo de las vellosidades también se incrementó la ganancia diaria de peso, indicando una relación entre el largo de las vellosidades del intestino y el crecimiento de los lechones. Por lo tanto la reducción del largo de las vellosidades va a disminuir el área total de absorción y puede resultar en concentraciones inadecuadas de enzimas o en disminución del transporte de nutrientes a nivel de las vellosidades de la pared intestinal.

Además de la disminución en el tamaño de las vellosidades, se observa que la superficie se encuentra recubierta de células inmaduras, denominadas enterocitos, que son células jóvenes que van a sustituir a las células destruidas. En un intestino normal estas células demoran cuatro a cinco días para salir de la base de las vellosidades

y ocupar la superficie de la misma.

La reducción del nivel de enzimas contenidas en las células de la mucosa intestinal van ha alterar la capacidad del tracto gastrointestinal para digerir proteínas antigénicas (Li y col., 1991b).

Li y col., (1991a); Li y col., (1991b) observaron que altos niveles de anticuerpos anti-soya circulando en el lechón pueden causar problemas gastrointestinales y reducida absorción en el intestino delgado. Esto coincide con la presencia de proteínas antigénicas intactas en el Ileum de lechones alimentados con harina de soya. La reducción en el largo de las vellosidades coincide con un aumento en la concentración de inmunoglobulinas G y E, por lo tanto los problemas post-destete del lechón van ha ser un resultado parcial de una reacción de hipersensibilidad a nivel del intestino, creada por los antígenos de la dieta.

Cuando ocurre la hipersensibilidad, luego del destete, se aumenta la tasa de multiplicación de las células superficiales, dando como resultado que las vellosidades queden recubiertas por células inmaduras que poseen una elevada actividad secretora y que no pueden digerir y absorber apropiadamente los alimentos (Roppa, 1990).

Estas alteraciones van ha ser causa de las diarreas, en este momento ocurre una proliferación de Escherichia coli quienes encuentran las vellosidades debilitadas volviendo más

potentes las toxinas frente a los enterocitos inmaduros, lo cual complica aún más las diarreas.

1.5 USO DE PRODUCTOS LACTEOS

Se ha demostrado que la tasa de crecimiento y la eficiencia de utilización de alimento de los lechones destetados tempranamente es mejor, cuando las dietas que consumen tienen sub-productos lácteos, que cuando tienen proteínas de soya (Sohn y col., 1994).

Con relación a la proteína, los lechones digieren mejor la caseína que la proteína de soya. La velocidad con que pasa el alimento a través del tracto digestivo en los lechones alimentados con soya, es más rápida que en los alimentados con caseína. Las dietas basadas en la caseína provocan una caída del pH estomacal durante las primeras 1-2 horas posteriores a la alimentación. Por el contrario los lechones alimentados con una dieta basada en soya necesitan cuatro horas, esto explica la superioridad de las dietas con caseína. Las proteínas a base de soya tienen mayor capacidad buffer del pH estomacal, reduciendo la acción de la Pepsina y manteniendo un nivel de pH demasiado alto, lo cual permite que pasen una mayor cantidad de proteínas intactas al intestino delgado (Roppa, 1990).

Muchos investigadores han tratado de compensar esta insuficiencia digestiva mediante la suplementación de las dietas de los destetados con sub-productos lácteos de mayor digestibilidad, tales como: el suero de queso deshidratado y la leche descremada en polvo.

El suero es un producto rico en lactosa, la cual es hidrolizada en el duodeno del lechón a glucosa y galactosa, bajo la acción de la lactasa.

Cera y col., (1988a); Tokach y col., (1989) demostraron que dietas que contenían suero de queso seco, en niveles de 15 a 35% de la dieta, mejoraban en forma consistente las ganancias de peso y el consumo de alimento.

Roppa, (1990) señala que la adición de 20 a 30% de suero estimula el consumo de alimento debido a su alta palatabilidad y además es una excelente fuente de nutrientes para los *Lactobacillus*, que habitan el tracto gastrointestinal e inhiben el crecimiento de *Escherichia coli*.

Durante los primeros 14 días post-destete los lechones que recibieron harina de soya tuvieron las menores ganancias diarias de peso y los menores consumos de alimento, además presentaron pobres conversiones alimenticias en comparación con lechones alimentados con leche descremada en polvo (Li y col., 1991b).

Lepine y col., (1991) sostienen que presumiblemente, el beneficio de la inclusión de suero deshidratado, por lo menos

para la fase inicial post-destete, puede ser por su contenido de lactosa más que debido a su contribución de proteína o de lisina.

Roppa (1990), indica que el uso de suero de queso en polvo o la leche descremada en polvo mejora el crecimiento debido a su mejor digestibilidad consecuencia de la mayor solubilidad de sus componentes.

Friessen y col., (1993) observaron que el lechón destetado puede digerir en forma más rápida la proteína de la leche y sus azúcares al momento del destete que una dieta con carbohidratos complejos y proteína de origen vegetal.

2. FUENTES DE PROTEINA

Los sub-productos lácteos son la mejor fuente de proteína y energía para los lechones destetados tempranamente.

Sin embargo en las condiciones de los países del trópico el uso de estos productos es limitado debido a su alto precio y baja disponibilidad.

Por tanto si el productor desea maximizar la respuesta animal, necesita hacer uso de fuentes de proteína que sean adecuadas para el animal y disponibles en el medio en el cual se encuentra. Entre estas fuentes de proteína, disponibles para el productor de cerdos están, la harina de soya y la harina de pescado.

2.1 HARINA DE SOYA

La harina de soya es la fuente de proteína más ampliamente usada en las raciones de cerdos. Sin embargo, su uso en proporciones altas, en cerdos jóvenes, tiene ciertas limitantes.

Dietas basadas en granos de cereales y harina de soya se usan extensivamente en las dietas de cerdos por su valor económico bastante bajo, aunque está bien documentado que estas dietas simples en base a grano-harina de soya no maximizan el crecimiento de los cerdos.

Sohn y col., (1994) indica que el menor rendimiento con proteínas de soya se ha asociado con una reducción en la digestibilidad, la cual puede ser causada por una hipersensibilidad a las proteínas de la soya, glicinina y β -conglucina y factores antinutricionales como los inhibidores de tripsina.

Dunsford y col., (1989) observaron que la longitud de las vellosidades disminuyó considerablemente durante los primeros tres días post-destete, el destete y la exposición del animal a un nuevo tipo de alimento fueron las causas de este cambio. Los mayores cambios en la morfología intestinal ocurrieron en los lechones alimentados con harina 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 plásmaticas.

Li y col., (1990, 1991a) observaron que la estimulación del sistema inmune, por glicinina y β -conglucininina sin desnaturalizar, que son absorbidas en el lumen del intestino, pueden ser la causa de los altos niveles de anticuerpos. Residuos de estos materiales antigénicos se encontraron en el Ileum de cerdos alimentados con harina de soya, lo cual nos indica que algunos de estos materiales pasan sin digerirse luego de pasar por el intestino delgado. Estos materiales antigénicos pueden causar hipersensibilidad gastrointestinal y daño a las vellosidades, lo cual puede explicar las pobres ganancias diarias de peso y conversión alimenticia durante las primeras semanas post-destete.

La presencia de glicinina y β -conglucininina sin digerir en la digesta ileal de los lechones alimentados con harina de soya o concentrado de proteína de soya sugiere que estas proteínas inmunológicamente activas de la soya resisten la hidrólisis durante su paso a través del tracto digestivo del lechón (Li y col., 1990, 1991a).

Sohn y col., (1994) indicaron que los datos de crecimiento como de digestibilidad, apoyan la idea de que cualquier efecto negativo de las proteínas de la soya en la dieta de lechones es de corta duración, ya que el sistema inmunológico del animal se vuelve tolerante después de haber estado expuesto durante algún tiempo a estas proteínas.

2.2 HARINA DE PESCADO

Las harinas de pescado son elaboradas usando como base pescados enteros o en base a los residuos de pescado. Una harina de pescado bien procesada es una fuente excelente de proteína para su uso en dietas de cerdos, es bastante palatable, con alto contenido de lisina, treonina y aminoácidos azufrados, lo cual la convierte en un complemento ideal para las dietas basadas en cereales. Además es una buena fuente de calcio, fósforo, colina, ácido pantoténico, rivotflavina, ácido nicotínico y vitamina B12.

La respuesta en crecimiento cuando se incluye harina de pescado en las dietas de lechones destetados ha sido variable en diferentes experimentos y estas variaciones se relacionan con variaciones en la calidad de la harina de pescado.

Existen varios factores que afectan el valor nutricional de la harina de pescado y que han sido identificados, entre estos factores están: la calidad de la materia prima a usarse y el procesamiento que ésta reciba.

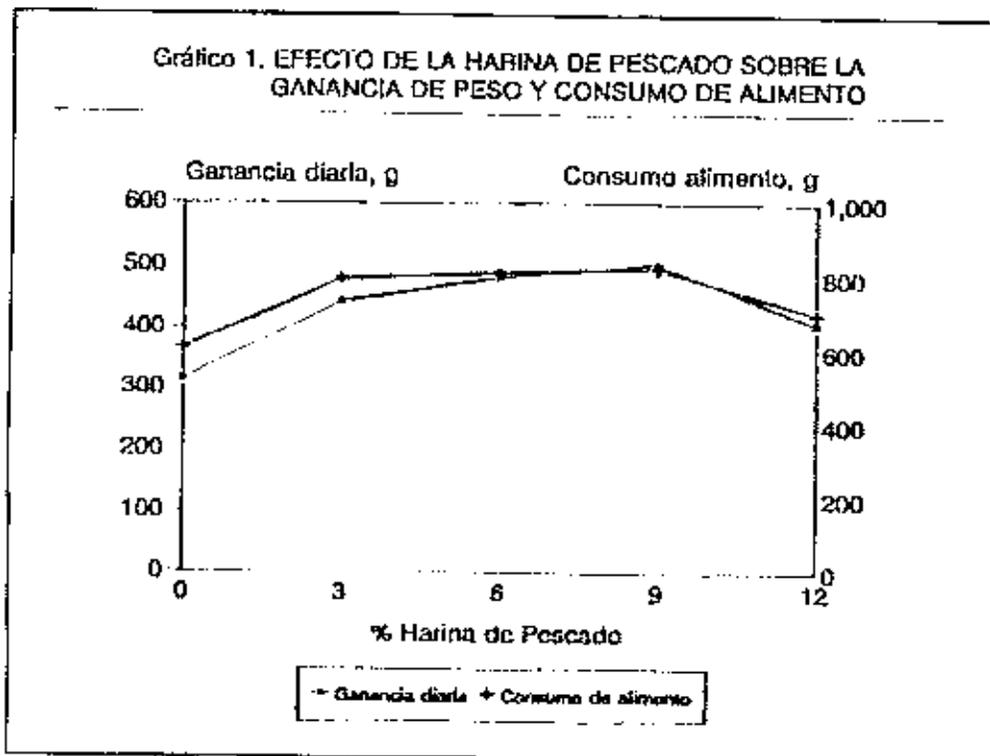
Durante el procesamiento, las temperaturas de cocción y secado van a influenciar la calidad de la harina de pescado. El calor excesivo va a producir una menor disponibilidad de aminoácidos. Consecuentemente el valor de la harina de pescado como fuente de proteína en una dieta determinada depende de su calidad y del efecto que pueda tener sobre el balance total de aminoácidos de esta dieta.

La calidad superior de la harina de pescado comparada con proteínas de origen vegetal ha sido observada por muchos investigadores. Frens y Ubbels (1951; citados por Pond y Maner, 1974) observaron que los cerdos que recibieron dietas con 8% de harina de pescado, crecieron y utilizaron el alimento mejor que cerdos alimentados con 5% de harina de soya y 5% de harina de girasol.

Al alimentar cerdos con dietas que contenían un 18.5% de proteína cruda con o sin harina de pescado, (Pike, 1978; citado por Pond y Maner, 1974) se encontró que la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia fueron significativamente mejores para los tratamientos suplementados con harina de pescado. El efecto sobre la tasa de crecimiento fue particularmente marcado en el período de seis a nueve semanas de edad.

Stoner y col., (1988) reemplazaron leche en polvo por harina de pescado en dietas de lechones destetados, y observaron que la harina de pescado puede ser usada para reemplazar en su totalidad la leche en polvo, si se tienen en consideración los niveles de lactosa de la dieta. Se observó que al usar niveles de 4.5, 8 y 12.5% de harina de pescado, la ganancia de peso se maximizaba con el nivel de 8% de harina de pescado, y que un reemplazo completo de harina de soya por harina de pescado en la dieta de lechones destetados, no aumentó la ganancia diaria de peso.

Castillo, (1992) concluye que la adición de harina de pescado a la dieta de lechones destetados, en sustitución parcial de la harina de soya, mejora las ganancias de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia, observando la mejor respuesta con el nivel de 9% de harina de pescado en la dieta. La menor respuesta animal observada fue en la dietas que no contenían harina de pescado, además, al incrementarse el porcentaje de harina de pescado en la dieta, se incrementaba la ganancia diaria de peso y el consumo de alimento hasta el nivel de 9% de harina de pescado, sin embargo al subir el nivel a 12% tanto la ganancia diaria de peso como el consumo de alimento tendieron a decrecer, siguiendo los resultados una tendencia cuadrática, (Gráfico 1).



Castillo, (1992) en el mismo estudio, no obtuvo diferencias significativas para la conversión alimenticia aunque la tendencia seguida por esta variable fue similar a la seguida por la ganancia de peso y el consumo de alimento. Para las dietas que contenían 9% de harina de pescado y 250 ppm de cobre la ganancia de peso fue de 491 gramos y el consumo de alimento fue de 883 gramos, en lechones de 10 semanas de edad.

De la Cruz, (1993) probó varios niveles de sulfato de cobre y un probiótico en dietas de lechones destetados y obtuvo con un nivel de 9% de harina de pescado y 250 ppm de cobre, una ganancia de peso de 452 gramos y 1047 gramos de consumo de alimento, en lechones que al terminar el estudio tenían 10 semanas de edad.

Stoner y col., (1989) trabajando con tres tipos de harina de pescado, las cuales diferían entre sí por su digestibilidad química (digestibilidad por pepsina modificada), observaron que existieron diferencias significativas para las ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Se observó que la ganancia diaria de peso y consumo de alimento fue significativamente diferente ($P = 0.05$) en aquellos lechones cuyas dietas incluían harina de pescado a niveles de 7.8 a 8.2 como porcentaje del total de la dieta, versus la dieta control que se basaba en harina de soya, maíz y suero de queso en polvo (Stoner y col., 1988).

III. MATERIALES Y METODOS

1. LOCALIZACION DEL ESTUDIO

El experimento se llevó a cabo en el galpón para lechones destetados de la sección de Cerdos de El Zamorano, Honduras.

2. ANIMALES UTILIZADOS

Se utilizaron 80 lechones, 40 hembras y 40 machos castrados, híbridos de las razas Duroc x York x Landrace y cruces con verracos híbridos de la Compañía Pig Improvement Company, con un peso inicial de 6.88 ± 0.48 kg y una edad promedio de 27.53 ± 0.24 días.

Los lechones una vez destetados fueron divididos en 20 grupos homogéneos de 4 animales, de acuerdo al peso inicial, sexo y origen de la camada.

Todos los animales fueron desparasitados una semana después del destete y una semana después de la desparasitación se vacunaron contra cólera porcino.

3. ALOJAMIENTO

Los animales fueron alojados en corrales elevados con piso ranurado, de 3m de largo por 1m de ancho, (3m² de área).

Cada corral contaba con un bebedero automático de tipo chupete y un comedero de tolva automático regulable.

4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El trabajo se realizó en el período comprendido de Abril a Agosto de 1994. Cada repetición tuvo una duración de seis semanas.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar con cinco tratamientos y cuatro bloques. Para la variable ganancia de peso se obtuvieron datos de 16 cerdos o unidades experimentales por tratamiento con un total de 80 observaciones. Para las variables consumo de alimento y conversión alimenticia se consideraron los corrales (n=4) como unidades experimentales, con un total de 20 observaciones.

Los datos fueron analizados por medio del programa de análisis estadístico MSTAT-C (Michigan State University), se realizó un análisis de varianza por medio del procedimiento ANOVA2 y la separación de medias se obtuvo por medio de la prueba Duncan.

5. TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES

Se evaluaron cinco niveles de sustitución de Harina de soya por Harina de pescado, como se puede observar en el

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMENGAÑA
APARTADO 88
TERRUCIALPA HONDURAS

Cuadro 1. Las dietas utilizadas se formularon en base a un nivel fijo de 1.2% de Lisina, 18% de Proteína cruda, 3250 Kcal/kg de Energía metabolizable, 0.7% de Calcio y 0.32% de Fósforo disponible. La composición porcentual se muestra en el Cuadro 2 y la composición nutricional de las dietas se muestra en el Anexo 1, respectivamente.

Cuadro 1. Tratamientos experimentales utilizados

TRATAMIENTO	Harina de Pescado %
I	0
II	3
III	6
IV	9
V	12

Cuadro 2. COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

Tratamientos	I	II	III	IV	V
INGREDIENTES	%				
Maíz blanco	65.58	67.20	68.83	70.36	71.78
H. coya	25.03	21.00	18.97	12.96	8.97
H. pescado	0.00	3.00	6.00	9.00	12.00
Lisina	0.26	0.24	0.22	0.20	0.17
Carbonato de calcio	1.00	0.86	0.70	0.43	0.03
Fosfato dicálcico	1.08	0.65	0.28	---	---
Sal común	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Aceite de palma	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Melaza	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Vitamelk cerdos	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Mecadox	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Sulfato de cobre	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Costo L/qq.	85.60	86.17	86.75	87.55	88.56

6. VARIABLES MEDIDAS

Los lechones fueron pesados en forma individual cada siete días, para calcular la ganancia de peso. El consumo de alimento se calculó por corral o grupo de cuatro animales.

El alimento fue suministrado ad-libitum, pesándose diariamente las cantidades ofrecidas. El consumo de alimento se determinó por la diferencia entre lo ofrecido y el sobrante al final de los siete días.

La conversión alimenticia se calculó dividiendo el consumo de alimento por corral entre la ganancia de peso.

7. ANALISIS DE LABORATORIO

Se realizó un análisis proximal de las dietas y de la harina de pescado usadas, siguiendo la metodología de la A.O.A.C., (Murillo, 1994). Los resultados de los análisis se pueden observar en el Anexo 2.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados generales en cuanto a ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y costo de alimento por kilogramo de aumento de peso se presentan en el Cuadro 3.

	TRATAMIENTOS					Error estándar	Tendencia
	I	II	III	IV	V		
No. de cerdos	16	16	16	16	16		
% Harina Pescado	0	9	6	9	12		
Días de experimento	42	42	42	42	42	—	—
Peso Inicial, kg	6.0	7.0	6.9	6.9	6.9	—	—
Peso Final, kg	22.4	24.9	27.0	29.2	27.0	—	—
Ganancia/día/cerdo, g *	369c	428b	498a	532a	479ab	77	cuadrática
Consumo/día/cerdo, g **	553c	757bc	757ab	872a	793ab	69	lineal
Conversión alimenticia, ns	1.77	1.77	1.58	1.64	1.67	0.13	—
L./kg de alimento	1.09	1.90	1.91	1.93	1.95	—	—
Costo alimento/kg de peso ***	3.34	3.37	3.02	3.16	3.26	—	—

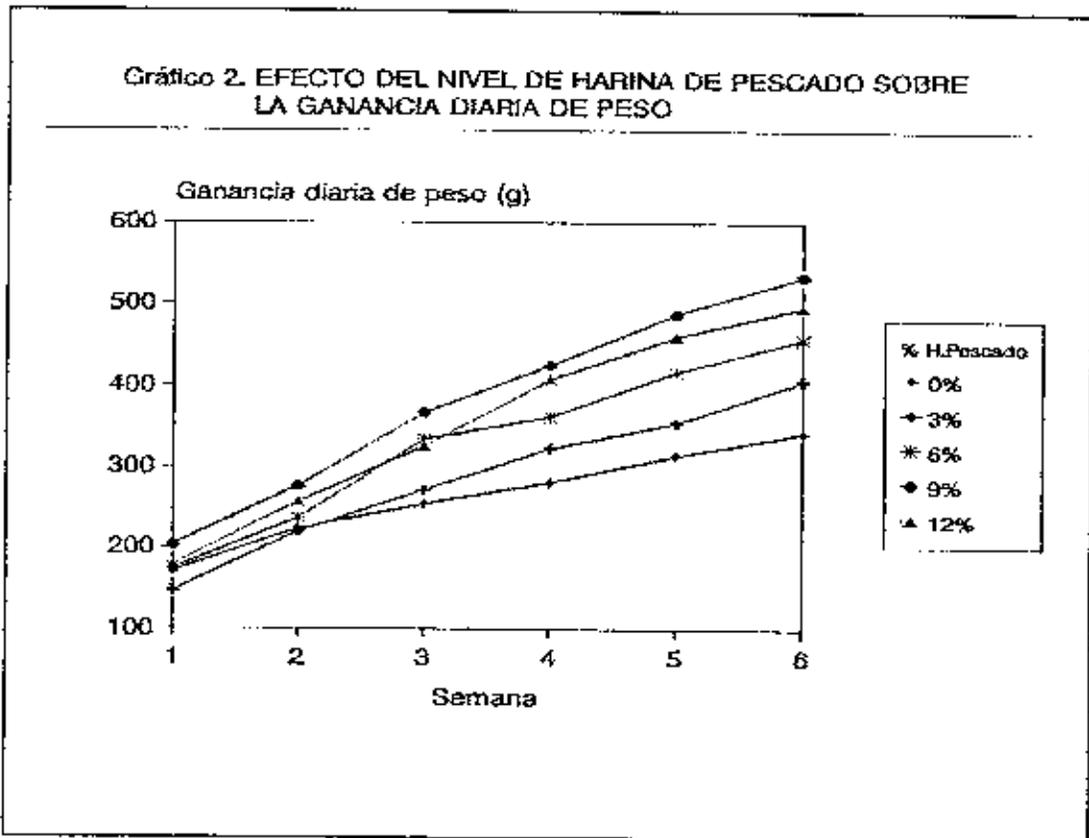
Datos de 28 hasta 70 días de edad, de los lechones.
 * Diferencias estadísticas significativas (P=0.0001)
 ** Diferencias estadísticas significativas (P=0.0113)
 *** Conversión alimenticia x L./kg de alimento
 ns No significativo

1. GANANCIA DIARIA DE PESO

El Cuadro 3, demuestra que durante el período experimental de 42 días, solamente en los tratamientos que incluyeron harina de pescado a niveles de 6, 9 y 12%, los cerdos alcanzaron más de 25 kg de peso, también se puede observar que los valores de ganancia diaria de peso fluctuaron de 369 a 532 g/día, encontrándose con diferencias significativas ($P < 0.0001$), para el período (0-42 días),

post-destete, (Anexo 8).

Los lechones que no recibieron harina de pescado en su dieta tuvieron las menores ganancias de peso comparados con los tratamientos que incluían harina de pescado.



En el Gráfico 2, se puede observar el efecto de la inclusión de harina de pescado en las dietas, existiendo una tendencia durante las primeras dos semanas post-destete, hacia una mejor respuesta animal con las dietas que incluyen harina de pescado, pero es a partir de la tercera hasta la sexta semana post-destete que ya se pueden observar diferencias altamente significativas ($P = 0.0002$) entre tratamientos, que

muestran una clara ventaja de los niveles de 6, 9 y 12% de harina de pescado con respecto a los niveles de 0 y 3%, estas diferencias se pueden observar numéricamente en el Cuadro 4.

Cuadro 4. RESULTADOS GENERALES OBTENIDOS PARA LA VARIABLE GANANCIA DIARIA DE PESO, EN DISTINTOS PERIODOS DEL EXPERIMENTO.						
% Harina Pescado	TRATAMIENTOS					Probabilidad P
	I	II	III	IV	V	
0	3	6	9	12		
Ganancia/día/cerdo, g						
Periodo 1						
0-14 d, no	223	219	256	276	256	0.11
Periodo 2						
0-21 d	254b	271b	334a	367a	326a	0.0002
Periodo 3						
0-28 d	302b	336b	398a	427a	391a	0.0001
Periodo 4						
0-35 d	340b	376b	450a	490a	446a	<0.0001
Periodo 5						
0-42 d	370c	428b	487a	532a	479ab	<0.0001
no no significativo						

Estos resultados muestran un efecto benéfico en la ganancia de peso a medida que se incrementa el nivel de harina de pescado en las dietas, efecto que tiene su razón de ser por el hecho que la harina de pescado es un ingrediente con un alto valor biológico para lechones destetados tempranamente, por su alto contenido de proteína, un balance adecuado de aminoácidos y un alto contenido de vitaminas y minerales.

Cabe destacar que la harina de pescado utilizada en este estudio fue de buena calidad tal y como lo demuestra su análisis proximal, (Anexo 2).

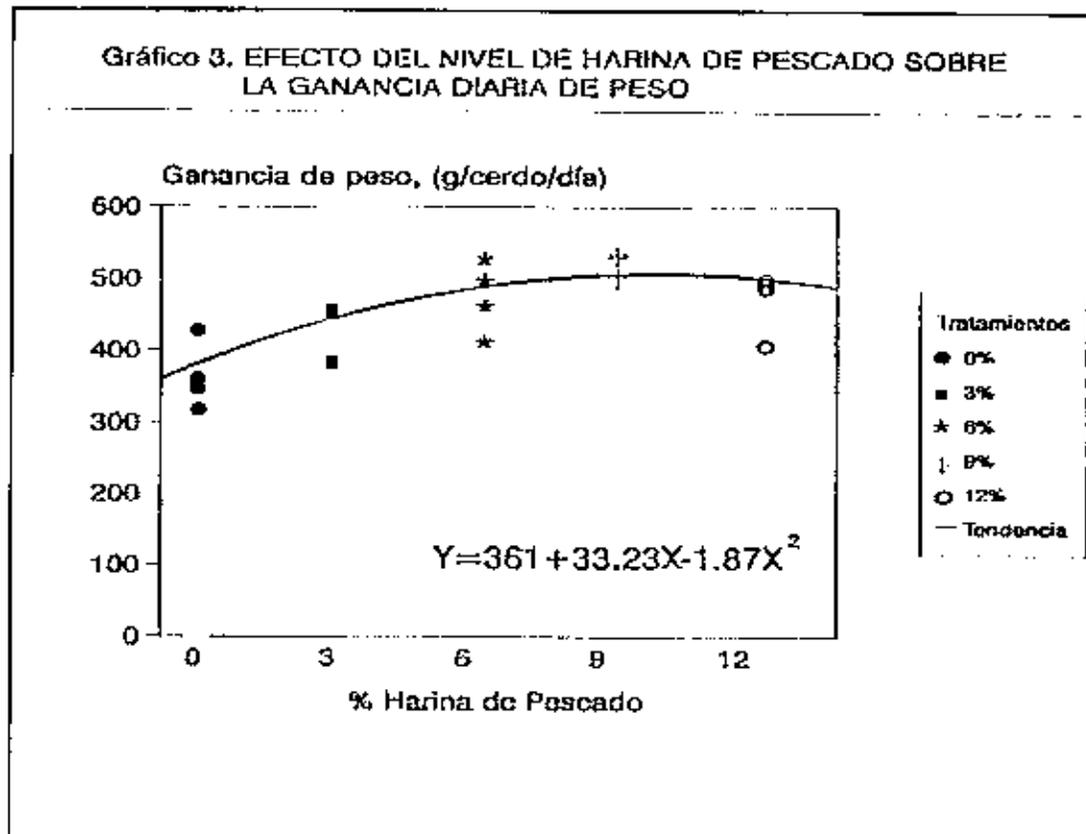
Pike, (1978); citado por Pond y Maner, (1974); Stoner y col., (1988, 1989) indican que existe una mejor respuesta

animal si las dietas incluyen harina de pescado, ya que este ingrediente va a ser una excelente fuente de aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales, los cuales son indispensables para el crecimiento adecuado de los lechones destetados tempranamente. Cabe destacar que en estos estudios la harina de pescado se utilizó en reemplazo de sub-productos lácteos tales como el suero de queso deshidratado y la leche descremada en polvo, los cuales son los sustitutos ideales de la leche materna por el elevado valor biológico de sus constituyentes, observándose una mejor respuesta animal cuando se incluyó harina de pescado en reemplazo por los sub-productos lácteos, lo cual da una idea de la superioridad de la harina de pescado como fuente de proteína para dietas de lechones destetados tempranamente.

Se podría suponer con base en lo antes mencionado que las ganancias de peso de los lechones destetados tempranamente van a estar relacionadas directamente con el nivel de inclusión de harina de pescado en la dieta.

En la Gráfica 3. se puede observar que las ganancias de peso promedio acumuladas al final del experimento, para cada uno de los cinco tratamientos, muestran una tendencia cuadrática ($P = 0.002$) lo cual es contrario a lo que previamente se había supuesto, ya que siendo la harina de pescado un ingrediente de excelentes características nutricionales para el lechón, un mayor nivel de inclusión

implicaría una mayor respuesta animal.



Se puede observar en la Gráfica 3. que las ganancias de peso aumentan hasta el nivel de 9% de harina de pescado en la dieta y disminuyen con un nivel de 12% de harina de pescado, esta tendencia cuadrática se puede explicar por medio de la ecuación, $Y=361+33.22X-1.87X^2$, $R^2=0.24$.

La tendencia seguida por la variable ganancia de peso con respecto al nivel de inclusión de harina de pescado, indica que va a existir un punto máximo de inclusión de harina de pescado en la dieta el cual va a maximizar la respuesta

animal, siendo en este caso de 8.87% de harina de pescado y 508 g/cerdo/día habiéndose obtenido estos valores por medio de la ecuación ajustada para la variable ganancia de peso.

En este estudio con el nivel de 9% de harina de pescado se obtuvo la mayor ganancia de peso con 534 g/cerdo/día, valores que están muy cerca de los obtenidos por medio de la ecuación ajustada, además se observó que con un nivel mayor de harina de pescado en la dieta hay una menor respuesta animal.

Estos resultados coinciden con los estudios realizados por Castillo, 1992 y Stoner y col., (1988, 1989) quienes observaron que niveles mayores de 8% de harina de pescado no incrementaron la respuesta animal de lechones destetados tempranamente.

Cabe mencionar que Castillo (1992) observó un efecto cuadrático para la ganancia de peso y ajustó la siguiente ecuación $Y = 318 + 51X - 4X^2$ la cual tiene como máximos los valores de 6.38% de inclusión de harina de pescado y 480 g/cerdo/día de ganancia diaria, siendo estos valores menores a los observados en el presente estudio. Las posibles razones de estas diferencias podrían ser: una mejor calidad de la harina de pescado utilizada en este estudio y un mayor nivel de Lisina utilizado.

La calidad de las harinas de pescado es muy variable con respecto a su calidad proteica y contenido mineral. Stoner y col. (1989), observaron diferencias significativas en la

respuesta animal de lechones destetados tempranamente, entre tres harinas de pescado utilizadas. Las causas de estas diferencias fueron: la calidad de la materia prima y el método de procesamiento utilizado para su elaboración.

2. CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO

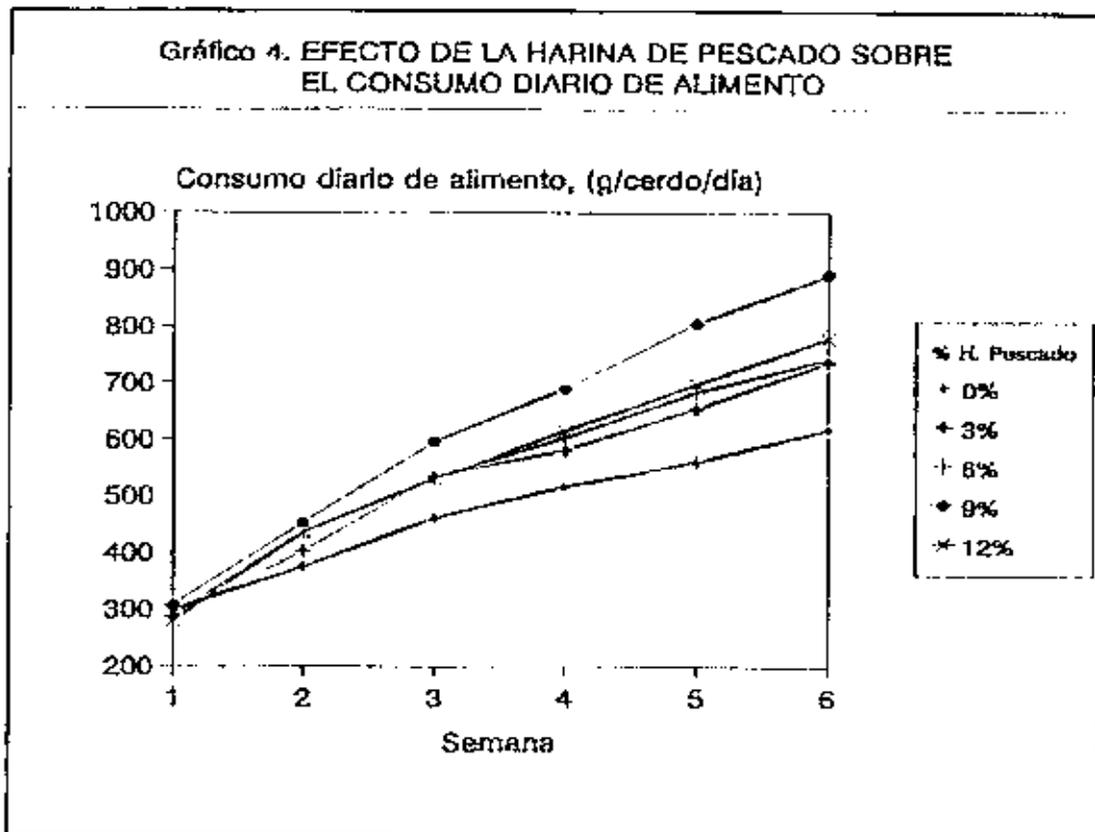
Cuadro 5 RESULTADOS GENERALES OBTENIDOS PARA LA VARIABLE CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO, EN DISTINTOS PERIODOS DEL EXPERIMENTO.						
% Harina Pescado	TRATAMIENTOS					Probabilidad P
	I	II	III	IV	V	
Consumo/día/cerdo, g						
Período 1						
0-14 d, no	378	404	487	454	436	no
Período 2						
0-21 d	462b	536ab	592ab	597a	531ab	0.0224
Período 3						
0-28 d	555b	604ab	625ab	694a	629ab	0.0342
Período 4						
0-35 d	584c	674bc	700ab	793a	715ab	0.0046
Período 5						
0-42 d	654c	757bc	767ab	873a	789ab	0.0113
no no significativo						

En el Cuadro 5, se observan diferencias significativas ($P = 0.0113$), que para el consumo de alimento fluctuaron entre 653 y 873 g/cerdo/día. Al igual que la ganancia diaria de peso los mayores consumos de alimento se observaron para la dieta con 9% de harina de pescado, no existiendo diferencias significativas con respecto a los niveles de 6 y 12% de inclusión de harina de pescado en la dieta, (Anexo 13a).

Los menores consumos de alimento correspondieron a las dietas con 0 y 3% de harina de pescado, no existiendo

diferencias significativas entre estas dietas.

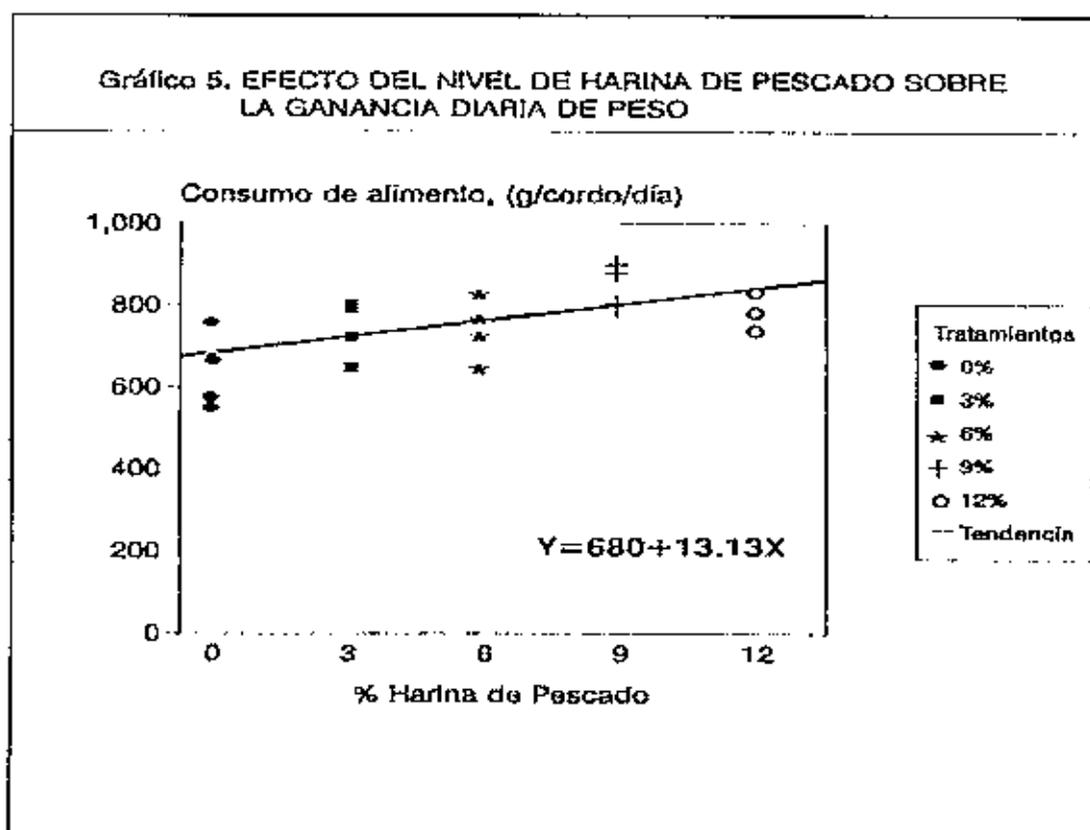
Graficando los datos de los consumos de alimento diarios (Gráfica 4) se puede observar que durante las primeras dos semanas post-destete existe una tendencia a un mayor consumo de alimento en las dietas que incluyen harina de pescado con respecto a aquellas que no la incluyen.



A partir de la tercera semana hasta la sexta semana post-destete existieron diferencias significativas ($P < 0.0342$) entre tratamientos. Como se puede ver en la Gráfica 4, los

tratamientos que incluían harina de pescado a niveles de 6, 9 y 12% de harina de pescado presentaron consumos mucho mayores con respecto a los niveles de 0 y 3%.

Se puede notar que el consumo de alimento aumenta a medida que aumenta el nivel de inclusión de harina de pescado siendo el nivel de 9% con el que mayor consumo de alimento se obtuvo y el nivel de 0% el de menor consumo.



En el Gráfico 5, se puede observar que los consumos de alimento acumulados por cerdo por día para cada tratamiento,

siguen una tendencia lineal con respecto a los niveles de inclusión de harina de pescado, incrementándose el consumo de alimento a medida que aumenta el nivel de harina de pescado en la dieta hasta el nivel de 9%. Así mismo, se observa una disminución en el consumo de alimento con un nivel de 12% de harina de pescado.

Esta disminución en consumo de alimento observada con el nivel de 12% de harina de pescado, va a estar relacionada directamente con la ganancia de peso de los animales con este nivel.

La disminución en el consumo de alimento para el tratamiento con 12% de harina de pescado, puede deberse como plantea Stoner y col.(1988, 1989), a una menor gustosidad de la dieta (olor, sabor, apariencia), o bien puede existir un desequilibrio de aminoácidos esenciales que van a limitar el crecimiento animal.

3. CONVERSION ALIMENTICIA

La conversión alimenticia presenta una tendencia a mejorar conforme aumenta el nivel de harina de pescado en la ración. Castillo, (1992) observó que la conversión alimenticia tendía a mejorar a medida que se incrementaba el porcentaje de harina de pescado en las raciones de Inicio de lechones destetados tempranamente.

4. ANALISIS ECONOMICO

Para determinar la conveniencia económica del reemplazo de la harina de soya por harina de pescado, se calculó el costo del alimento necesario por kilogramo de peso vivo de lechón (Cuadro 6).

Cuadro 6. COSTO DE AUMENTO POR Kg DE LECHON					
	TRATAMIENTOS				
	I	II	III	IV	V
No. de cerdos	16	16	16	16	16
% Harina Pescado	0	3	6	9	12
Días de experimento	42	42	42	42	42
Conversión alimenticia, no	1.77	1.77	1.58	1.64	1.67
Lps./ kg de alimento	1.89	1.90	1.91	1.99	1.95
Costo alimento/kg de peso *	3.34	3.57	3.02	3.16	3.26
	Harina de soya		Harina de pescado		
% de Proteína cruda	48.5		61.00		
Costo/kg, Lps.	2.79		4.40		
Costo/kg proteína, Lps.	5.62		7.21		
Datos de seis semanas de experimento.					
* Conversión alimenticia x Lps./kg de alimento no No significativo.					

Los valores obtenidos muestran que el mejor nivel de reemplazo en términos de costo es el de 6% de harina de pescado, pues con este nivel se obtuvo el menor costo de alimento por kilogramo de peso vivo de lechón; el mayor costo de alimento por kilogramo de peso, fue para el nivel de 3% de harina de pescado

Se puede notar que aunque el nivel de 9% de harina de pescado fue el que presentó los mayores valores de ganancia de

peso también presentó el mayor consumo de alimento, por lo tanto, no representó el costo más bajo.

La dieta que no incluyó harina de pescado fue la dieta de menor costo y la dieta con 12% de harina de pescado la más costosa de todas. El costo de las dietas se incrementó en relación al nivel de inclusión de harina de pescado en la ración.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede concluir que:

1. La adición de Harina de pescado a las raciones de lechones destetados, en sustitución parcial de la harina de soya, mejora la ganancia diaria de peso y el consumo de alimento.
2. El nivel de inclusión de harina de pescado que maximizó la respuesta animal fue el de 9%. Niveles superiores no mejoraron la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia.
3. El nivel de inclusión de harina de pescado más adecuado en términos de costo de alimento por kilogramo de peso vivo, fue el de 6%.
4. La respuesta animal a la inclusión de harina de pescado se hace notoria a partir de la tercera semana post-destete, en lechones destetados a los 28 días de edad.
5. Utilizando dietas con 6 o 9% de harina de pescado, es recomendable realizar un destete a los 28 días bajo las condiciones existentes en la Sección de producción de Cerdos de la Escuela Agrícola Panamericana, sin afectar la respuesta animal.

VI. RECOMENDACIONES

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

1. Como una manera de reducir aún más los costos de alimentación, estudiar el efecto que tiene el reducir los niveles de harina de pescado de 9% a 6% a partir de diferentes edades post-destete.
2. Evaluar el efecto que tienen las dietas estudiadas en el presente estudio, en el ritmo de crecimiento y edad de los cerdos a sacrificio.

VII. RESUMEN

Con el propósito de determinar el nivel más adecuado de sustitución de harina de pescado por harina de soya, en dietas de lechones destetados tempranamente, se realizó el siguiente experimento. Se utilizaron 80 lechones (40 hembras y 40 machos castrados), con 27 días de edad y 6.88 Kg de peso, para medir el efecto de cinco niveles de reemplazo de harina de pescado en la ración (0%, 3%, 6%, 9%, 12%), por harina de soya, sobre la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia. Las ganancias de peso para los diferentes niveles de harina de pescado fueron 369, 428, 486, 532 y 479 g/cerdo/día, respectivamente; observándose diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$) entre tratamientos y un efecto cuadrático ($P < 0.001$). Los consumos de alimento fueron de 654, 757, 767, 873 y 793 g/cerdo/día, respectivamente; existiendo diferencias significativas ($P = 0.0113$) entre tratamientos y un efecto lineal ($P = 0.007$). Para la conversión alimenticia no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($P = 0.195$). La conveniencia económica de las sustituciones, se determinó mediante los costos de alimento por kilogramo de peso vivo de lechón, obteniéndose los siguientes valores 3.34, 3.37, 3.02, 3.16, 3.26 L./kg de peso vivo, respectivamente.

De los resultados obtenidos, se puede concluir que bajo las condiciones de manejo del Zamorano, se puede realizar un destete a los 28 días sin afectar la respuesta animal, siempre

que se incluya una fuente de proteína de alta calidad en la dieta como la harina de pescado a niveles de 6%, en reemplazo por la harina de soya.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- AMSTRONG, W.D., J.D. CLAWSON. 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.
- CAMPABADAL, C.M. 1988. Mejoramiento de la eficiencia nutricional del cerdo, aspectos biológicos y económicos. A.S.A. Asociación Americana de Soya XI Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias, Lima, Perú. 12 p.
- CASTILLO, R. 1992. Efecto de diferentes niveles de harina de pescado, cobre y lisina sintética en dietas para lechones destetados tempranamente. Escuela Agrícola Panamericana. Tesis Ingeniero Agrónomo. 59 p.
- CERA, K.R., D.C. MAHAN, G.A. REINHART. 1988a. Effects of dietary dried whey and corn oil on weanling pig performance, fat digestibility and nitrogen utilization. *J. Anim. Sci.* 66(6):1438-1445.
- CERA, K.R., D.C. MAHAN, R.F. CROSS, G.A. REINHART, R.E. WHITMOYER. 1988b. Effect of age, weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. *J. Anim. Sci.* 66(2):574-584.
- COLE, D.J.A. , W. HARESIGN. 1985. Recent developments in pig nutrition. University of Nottingham School of Agriculture. p. 222-229
- DE LA CRUZ, L. 1993. Efecto de la suplementación con distintos niveles de cobre y probiótico en la ración de cerdos destetados. Escuela Agrícola Panamericana. Tesis Ingeniero Agrónomo. 47 p.
- DUNSFORD, B.R., D.A. KNABE, W.E. HAENSLY. 1989. Effect of dietary soybean meal on the microscopic anatomy of the small intestine in the early-weaned pig. *J. Anim. Sci.* 67(7):1855-1863.
- FRIESEN, K.G., J.L. NELSEN, R.D. GOODBAND, K.C. BEHNKE, L.J. KATS. 1993. The effect of moist extrusion of soy products on growth performance and nutrient utilization in the early-weaned pig. *J. Anim. Sci.* 71(8):2099-2109.
- GRAHAM, P.L., D.C. MAHAN, R.G. SHIELDS, Jr. 1981. Effect of starter diet and length of feeding regimen on performance and digestive enzyme activity of 2-week old weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 53(1):299-304.

- JOHNSTON, L. , J. HAWTON, J. PETTIGREW, J. SHURSON. 1993. A nutritional evaluation of starter diets in multi-phase swine feeding programs. Swine day proceedings. West central experiment station and Department of animal science. University of Minnesota. p. 11-24.
- KIDDER, D.E. 1980. Digestion in the Pig. Pig Veterinary Society. United Kingdom. 124 p.
- LEPINE, A.J., D.C. MAHAN, Y.K. CHUNG. 1991. Growth performance of weanling pigs fed corn-soybean meal diets with or without dried whey at various L-lysine HCl levels. J. Anim. Sci. 69(5):2026-2032.
- LI, D.F., J.L. NELSSSEN, P.G. REDDY, F. BLECHA, J.D. HANCOCK, G.L. ALLEE, R.D. GOODBAND, R.D. GOODBAND. 1990. Transient hypersensitivity to soybean meal in the early weaned-pig. J. Anim. Sci. 68(6):1790-1799.
- LI, D.F., J.L. NELSSSEN, P.G. REDDY, F. BLECHA, R.D. KLEMM, D.W. GIESTING, J.D. HANCOCK, G.L. ALLEE, R.D. GOODBAND. 1991a. Measuring suitability of soybean products for early-weaned pigs with immunological criteria. J. Anim. Sci. 69(8):3299-3307.
- LI, D.F., J.L. NELSSSEN, P.G. REDDY, F. BLECHA, R.D. KLEMM, R.D. GOODBAND. 1991b. Interrelationship between hypersensitivity to soybean proteins and growth performance . J. Anim. Sci. 69(10):4062-4069.
- MARKINK, C. 1993. Creep stimulates post-weaning intake. PIGS, Misset International. January-February. p.13-14.
- MATHEW, A.G., A.L. SUTTON, A.B. SCHEIDT, J.A. PATTERSON, D.T. KELLY, K.A. MEYERHOLTZ. 1993. Effect of galactan on selected microbial populations and pH and volatile fatty acids in the ileum of the weanling pig. J. Anim. Sci. 71(7):1503-1509.
- MURILLO, B. 1994. Manual de laboratorio nutrición animal. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano. 110 p.
- OWSLEY, W.F., D.E. ORR, Jr., L.F. TRIBBLE. 1986. Effects of age and diet on the development of the pancreas and the synthesis and secretion of pancreatic enzymes in the young pig. J. Anim. Sci. 63(2):497-504.

- PATIENCE, J.F., P.A. THACKER. 1989. Swine nutrition guide. Praire Swine Center. University of Saskatchewan. Saskatoon, Saskatchewan, Canada.
- POLLMANN, D.S., D.M. DANIELSON, E.R. PEO Jr. . 1980. Effects of microbial feed aditives on performance of starter and growing-finishing pigs. J. Anim. Sci. 51(3):577-581.
- POND, W.G., J.H. MANER. 1974. Swine production in temperate and tropical environments. Freeman and Company. San Francisco, United States of America. 646 p.
- ROPPA, L. 1990. Avances en la nutrición de lechones. Industria Porcina. Enero-febrero Vol. 10 #1. p. 15-19.
- SEVE, B. 1985. Physiological basis of nutrient supply to the piglets during the adapting and post-adapting stages of weaning. World Review of Animal Production, Vol. XXI, No. 2, Abril-Junio. Station de Recherches sur l'Elevage des Porcs. INRA St. Gilles, L'Hermitage, Francia.
- SOHN, K.S., C.V. MAXWELL, D.S. BUCHANAN, L.L. SOUTHERN. 1994. Improved soybean protein sources for early-weaned pigs: I. Effects on performance and total tract amino acid digestibility. J. Anim. Sci. 72(3):622-630.
- STONER, G.R., J.L. NELSSSEN, R.H. HINES. 1988. Replacing dried skim milk with select menhaden fish meal in a high nutrient density diet. Swine Day. Report of progress 556. p. 57-59.
- STONER, G.R., J.L. NELSSSEN, R.D. GOODBAND. 1989. Effect of fish meal quality on the growth performance of weanling pigs. Swine Day. Report of progress 581. Kansas State University. p. 70-74.
- TANKSLEY, T.D., D.H. BAKER., A.J. LEWIS. (S.F.). 1985. Proteínas y aminoácidos para cerdos. Compendio de la Industria porcina. Servicio de extensión cooperativo Universidad de Purdue, West Lafayette, Indiana. PIHS. 7 p.
- TOKACH, M.D., J.L. NELSSSEN, G.L. ALLEE. 1989. Effect of protein and(or) carbohydrate fractions of dried whey on performance and nutrient digestibility of weaned pigs. J. Anim. Sci. 67:1307-1312.

TOPLIS, P. 1988. Objetivo del manejo del destetado: crecimiento rápido. International Pigletter. Pig World Inc.. St. Paul, Minnesota, U.S.A., Volumen 7 n.º 12, Febrero. p. 45-48.

Veterinary Infectious Disease Organization, VIDO. 1991. Swine Nursery Design and Management. VIDO, Swine Technical Group. University of Saskatchewan. Second edition. 36 p.

BIBLIOTECA WILSON POPENOS
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 92
TESUCALPA HONDURAS

IX. ANEXOS

Anexo 1. Contenido nutricional de las dietas

Tratamientos	I	II	III	IV	V	NRC
Proteína %	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
ED kcal/kg	3567	3590	3613	3633	3651	----
EM kcal/kg	3399	3418	3436	3451	3464	3250
FC %	2,36	2,29	2,21	2,14	2,06	----
Calcio %	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Fósforo disp. %	0,32	0,32	0,32	0,36	0,44	0,32
Lisina %	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Metionina %	0,30	0,32	0,35	0,38	0,40	----
Met.+ Cist. %	0,62	0,63	0,65	0,67	0,69	----

Anexo 2. Resultados de los análisis de laboratorio para la Harina de pescado y las dietas experimentales utilizadas.

	% PC	% M.S.	% Cenizas	% EE	% FC
Harina de pescado	61,01	91,85	18,45	1,85	3,18
Tratamientos					
0% H. de pescado	17,50	87,26	4,54	4,68	1,74
3% H. de pescado	16,71	87,76	4,43	3,95	2,21
6% H. de pescado	17,68	87,68	4,38	4,18	1,60
9% H. de pescado	18,22	87,37	4,02	4,87	2,78
12% H. de pescado	17,74	88,12	3,91	6,03	1,72

PC : PROTEINA CRUDA

MS: MATERIA SECA

EE: EXTRACTO ETereo

FC: FIBRA CRUDA

Anexo 3. Probabilidades para las tendencias lineal y cuadrática de las variables, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

	Efecto			
	Lineal		Cuadrático	
	Valor F	Probabilidad	Valor F	Probabilidad
Ganancia de peso	28.36	0.0000	10.85	0.002
Consumo de alimento	13.13	0.003	4.41	0.057
Conversión alimenticia	2.67	0.128	1.74	0.212

Anexo 4. Análisis de varianza para la variable ganancia diaria de peso (g), (0-14 días).

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Repeticiones	15	67761.59	4517.44	0.95	0.5197
Tratamientos	4	37158.26	9289.56	1.95	0.1142
Error	60	286216.40	4770.27	0.29	
Total	79	391136.25			

C.V. 28.06 %

G.L. : Grados de libertad

S.C. : Suma de cuadrados

C.M. : Cuadrado medio

Prob. : Probabilidad

Anexo 6. Análisis de varianza para la variable ganancia diaria de peso (g), (0-28 días).

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Repeticiones	15	76848.41	5123.23	0.90	0.5863
Tratamientos	4	162898.98	40724.75	7.15	0.0001
Error	60	341687.82	5694.80	0.33	
Total	79	581435.21			

C.V. 20.35 %

G.L. : Grados de libertad

S.C. : Suma de cuadrados

C.M. : Cuadrado medio

Prob. : Probabilidad

Anexo 6a. Separación de medias para la variable ganancia diaria de peso (g), (0-28 días).

Tratamiento	Media
9 % Harina de Pescado=	427.1 A
6 % Harina de Pescado=	398.0 A
12 % Harina de Pescado=	390.8 A
3 % Harina de Pescado=	336.2 B
0 % Harina de Pescado=	302.5 B

Anexo 7. Análisis de varianza para la variable ganancia diaria de peso (g), (0-35 días).

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Repeticiones	15	79120.21	5274.68	1.04	0.4267
Tratamientos	4	237339.81	59334.95	11.73	0.0000
Error	60	303442.95	5057.38	5.43	0.0233
Total	79	619902.97			

C.V. 16.9 %

G.L. : Grados de libertad

S.C. : Suma de cuadrados

C.M. : Cuadrado medio

Prob. : Probabilidad

Anexo 7a. Separación de medias para la variable ganancia diaria de peso (g), (0-35 días).

Tratamiento	Media
9 % Harina de Pescado=	490.4 A
6 % Harina de Pescado=	450.4 A
12 % Harina de Pescado=	446.4 A
3 % Harina de Pescado=	376.5 B
0 % Harina de Pescado=	340.2 B

Anexo 8. Análisis de varianza para la variable ganancia diaria de peso (g), (0-42 días).

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Repeticiones	15	92652.22	6176.82	1.05	0.4179
Tratamientos	4	246758.00	61689.50	10.51	0.0000
Error	60	352091.45	5868.19	3.59	
Total	79	691501.68			

C.V. 16.68 %

G.L. : Grados de libertad

S.C. : Suma de cuadrados

C.M. : Cuadrado medio

Prob. : Probabilidad

Anexo 8a. Separación de medias para la variable ganancia diaria de peso (g), (0-42 días).

Tratamiento	Media
9 % Harina de Pescado=	532.1 A
6 % Harina de Pescado=	486.7 AB
12 % Harina de Pescado=	479.2 AB
3 % Harina de Pescado=	428.3 B
0 % Harina de Pescado=	369.8 C

Anexo 9. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (g), (0-14 días).

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Repeticiones	3	19907.67	6635.89	3.75	0.0413
Tratamientos	4	15467.80	3866.95	2.19	0.1323
Error	12	21229.91	1769.16	0.51	
Total	19	56605.38			

C.V. 9.98 %

G.L. : Grados de libertad

S.C. : Suma de cuadrados

C.M. : Cuadrado medio

Prob. : Probabilidad

Anexo 10. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (g), (0-21 días).

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Repeticiones	3	21633.60	7211.20	3.40	0.0535
Tratamientos	4	36185.10	9046.27	4.26	0.0224
Error	12	25459.15	2121.60	1.72	0.2163
Total	19	83277.73			

C.V. 8,66 %

G.L. : Grados de libertad

S.C. : Suma de cuadrados

C.M. : Cuadrado medio

Prob. : Probabilidad

Anexo 10a. Separación de medias para la variable consumo de alimento (g), (0-21 días)

Tratamiento	Media
9 % Harina de Pescado=	596.7 A
3 % Harina de Pescado=	536.2 AB
6 % Harina de Pescado=	532.1 AB
12 % Harina de Pescado=	530.7 AB
0 % Harina de Pescado=	462.4 B

Anexo 11. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (g). (0-28 días).

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Repeticiones	3	23752.89	7917.63	2.26	0.1339
Tratamientos	4	52159.91	13039.98	3.72	0.0342
Error	12	42057.49	3504.79	1.37	0.2665
Total	19	117970.3			

C.V. 9.6 %

G.L. : Grados de libertad

S.C. : Suma de cuadrados

C.M. : Cuadrado medio

Prob. : Probabilidad

Anexo 11a. Separación de medias para la variable consumo de alimento (g). (0-28 días)

Tratamiento	Media
9 % Harina de Pescado=	694.2 A
12 % Harina de Pescado=	628.6 AB
6 % Harina de Pescado=	622.9 AB
3 % Harina de Pescado=	603.7 AB
0 % Harina de Pescado=	534.9 B

Anexo 12. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (g), (0-35días).

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Repeticiones	3	15355.06	5118.35	1.49	0.2675
Tratamientos	4	90747.34	22686.83	6.60	0.0048
Error	12	41269.31	3439.11	4.20	0.0652
Total	19	147371.7			

C.V. 8.46 %

G.L. : Grados de libertad

S.C. : Suma de cuadrados

C.M. : Cuadrado medio

Prob. : Probabilidad

Anexo 12a. Separación de medias para la variable consumo de alimento (g), (0-35días)

Tratamiento	Media	
9 % Harina de Pescado=	792.9	A
12 % Harina de Pescado=	714.9	AB
6 % Harina de Pescado=	699.7	AB
3 % Harina de Pescado=	674.2	BC
0 % Harina de Pescado=	584.3	C

Anexo 13. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (g), (0-42días).

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Repeticiones	3	26063.71	8687.90	1.84	0.1943
Tratamientos	4	98938.95	24734.74	5.23	0.0113
Error	12	56773.71	4731.14	2.84	
Total	19	181776.38			

C.V. 8.95 %

G.L. : Grados de libertad

S.C. : Suma de cuadrados

C.M. : Cuadrado medio

Prob. : Probabilidad

Anexo 13a. Separación de medias para la variable consumo de alimento (g), (0-42días)

Tratamiento	Media	
9 % Harina de Pescado=	872.7	A
12 % Harina de Pescado=	793.3	AB
6 % Harina de Pescado=	767.3	AB
3 % Harina de Pescado=	757.4	BC
0 % Harina de Pescado=	653.9	C

Anexo 14. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia (g/g), (0-42 días).

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Repeticiones	3	0.06	0.021	1.32	0.3121
Tratamientos	4	0.11	0.028	1.79	0.1951
Error	12	0.19	0.016	0.00	
Total	19	0.36			

C.V. 7.44 %

G.L. : Grados de libertad

S.C. : Suma de cuadrados

C.M. : Cuadrado medio

Prob. : Probabilidad