

**Efecto del uso de harina de camarón
bajo dos métodos de secado en
dietas de pollos de engorde.**

Mauricio Botero Rivera

ZAMORANO
Departamento de Zootecnia

Abril, 1998

Efecto del uso de harina de camarón bajo dos métodos de secado en dietas de pollos de engorde.

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

presentado por

Mauricio Botero Rivera

Zamorano-Honduras

Abril, 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.

Mauricio Botero Rivera

Zamorano-Honduras
Abril, 1998

**Efecto del uso de harina de camarón
bajo dos métodos de secado en
dietas de pollos de engorde.**

Presentado por

Mauricio Botero Rivera

Aprobada:

Abel Gernat, Ph. D.
Asesor Principal

Daniel Meyer, Ph. D.
Jefe del Departamento de Zootecnia

Daniel Meyer, Ph.D.
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Gladys de Flores, M.Sc.
Asesora

Keith Andrews, Ph. D.
Director

Jairo Hincapié. Med. Vet.
Coordinador PIA

DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza constante para alcanzar mis metas.

A mis padres Ernesto y Nidia a quienes siempre he admirado mucho por su esfuerzo, dedicación y por la paciencia que me han tenido y porque siempre han estado conmigo.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por todo el apoyo que me han brindado.

Al Dr. Abel Gernat por sus enseñanzas, colaboración y por la amistad.

Al Ing. Gerardo Murillo por su gran ayuda en la realización de esta investigación y por su amistad.

Al Dr Meyer y a Gladys de Flores por su asesoría.

A mi amiga Jhoanna, quien nunca me comprende, por los grandes e inolvidables momentos compartidos.

A mis amigos Jorge M, Pablo S, Diego R, Stalin S, Diego V, Miguel Y, Ingrid F, Susana, James A, Hans D, Ana R, Carolina B y a Oscar Z por la gran amistad que me brindaron.

A Christian Stammer por todos esos momentos en Zamorano, desde el primer día hasta el final, en las buenas y en las malas.

A todo el personal del departamento de zootecnia y en especial al personal de concentrados (Rolando, Nayito y Chele) por su constante colaboración en la elaboración de las raciones.

A mi hermano Germán y a Tatiana por estar siempre presentes a pesar de la distancia.

A Zamorano por la educación y por los buenos momentos que pasé.

RESUMEN

Botero, Mauricio 1998. Efecto del uso de harina de camarón bajo dos métodos de secado en dietas de pollos de engorde. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, EL Zamorano, Honduras. 17p.

Día a día la creciente industria camaronera genera gran cantidad de desperdicios que han provocado problemas de contaminación ambiental, pudiéndose utilizar éstos en dietas de pollos de engorde. Existen varias formas de procesar dichos desperdicios, pueden ser: secados al sol, deshidratados o tratados a nivel industrial como son los métodos de túnel y tambor. El objetivo general de este estudio fue evaluar la harina de camarón, como fuente proteica de las dietas, que ha sido sometida al proceso de secado en Túnel comparándolo con harina de camarón sometida al método de secado en Tambor. Esto se hizo para determinar qué proceso de secado es el más adecuado para obtener harina de camarón con las características cualitativas deseadas. Además se determinó el nivel de sustitución de harina de soya por harina de camarón más conveniente en las dietas de pollos de engorde. Se usaron 1500 pollos machos de la línea Peterson x Hubbard de un día de edad, los cuales fueron alojados aleatoriamente en quince corrales experimentales de 3x4 m. Los tratamientos fueron el control con 100% harina de soya en la dieta (T1), 50% de la proteína de la dieta proveniente de camarón secado con túnel (T2), 100% de la proteína de la dieta proveniente de camarón secado con túnel (T3), 50% de la proteína de la dieta proveniente de camarón secado con tambor (T4) y 100% de la proteína de la dieta proveniente de camarón secado con tambor (T5). Las variables a medir fueron el peso corporal, el consumo acumulado de alimento y la conversión alimenticia, los cuales se midieron semanalmente. La mortalidad fue observada diariamente y a la sexta semana se midió el peso en canal y el rendimiento en canal. Se trabajó con un nivel de significancia de ($P < 0.05$) para todas las variables. Se encontró que no hubo diferencias significativas en peso corporal, consumo acumulado, peso en canal y rendimiento en canal. Para el índice de conversión alimenticia no se encontraron diferencias entre tratamientos excepto el T5. La variable mortalidad no presentó diferencias entre T2 y T3 pero si con T1, T4 y T5. Los tratamientos T2 y T3 tuvieron mejor respuesta en general en comparación con T4 y T5.

(Palabras claves: Harina de Camarón, Secado Túnel, Secado Tambor, Desperdicios de Camarón.)

HARINA DE CAMARÓN COMO FUENTE ALTERNATIVA EN DIETAS DE POLLOS DE ENGORDE.

Una de las fuentes principales de proteína utilizada en la alimentación de los animales domésticos como son el ganado bovino, caballos, pollos de engorde, gallinas ponedoras y cerdos, es la harina de soya. La producción de soya en los países latinoamericanos muchas veces no alcanza a suplir con la gran demanda que existe para la creciente población humana y la población de animales domésticos por lo cual esta materia prima tiene que ser importada de otros países a un precio mayor.

Es por esta razón que es necesario buscar fuentes alternativas que provean proteína de alta calidad, a un bajo precio, que presenten gran disponibilidad en el mercado y sobre todo que no compita con la alimentación humana.

Desde hace unos años se ha estado estudiando el uso de la harina de camarón, producto de los desechos de las camarónicas, como una fuente alternativa muy viable para las dietas de pollos de engorde. Estos desperdicios están compuestos por las cabezas del camarón, patas, vísceras, cutículas y camarón entero pequeño que no cumple con las normas de calidad de estas empresas. Al usar estos desperdicios se logra reducir también un gran foco de contaminación ambiental protegiendo de esta forma el medio ambiente.

El procesamiento que se le da a estos desperdicios para luego ser convertidos en harina implica un secado para evitar su descomposición posterior. El secado puede ser por deshidratación secado al sol o con máquinas que puede ser con el método de túnel y el método de tambor.

El método de túnel consiste de tres partes principales: cocción o precocido, secado y molienda. Primero se comienza con un precocido de los desperdicios a 120°C al vapor por un tiempo de tres minutos. Luego es extruido el contenido para reducirle la humedad al material crudo. Después se pasa el contenido por un cilindro de 30 metros de longitud y que en su inicio alcanza una temperatura de 800°C para terminar en el otro extremo a 90°C. Por cada seis kilogramos de desperdicios crudos se obtiene un kilogramo de harina de camarón.. Finalmente tiene un molino por el cual se muele el material ya secado y se obtiene la harina de camarón.

El método de secado de Tambor consiste en: los desechos crudos de camarón son vertidos al tambor por medio de un tornillo sin fin que trabaja de forma intercalada, por tres segundos vierte camarón crudo y luego para por 19 segundos para luego repetir el proceso. El tambor consta de tres cilindros concéntricos por los cuales pasa todo el material atravesando de extremo a extremo.

El tambor externo es un cilindro de 2.7 metros de diámetro con 7.3 metros de longitud. El secado básicamente se realiza con un flujo de aire caliente impulsado por ventiladores los cuales succionan ese aire para provocar ese flujo de aire caliente. Al inicio del tambor la temperatura está a 64°C y al final del recorrido en el extremo opuesto la temperatura está a 138°C.

El estudio se realizó en Zamorano de Enero a Abril de 1998. Sus objetivos principales fueron evaluar el sistema de secado de la harina de camarón (Túnel versus Tambor) y determinar el nivel óptimo de sustitución de harina de soya por harina de camarón en dietas de pollos de engorde. Además se comparó la rentabilidad de la producción avícola con harina de camarón y de soya.

Para el estudio se midieron varios aspectos relacionados con el desarrollo del pollo como son: peso final, consumo de alimento, conversión alimenticia, porcentaje de mortalidad del lote, peso en canal y rendimiento en canal. Además se realizó un estudio económico para determinar si es factible reemplazar la harina de soya por harina de camarón. Para el experimento se trabajó con cinco tratamientos:

T1: Dieta testigo a base de harina de maíz y harina de soya.

T2: Reemplazando el 50% de la proteína de la soya de la ración por proteína proveniente de la harina de camarón sometida al método de secado de túnel.

T3: Usando 100% de harina de camarón, secado con el método de túnel, en la dieta.

T4: Reemplazando el 50% de la proteína de la soya de la ración por proteína proveniente de la harina de camarón sometida al método de secado de tambor.

T5: Usando 100% de harina de camarón, secado con el método de tambor, en la dieta.

En el estudio se encontró que la harina de soya puede ser reemplazada parcial o totalmente por harina de camarón sin afectar el desarrollo de los pollos aunque se obtiene mejor desarrollo del pollo cuando se reemplaza el 50% de la proteína de soya por la de camarón.

Además el método de secado de túnel presentó mejores resultados, en cuanto a peso final del ave y conversión alimenticia, comparados con los resultados obtenidos con el método de secado de tambor. Esto lleva a pensar que la calidad de la proteína es mucho mejor y esta de manera mas disponible para el animal cuando los desperdicios son secados con el método de túnel que con el método de tambor.

Finalmente, desde el punto de vista económico, a nivel comercial, es factible utilizar harina de camarón como fuente proteica en las raciones de pollos de engorde. Es importante tener en cuenta los precios y disponibilidad en el mercado si es que realmente ameritan hacer la sustitución de la harina de soya por la harina de camarón.

CONTENIDO

Portadilla	i
Autoría	ii
Páginas de firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Resumen	vi
Nota de prensa	vii
Contenido	viii
Indice de cuadros	ix
Indice de Anexos	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1. Localización	4
2.2. Animales	4
2.3. Tratamientos	4
2.4. Diseño experimental	7
2.5. Variables medidas	7
2.6. Análisis estadístico	7
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
3.1. Peso corporal	8
3.2. Consumo de alimento	9
3.3. Conversión alimenticia	9
3.4. Mortalidad	11
3.5. Rendimiento en canal	12
3.6. Peso en canal	12
3.7. Análisis económico	12
4. CONCLUSIONES	15
5. RECOMENDACIONES	16
6. BIBLIOGRAFÍA	17
7. ANEXOS	19

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Composición de las dietas experimentales	5
2.	Composición química de la harina de camarón	6
3.	Efecto de la harina de camarón bajo dos métodos de secado en el peso corporal.	8
4.	Efecto de la harina de camarón bajo dos métodos de secado en el consumo acumulado	9
5.	Efecto de la harina de camarón bajo dos métodos de secado en el índice de conversión alimenticia	10
6.	Efecto de la harina de camarón bajo dos métodos de secado en el índice de mortalidad	11
7.	Efecto de la harina de camarón bajo dos métodos de secado en el rendimiento de canal	12
8.	Efecto de la harina de camarón bajo dos métodos de secado en el peso en canal	12
9.	Costo de las dietas	13
10.	Comparación de estado de resultados para cada tratamiento	13

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Perfil nutricional de la harina de soya	19
2.	Estimado global de la producción de camarón en 1996	20
3.	Análisis químico de diferentes harinas de desechos de camarón	20
4.	Cuadros medios, probabilidades y grados de libertad para peso corporal y consumo de alimento en la sexta semana	21
5.	Cuadros medios, probabilidades y grados de libertad para conversión alimenticia y mortalidad en la sexta semana	21
6.	Cuadros medios, probabilidades y grados de libertad para peso en canal y rendimiento en canal en la sexta semana	21

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años los sistemas de producción animal se han visto afectados por la creciente población humana, que cada día demanda más alimento proveniente de los granos básicos y que son hoy en día una de las fuentes principales de la alimentación animal. En el caso específico de la producción de carne de pollo, la harina de soya es la fuente principal de proteína (Anexo 1) para la elaboración de las raciones, pero el precio tiende a subir por su alta demanda y porque en muchos casos debe ser importada en los países latinoamericanos. Es por ello que es necesario buscar otras fuentes que provean de materias primas de alta calidad, de bajo precio, de gran disponibilidad y sobre todo que no compitan con la alimentación humana.

La posibilidad de que la harina de camarón sustituya a la harina de soya, como fuente proteica, resulta interesante no sólo por el hecho de encontrar una materia prima con buenas características cualitativas a un menor precio, sino porque los desechos de la creciente industria camaronera estarían siendo utilizados, reduciéndose de esta manera un foco de contaminación ambiental.

La harina de desperdicios del procesamiento de camarón se define como los desperdicios desecados y molidos de la industria de camarón, con buenas características de conservación, pudiéndose utilizar el céfalo-tórax, cutículas o el camarón entero (Seiden, 1957). Según Amador (1995), los desperdicios de la industria camaronera están compuestos por céfalo-tórax, cutículas, patas, vísceras, camarón entero que no es utilizado, pequeñas cantidades de carne que no han sido removidas de las cutículas y algunos peces. Los mayores componentes de estos desechos son: agua, proteína, carbonato de calcio y quitina. Además de las propiedades alimenticias de la harina de camarón, también tiene importancia como pigmentante debido a la presencia de un carotenoide llamado astaxantina. Raab *et al.*, (1980) observaron que a medida que aumenta la harina de camarón en las raciones, aumenta la pigmentación, confirmando así el efecto pigmentante de la astaxantina.

Analizando una muestra del material crudo empleado para la elaboración de la harina de camarón se obtuvo que: la harina proveniente de Mojaras, en donde se procesa con el método de túnel, contenía 98.75 % cabezas de camarón y un 1.25% de peces pequeños. La harina proveniente de Granjas Marinas San Bernardo, en donde se procesa con el método de Tambor, contenía 97.28% de cabezas de camarón, 0.47% de camarón entero y 2.26% de peces pequeños del género *Gambusia sp.*

Actualmente la industria camaronesa en Honduras ha presentado un aumento en su producción en los últimos años y eso ha traído consigo un aumento en el volumen de los residuos. Honduras ocupa el tercer lugar en producción de camarón en América con una producción de 9080 TM en 1996 y 10442 TM en 1997 (Avalos, F. Comunicación personal)¹ después de Ecuador con 120000 TM y México con 12000 TM (Rosenberry, 1996). Para 1997 la producción de camarón generó aproximadamente 4176 TM de desperdicios que muchas veces se convierten en focos de contaminación ambiental y que pueden ser aprovechados en la alimentación de aves como fuente proteica. Esta producción industrial generó en divisas US\$88 millones y 18600 empleos (El Heraldo, 1997). A nivel mundial los primeros puestos en producción lo ocupan los países asiáticos como Tailandia con 160000 TM, Indonesia con 90000 TM y China con 80000 TM (Anexo 2).

De acuerdo a estudios realizados por Rosenfeld *et al.*, (1997), en las dietas para pollos de engorde la harina de desperdicio de la industria camaronesa puede ser empleada como fuente proteica, reemplazando desde 10% hasta un 100% de la proteína aportada por la harina de soya. Según Meyers y Rutledge (1971), el método de secado utilizado (usando aire caliente o secado al sol) y especialmente la intensidad de calor aplicado, afecta directamente la pigmentación y el valor nutricional de la harina. Amador (1995) reporta diferencias en el contenido de calcio, fósforo, proteína cruda y quitina en la harina de camarón según el método de secado utilizado, siendo estos por deshidratación, secado al sol y con maquinas (Anexo 3).

La forma como se procesan los desperdicios de la industria camaronesa para la elaboración de la harina de camarón difiere de una procesadora a otra. Entre los métodos de secado de los desperdicios a nivel industrial, en Honduras, se encuentran el método de Túnel y el método de Tambor.

La forma de secado con el método de Túnel consiste de tres etapas principales (Salomon A. Comunicación personal)² que son la cocción o precocido, el secado y la molienda. Primero se comienza con un precocido de los desperdicios a 120°C al vapor por un tiempo de 3 minutos. Luego es prensado el contenido para reducirle la humedad al material crudo. Después se pasa el material por un cilindro de 30 metros de longitud que gira a 32 RPM, y que en su inicio alcanza una temperatura de 800°C para terminar en el otro extremo a 90°C. El contenido completa su recorrido desde el inicio del túnel hasta el final del mismo en un tiempo de 29 minutos. Por cada seis kg. de desperdicios crudos se obtiene un kg. de harina de camarón. La fuente de calor del sistema es provisto por una pequeña caldera que funciona con diesel como combustible, el cual necesita de 35 galones de diesel por cada tonelada métrica procesada. Finalmente tiene un molino de martillo por el cual se muele el material ya secado y se obtiene la harina de camarón. La capacidad de la planta de procesar harina es de 227 kg por hora.

¹ AVALOS FRANCISCO, 1998 Director ejecutivo de ANDAH.

² SALOMON ARMANDO, 1997. Gerente general de la procesadora Mojaras.

El método de secado de Tambor consiste en (Oliva H. Comunicación personal)³ que los desechos crudos de camarón son vertidos al tambor por medio de un tornillo sin fin que trabaja de forma intercalada: por tres segundos vierte camarón crudo y luego para por 19 segundos, para luego repetir el proceso. El tambor consta de tres cilindros concéntricos por los cuales pasa todo el material atravesando de extremo a extremo, tres veces el tambor; primero en un sentido, luego en el otro sentido y finalmente regresa para luego salir del tambor en el otro extremo del que entró. El tambor externo es un cilindro de 2.7 metros de diámetro con 7.3 metros de longitud que gira a 10 RPM al igual que los otros cilindros concéntricos. El secado básicamente se realiza con un flujo de aire caliente impulsado por ventiladores de tiro forzado en el extremo de entrada y ventiladores de tiro inducido en el otro extremo del tambor. Este último es el encargado de succionar ese aire para provocar ese flujo de aire caliente. Al inicio del tambor la temperatura está a 649°C y al final del recorrido en el extremo opuesto la temperatura está a 138°C. El contenido de humedad de los desperdicios en un principio contienen aproximadamente un 85 % y la harina finalmente queda con un contenido de humedad de 7.8 %. El tiempo que dura todo el proceso desde el principio del tornillo sin fin hasta la salida de la harina de camarón es de aproximadamente 35 minutos con una eficiencia de 29 %.

En base a lo anterior se realizó un estudio comparativo del sistema de Túnel y de Tambor, como métodos de secado de los desperdicios de la industria camaronera para la elaboración de la harina de camarón en Honduras. Se formularon los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Evaluar harina de camarón, como fuente proteica de las dietas, que ha sido sometida al proceso de secado Túnel comparándolo con harina de camarón sometida al método de secado Tambor.

Objetivos específicos:

- Determinar el nivel de sustitución más conveniente de harina de soya por harina de camarón en las dietas de pollos de engorde.
- Determinar qué proceso de secado es el más adecuado para obtener harina de camarón con las características cualitativas deseadas.
- Comparar la rentabilidad de la producción avícola con harina de camarón y con harina de soya.

³ OLIVA HUGO, 1998. Jefe de servicios técnico en Granjas Marinas San Bernardo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en los galpones de la sección de aves del departamento de Zootecnia en Zamorano, ubicada en el Departamento de Francisco Morazán, a 32 Km. de Tegucigalpa, Honduras, a una altitud de 800 msnm, con una temperatura media anual de 24°C y una precipitación media anual de 1.100 mm.

2.2 ANIMALES

Se usaron 1500 pollos machos de la línea Peterson x Hubbard de un día de edad, los cuales fueron alojados aleatoriamente en quince corrales experimentales de 3x4 m. Estos corrales están colocados en dos hileras paralelas; en cada corral utilizado se distribuyeron 100 pollos a una densidad de 8,33 pollos/m². El experimento se repitió usando el mismo diseño y procedimientos. Los pollos recibieron alimento y agua *ad libitum* y fueron sometidos a un programa de luz de 24 horas.

2.3 TRATAMIENTOS

En las dietas experimentales la harina de soya y la harina de camarón representan las variables de la fuente proteica de la dieta.

T1: Tratamiento control en base a harina de soya y harina de maíz.

T2: Reemplazando el 50% de la proteína de la dieta que proviene de la harina de soya por la de harina de camarón procesada con el método de túnel.

T3: 100% de la proteína de la dieta proveniente de harina de camarón procesada con el método de túnel.

T4: Reemplazando el 50% de la proteína de la dieta que proviene de la harina de soya por la de harina de camarón procesada con el método de tambor.

T5: 100% de la proteína de la dieta proveniente de harina de camarón procesada con el método de tambor.

Las dietas (Cuadro 1) se formularon de acuerdo a los requerimientos de la línea de los pollos de engorde siendo además isoproteicas e isoenergéticas. En el Cuadro 2 se presenta la composición química de la harina de camarón de Granjas Marinas San Bernardo, en donde secan con el método de tambor, y de Mojaras en donde secan con el método de Túnel.

Cuadro 2. Composición química de la harina de camarón.

Método de secado	Túnel	Tambor
Componentes	%	%
Humedad ¹	10.50	11.98
Materia seca ¹	89.50	88.02
Proteína cruda ¹	46.05	49.22
Extracto etéreo ¹	4.89	4.84
Fibra cruda ¹	11.38	12.00
Cenizas ¹	27.30	17.84
Energía metabolizable (Kcal/Kg) ²	2234.31	2015.42
Taurina ³	0.42	0.35
Hidroxiprolina ³	0.21	0.18
Acido Aspartico ³	3.98	4.01
Treonina ²	1.59	1.70
Serina ³	1.48	1.65
Acido Glutámico ³	5.71	5.51
Prolina ³	1.81	1.62
Lantionina ³	0.02	0.03
Glicina ³	2.58	2.37
Alanina ³	2.64	2.40
Cisteina ³	0.38	0.45
Valina ³	2.19	2.11
Metionina ³	0.82	0.93
Isoleucina ³	1.76	1.79
Leucina ³	3.01	3.21
Tirocina ³	1.44	1.58
Fenilalanina ³	1.86	1.95
Hidroxilisina ³	0.05	0.06
Histidina ³	0.85	0.99
Ornitina ³	0.11	0.12
Lisina ³	2.27	2.61
Arginina ³	2.49	2.52
Triptófano ³	0.41	0.43

¹Agrobiotek laboratorios, Tegucigalpa, Honduras, 1998.

²Laboratorio de Bromatología de la Universidad de Georgia, Athens, Georgia, Estados Unidos, 1997.

³Experiment Station Chemical Laboratories, University of Missouri, Columbia, Estados Unidos, 1998.

2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos fueron asignados a quince corrales experimentales, en un diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones por cada tratamiento. El experimento se llevó a cabo hasta los 42 días de edad.

2.5. VARIABLES MEDIDAS

Al final de cada semana fueron tomados los datos de consumo de concentrado y peso corporal de los pollos. El consumo se calculó por la diferencia entre el concentrado entregado al principio de la semana y el concentrado residual al final de la semana. Se pesó el 30% de los pollos de cada corral escogidos al azar para medir el peso corporal. La conversión alimenticia acumulada se calculó a partir de los pesos corporales y el consumo acumulado de alimento. Diariamente se fue registrando la mortalidad en cada corral. Al final de cada repetición se midió el peso en canal y el rendimiento en canal. (Para medir el rendimiento en canal no se incluyeron los menudos que comprenden la molleja, el corazón, el hígado y el cuello).

2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de cada repetición se evaluaron con ANOVA usando el Modelo Lineal General (GLM) del programa estadístico SAS[®] “Statistical Analysis System”.

El análisis ANOVA indicó que no había diferencias significativas entre las dos repeticiones; es por eso que los datos de las dos repeticiones fueron agrupados. Los datos porcentuales se sometieron a la corrección con la función arcoseno y la separación de medias de los tratamientos se realizó con la prueba de diferencia mínima significativa. Una probabilidad de ($P < 0.05$) fue requerida para reconocer el grado de significancia.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. PESO CORPORAL

En el Cuadro 3 se observa que en la cuarta semana hubo diferencias significativas ($P = 0.2230$) entre el tratamiento control y Tambor 100%. No hubo diferencias al final de la sexta semana siendo el control el que mayor peso presentó seguido por el Túnel 50% y Tambor 50%. Las mejores respuestas en peso, usando harina de camarón, se presentaron cuando se usaron en combinación con la harina de soya (Túnel 50% y Tambor 50%). Los menores pesos se presentaron con el tratamiento Túnel 100% y Tambor 100%, siendo este último el de menor peso promedio. En general hubo una mejor respuesta al utilizar harina secada con el método de Túnel ya que túnel 50% fue mejor que tambor 50% y túnel 100% superó también a Tambor 100%. Esto puede atribuirse al choque térmico a que son sometidas las proteínas en el método de tambor, en el cual no hay un precocido al iniciarse el proceso causando un cierto grado de desnaturalización de la proteína y formaciones de complejos no disponibles para el animal (Flores, G. Comunicación personal)⁴ afectando así su disponibilidad y calidad. Estos resultados obtenidos coinciden con los datos de Ilian *et al.*, (1985) quienes no encontraron diferencias significativas en peso corporal incluyendo harina de camarón a varios niveles (2.5%, 5.0% y 7.0%). Rosenfeld *et al.*, (1997) tampoco encontraron diferencias significativas al incluir harina de camarón reemplazando la harina de soya en niveles de 10%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100%. Damron (1964) no encontró diferencias significativas en peso corporal al añadir 3.1% y 9.1% de harina de camarón reemplazando la harina de soya, sin embargo, el peso corporal resultado de la adición de 6.1% de harina de camarón si tuvo diferencias significativas con la adición de 3.1% y 9.1%.

Cuadro 3. Efecto de la harina de camarón bajo dos métodos de secado en el peso corporal

Semana	T1	T2	T3	T4	T5
	(g)				
1	127.9	123.5	112.8	119.1	114.7
2	338.5	312.7	299.4	292.5	300.1
3	680.9	640.6	575.0	588.9	549.8
4	1092.0 ^a	1044.1 ^{ab}	973.5 ^{ab}	974.8 ^{ab}	930.0 ^b
5	1620.4	1539.7	1437.6	1467.9	1379.6
6	1944.6	1800.9	1697.4	1773.1	1611.7

^{ab} Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente ($P < 0.05$)

⁴ GLADYS de FLORES, M.Sc. Profesor asociado en el laboratorio de nutrición animal del Departamento de Zootecnia en Zamorano.

3.2. CONSUMO DE ALIMENTO

En el Cuadro 4 se observa que no se encontraron diferencias significativas en el consumo acumulado final entre los tratamientos. Esto coincide con los datos obtenidos por Rosenfeld *et al.*, (1997) quienes no encontraron diferencia significativa reemplazando la harina de soya por harina de camarón en varios niveles. Ilian *et al.*,(1985) tampoco encontraron diferencias significativas en el consumo acumulado reemplazando la harina de soya por harina de camarón a niveles de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10%. El mayor consumo de alimento se observó con el tratamiento control seguido por el Tambor 50%. El menor consumo se presentó con los dos tratamientos de Túnel. Esto puede ser un indicio de que la proteína está más disponible al usar harina sometida al método de secado de túnel ya que su consumo fue menor y obtuvieron mayores pesos en comparación al los tratamientos Tambor 50% y Tambor 100%.

Cuadro 4. Efecto de la harina de camarón bajo dos métodos de secado en el consumo acumulado

Semana	T1	T2	T3	T4	T5
	(g)				
1	134.1 ^a	114.8 ^{bc}	101.5 ^c	122.9 ^{ab}	111.7 ^{bc}
2	475.0	423.9	412.3	433.0	412.7
3	1051.5	973.9	957.8	975.4	987.0
4	1884.0	1718.0	1713.0	1762.5	1776.5
5	2873.0	2674.0	2665.9	2773.9	2765.9
6	3667.6	3443.1	3299.0	3521.0	3520.9

^{abc} Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente ($P < 0.05$)

3.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

En el Cuadro 5 se observa que no hubo diferencias significativas entre tratamientos excepto el tratamiento Tambor 100% el cual presentó el índice de conversión mas alto ($P < 0.0009$) con 2.18. Esto no concuerda con los datos que obtuvo Rosenfeld *et al.*, (1997) quienes no encontraron diferencias significativas en la conversión alimenticia al añadir harina de camarón a varios niveles reemplazando a la proteína aportada por la harina de soya. Los mejores índices de conversión los mantuvo el control seguido por el Túnel 50% y los mas altos se presentaron con los tratamientos Tambor 50% y Tambor 100%. Esta tendencia se mantuvo a partir de la tercera semana hasta la sexta semana.

Cuadro 5. Efecto de la harina de camarón bajo dos métodos de secado en el índice de conversión alimenticia

Semana	T1	T2	T3	T4	T5
--------	----	----	----	----	----

1	1.05	0.94	0.90	1.03	0.98
2	1.40	1.36	1.38	1.48	1.45
3	1.54 ^b	1.54 ^b	1.68 ^{ab}	1.65 ^{ab}	1.82 ^a
4	1.72 ^{bc}	1.65 ^c	1.76 ^{bc}	1.80 ^b	1.91 ^a
5	1.77 ^b	1.73 ^b	1.86 ^b	1.89 ^b	2.01 ^a
6	1.89 ^b	1.91 ^b	1.95 ^b	1.99 ^b	2.18 ^a

^{abc} Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente (P < 0.05)

El resultado anterior puede ser atribuido al método de secado usado y al manejo antes de ser procesado porque el valor nutricional disminuye cuando parte de la proteína se hace no disponible para el ave. Normalmente los desechos de las plantas procesadoras de camarón se van recolectando diariamente. Estos productos permanecen crudos durante varias horas antes de ser cocinados. Durante este período, el crecimiento bacteriano puede ser rápido y si pasan muchas horas, o inclusive un fin de semana antes de que sean cocinados, la actividad bacteriana puede alcanzar niveles muy altos. Muchas de las bacterias que crecen en estos subproductos crudos son capaces de producir reacciones decarboxílicas en donde los aminoácidos en las proteínas animales son convertidos en aminas biogénicas que pueden llegar a niveles de toxicidad. Las aminas biogénicas no son destruidas durante el subsiguiente proceso de cocción, por lo tanto, se comportan de igual manera que las micotoxinas pudiendo afectar así el desarrollo del ave (Dale, 1994). Otro factor que influye en la calidad de la proteína de la harina es la temperatura a que ha sido sometida al momento de ser procesada. La harina secada con Tambor es sometida a temperaturas mayores por más tiempo y eso puede causar además de desnaturalización de las proteínas, la formación de complejos como Lisinoalanina que no es disponible para el ave y la Dehidroalanina que es tóxica. En general, la desnaturalización aumenta la digestibilidad de la proteína pero el exceso de temperatura (mayores de 200°C) provocan cambios detrimentales en la proteína reduciendo así su valor biológico y disponibilidad. Otro aspecto a considerar es la estructura química del exoesqueleto del camarón, el cual está compuesto de quitina, un N polisacárido acetil glucosamina que se encuentra formando parte del complejo proteico y que tiene baja disponibilidad para los animales. (Austin *et al.*, 1981, citado por Rosenfeld *et al.*, 1997). Sin embargo, existen evidencias de que en el sistema digestivo del ave hay quitinasas presentes, enzima necesaria para digerir la quitina, aprovechando su valor como fuente energética. (Gernat, A. Comunicación personal)⁵. La calidad de la proteína animal es mayor a la calidad de la proteína vegetal sin embargo hay que tener en cuenta que la proteína vegetal está en forma más disponible que la de origen animal. También es importante tener en cuenta la variabilidad que se presenta en la composición de los desechos de las camaroneras. Según la época, la cantidad de peces puede ser mayor o menor afectado el contenido nutricional de los desperdicios que se procesan (Esnaola, M. Comunicación personal)⁶.

⁵ GERNAT ABEL, PhD. 1998. Profesor asociado de Avicultura del Departamento de Zootecnia en Zamorano

⁶ ESNAOLA MARCO, PhD. 1998. Profesor asociado de la sección de cerdos del Departamento de Zootecnia en Zamorano.

3.4. MORTALIDAD

En el Cuadro 6 se puede observar que no hubo diferencias significativas en las cuatro primeras semanas, sin embargo ya para la quinta y sexta semana se observó un incremento marcado en la mortalidad en los tratamientos Túnel 100%, Túnel 50% y un poco en el control. Las mortalidades mas altas se presentaron con los dos tratamientos que contenían en sus dietas harina procesada con el método de túnel. El tratamiento Tambor 50% y Tambor 100% son los que tuvieron niveles aceptables de mortalidad menor al permitido con 4.14% y 4.03% respectivamente.

Cuadro 6. Efecto de la harina de camarón bajo dos métodos de secado en el índice de mortalidad

Semana	T1	T2	T3	T4	T5
			(%)		
1	1.64	2.48	1.99	0.49	2.48
2	2.84	4.40	3.21	2.05	3.52
3	3.88	6.23	4.62	2.93	3.52
4	4.58	7.34	6.37	3.09	3.86
5	5.81 ^{ab}	10.31 ^a	10.67 ^a	3.44 ^b	4.03 ^b
6	7.27 ^b	16.86 ^a	17.50 ^a	4.14 ^b	4.03 ^b

^{ab} Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente (P < 0.05)

La mortalidad en general ha sido consecuencia, en parte, de las altas temperaturas que se presentaron durante el día provocando la muerte súbita en los pollos de mayor peso. Para el caso de los tratamientos túnel 50% y túnel 100%, la mortalidad alta pudo ser atribuida a varios factores. La materia prima no fue procesada a tiempo permitiendo el desarrollo de microorganismos y la aparición de sustancias tóxicas. Es importante tener en cuenta que los consumos para Túnel 50% y Túnel 100% fueron mas bajos en comparación con los tratamientos de Tambor, sin embargo los pesos y los índices de conversión alimenticia fueron mejores que los tratamientos de Tambor. Estos resultados no coinciden con los que obtuvo Rosenfeld *et al.*, (1994) quienes no encontraron diferencias significativas entre tratamientos usando varios niveles de harina de camarón y tampoco tuvieron índices de mortalidad altos. Raab *et al.*, (1980) tampoco encontraron diferencias significativas en mortalidad al utilizar dietas a varios niveles de camarón (1.7%, 3.4%, 5.1%, 6.8%). Según estudios realizados por Islam *et al.*, (1994) no se encontraron diferencias significativas en mortalidad al utilizar harina de camarón en dietas de pollos de engorde.

3.5. RENDIMIENTO EN CANAL

El Cuadro 7 muestra que no se encontraron diferencias significativas en los rendimientos en canal. El tratamiento control, túnel 50% y tambor 100% presentaron los mayores índices. Los tratamientos túnel 100% y tambor 50% tuvieron los índices mas bajos. Estos resultados son aceptables porque se encuentran en el rango promedio que va de 65% a 73%. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Rosenfeld *et al.*, (1997) quienes tampoco encontraron diferencias significativas en el rendimiento en canal.

Cuadro 7. Efecto de la harina de camarón bajo dos métodos de secado en el rendimiento de canal

Semana	T1	T2	T3	T4	T5
	(%)				
6	72.66	70.71	68.68	68.83	71.46

3.6. PESO EN CANAL

El Cuadro 8 muestra que no se encontraron diferencias significativas. Los mejores rendimientos se observaron con el control seguido por el tratamiento Túnel 50% y Tambor 50%. Estos resultados van muy relacionados con el peso corporal alcanzado por los pollos los cuales presentaron la misma tendencia en donde los mejores desempeños fueron en el control y en los tratamientos en que no se sustituyó completamente la harina de soya.

Cuadro 8. Efecto de la harina de camarón bajo dos métodos de secado en el peso en canal.

Semana	T1	T2	T3	T4	T5
	(g)				
6	1413.0	1284.0	1168.9	1219.5	1157.7

Rosenfeld *et al.*,(1994) tampoco encontraron diferencias significativas entre los tratamientos aunque al sustituir en un 100% por proteína de harina de camarón si se observó un peso de canal significativamente mas alto.

3.7. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico se hizo tomando en cuenta los costos fijos y variables, y el ingreso para cada tratamiento. El precio promedio de las dietas para cada una de las tres etapas de todo el ciclo tenía la tendencia a subir. Esto es por la adición de lisina sintética a la dieta lo cual incrementaba los costos, sin embargo el costo del concentrado usando harina de camarón resulta menor al precio de la dieta control (Cuadro 9). En base a estos datos se calculó también el margen de utilidades y la rentabilidad (Cuadro 10).

Cuadro 9. Costo de las dietas.

Tratamiento	Etapas		
	Inicio	Crecimiento	Finalización
Control	32.15	31.16	30.96
Túnel 50%	30.52	29.60	29.97

Túnel 100%	29.91	29.22	29.80
Tambor 50%	30.17	29.34	29.53
Tambor 100%	28.54	28.06	28.78

Costos en US\$ por cada 100 kg. de concentrado.

Costos incluyen el valor de los ingredientes y el costo de mezclado.

Cuadro 10 . Comparación de estado de resultados para cada tratamiento

	Control	Túnel 50%	Túnel 100%	Tambor 50%	Tambor 100%
INGRESOS					
Valor de la carne (\$/kg)	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
Carne producida (kg)	387.26	329.60	312.81	343.91	334.14
Total ingresos (\$)	709.22	603.63	572.86	629.82	611.94
COSTOS					
Fijos (\$)	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06
Variables (\$)	400.77	359.88	346.23	373.26	357.02
Total costos (\$)	433.83	392.94	379.29	406.33	390.08
UTILIDAD (\$)	275.39	210.69	193.57	223.49	221.86
RENTABILIDAD DE COSTOS (%)	63.31	51.11	50.39	54.96	56.00

\$ = dólar USA

\$1 = 13.23 Lps

El ingreso obtenido con el control fue mayor a los otros tratamientos en un 14.8%, 19.2%, 11.1% y 13.7% con respecto al control, para los tratamientos túnel 50%, túnel 100%, tambor 50% y tambor 100% respectivamente. El tratamiento que presentó el mayor índice de utilidades fue el tratamiento control seguido por el tratamiento Tambor 50% y Tambor 100%. Estos resultados tienen que ver con la mortalidad que se presentó con los tratamientos con Túnel, ya que si ésta hubiera sido menor bajo los límites permitidos (menos de 5%), entonces estos dos tratamientos hubieran tenido índices de utilidad y rentabilidad de costos muy favorables, pues obtuvieron pesos corporales por encima de los tratamientos de Tambor. El costo total del concentrado del control hasta la sexta semana fue de US\$332.74 y fue superior a los tratamientos túnel 50%, túnel 100%, tambor 50% y tambor 100% en un 12.2%, 16.3%, 8.2% y 13.1% respectivamente. El tratamiento control mostró el índice de rentabilidad sobre costos mayor, con un 63% seguido por el tratamiento tambor 100% y tambor 50% con 56% y 54.96% respectivamente.

4. CONCLUSIONES

En las dietas para pollos de engorde, la harina de soya puede ser reemplazada parcial o totalmente por harina de camarón como fuente proteica, sin afectar de manera significativa el desarrollo de los pollos; aunque se obtiene mejor desarrollo del pollo cuando se reemplaza el 50% de la proteína de soya por la de camarón.

El método de secado de túnel presenta mejores resultados, en cuanto a peso corporal y conversión alimenticia, comparados con los resultados obtenidos con el método de secado de tambor. Esto lleva a pensar que la calidad de la proteína es mucho mejor y está de manera más disponible para el animal, cuando los desperdicios son secados con el método de túnel que con el método de tambor.

El manejo que se le de a los desperdicios de la industria camaronera y la forma como se procesan los mismos son factores que inciden sobre la calidad de la proteína de la harina de camarón.

Los tratamientos con camarón secado con túnel, a pesar de presentar los mayores índices de mortalidad, también presentaron los mejores índices de conversión alimenticia y peso corporal y eso puede reflejarse en mayores utilidades si se controla mejor la mortalidad.

Desde el punto de vista económico, a nivel comercial, es factible utilizar harina de camarón como fuente proteica en las raciones de pollos de engorde. Es importante tener en cuenta los precios y disponibilidad en el mercado si es que realmente amerita hacer la sustitución de la harina de soya por harina de camarón.

5. RECOMENDACIONES

Al momento de usar harina de camarón como fuente proteica en las dietas de pollos de engorde, se recomienda usar harina que ha sido procesada con el método de túnel, reemplazando de forma parcial o total la harina de soya, ya que presentan mejores resultados en el desarrollo de las aves.

Sustituir la harina de soya por la harina de camarón cuando el precio y disponibilidad en el mercado sean favorables económicamente.

Repetir el experimento en ponedoras para determinar también el efecto del secado de los desperdicios del camarón en el desarrollo de las aves, su influencia en la postura y calidad del huevo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AMADOR, R.A. 1995. Evaluación de la harina de desechos de camarón en dietas para cerdos en engorde. Tesis Ing. Agr. Tegucigalpa, Hond., Zamorano. p. 1 -15
- AUSTIN, P. R.; BRINE, C. J.; CASTLE, J.E.; ZIKAKIS, J.P. 1981. Chitin: New facets of research, Science 212:749-753.
- CAMARICULTURA AÚN amenaza destruir ecosistema del Golfo de Fonseca. 1997. El Heraldo, Tegucigalpa (Hond.); Abr. 22:2c.
- DALE, N. 1994. Aminoácidos biogénicos. Avicultura profesional. 11(3):114-115.
- DAMRON, B.L.; WALDROUP, P.W.; HARMS, R.H. 1964. Evaluation of shrimp meal in broiler diets. Poultry Science. Mimeograph Series No. PY65-1. University of Florida, Gainesville, FL. (EE.UU.) 51:17-19
- ILIAN, M.A.; BOND, C.A.; SALMAN, A.J.; AL-HOOTI, S. 1985, Evaluation of shrimp by meal as broiler feedstuff. Nutrition Reports International. (EE.UU.) 31(2):487-491
- ISLAM, M.A.; HOSSAIN, M.D.; BALBUR, S.M.; HOWLIDER, M.A.R. 1994. Unconventional feeds for broilers. Indian Vet. J. 74, 775-780
- MEYERS, S.P. 1973. Utilization of shrimp processing wastes in diets for fish and crustacea. Department of Food Science, Louisiana State University. (EE.UU.) p 261 - 272.
- MEYER, S.P.; RUTLEDGE, J.E. 1971. Shrimp meal - A new look at an old product. Feedstuff. (EE.UU.) 43(49): 31-32
- RAAB, P.; BERGQVIST, E.; CÁCERES O. 1980. Incidencia pigmentante de la harina de camarones y langostinos. Trabajo de tesis, Escuela de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso, Chile. p. 49-52
- ROSENBERRY, A. 1996. Estimated global production of farmed shrimp in 1996. Aquaculture Magazine. (EE.UU.) 27p

ROSENFELD, D.J. 1994. Efecto de la harina de camarón en dietas de pollos de engorde y gallinas ponedoras. Tesis Ing. Agr. Tegucigalpa, Hond., Zamorano. p. 1-42

ROSENFELD, D.J.; GERNAT, A.G.; MARCANO, J..D.; MURILLO, J.G.; LOPEZ, G.H.; FLORES, J.A. 1997. The effect of using different levels of shrimp meal in broiler diets. Poultry Science. (EE.UU.) 76:581-587

SAS Institute, 1991. SAS[®] User's Guide Statistics. Version 6.04 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.

SEIDEN, A. 1957. New information about livestock and poultry. Louisiana State University. Agricultural Experiments Stations. Bulletin No. 262. 33p

**Anexo 2. Estimado global de la producción
de camarón en 1996.**

Países	Camarón entero (TM)
Ecuador	120000
Mexico	12000
Honduras	10000
Perú	5000
Nicaragua	3000
Belize	2000
Venezuela	2000
EE.UU.	1300
Costa Rica	1000
Thailandia	160000
Indonesia	90000
China	80000
India	70000
Bangladesh	35000
Vietnam	30000
Filipinas	25000
Malasia	4000
Sri Lanka	2500
Australia	1700
Total	654500

Fuente: Aquaculture Magazine. Nov/Dec 1996.

Anexo 3. Costo de las dietas.

Tratamiento	Etapas		
	Inicio	Crecimiento	Finalización
Control	14.60	14.15	14.06
Túnel 50%	13.86	13.44	13.61
Túnel 100%	13.58	13.27	13.53
Tambor 50%	13.70	13.32	13.41
Tambor 100%	12.96	12.74	13.07

Costos en US\$ por cada 45.4 kg de concentrado.

Costos incluyen el valor de los ingredientes y el costo por el mezclado.

