

Evaluación de cinco niveles de harina de tilapia y análisis sensoriales en pollos de engorde

Margarita Angélica Maigualema Moreno

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Abril, 2002

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Evaluación de cinco niveles de harina de
tilapia y análisis sensoriales en pollos de
engorde**

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

presentado por

Margarita Angélica Maigualema Moreno

Zamorano, Honduras
Abril, 2002

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

Margarita Angélica Maigualema Moreno

Zamorano, Honduras
Abril, 2002

Evaluación de cinco niveles de harina de tilapia y análisis sensoriales en pollos de engorde.

Presentado por

Margarita Angélica Maigualema Moreno

Aprobado:

Abel Gernat, Ph.D.
Asesor Principal

Miguel Vélez, Ph.D.
Coordinador de Area Temática

Gerardo Murrillo, Ing. Agr.
Asesor

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador C.P.A.

John Jairo Hincapie, Ph.D.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Miguel Vélez, Ph.D.
Coordinador PIA

Keith L. Andrews Ph.D.
Director General

DEDICATORIA

A Dios por ser la luz en mi vida, por amarme tanto y por acompañarme siempre.

A mis padres: Angel y Martha por su amor inmenso, esfuerzo, y buenos valores que me inculcaron toda la vida.

A mis hermanos: Anita, Isabel y Angel por su apoyo incondicional.

A todas las personas que me brindaron su apoyo a lo largo de mi carrera.

A aquella personita, que aunque ya no esta, estará siempre en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por estar siempre conmigo en los buenos momentos y en los peores, por llenar mi corazón con el amor que solo él lo sabe hacer, por ser la torre fuerte en mi vida y en especial en mi vida zamorana.

A mi padre Angel quien estuvo siempre conmigo dándome todo su amor, seguridad, confianza, respeto y todo su sacrificio para bien de su hija. A mi madre Marthita por darme todo su cariño y comprensión, por ser: madre, esposa, empresaria y sobretodo por ser una amiga, por estar dispuesta a todo por ver a su hija feliz y por toda la paciencia que solo una madre la tiene.

A mis hermanos Anita, Isabel y Angel, por ser los mejores amigos que tengo por todo su apoyo que desde lejos siempre lo tuve, a Isabelita, gracias hermana por toda tu ayuda, por sacrificarte en mi ausencia, ahora me toca a mi hermana!

Al Dr. Abel Gernat, por todo su apoyo para la realización de este proyecto especial, por darme su confianza, a su esposa Arq. Carolina por tenerme siempre abiertas las puertas de su casa y por todas las bondades con mi persona.

Al Ing. Gerardo Murrillo por todas sus enseñanzas, por todo su apoyo, por su amistad, y por sus consejos Muchas gracias Ingeniero!!!!

A Dra. Claudia García gracias por su apoyo y por atenderme para la realización de la segunda parte de mi tesis.

A mis hermanas de corazón: Mati, Lorena, y Susy, por ser más que unas amigas, unas hermanas, por los problemas que superamos juntas, por su sincera amistad, por estar siempre pendientes de mí, por todos sus consejos, les entrego mi amistad para siempre, mi eterna gratitud y las puertas de mi casa y de mi corazón estarán siempre abiertas para ustedes, Gracias Amigas del Alma!!!

A las siguientes personas especiales: Hector Hugo, Pablito, René Antonio, Jorge, Bernarda, Doris, por brindarme su mano en un momento determinado de mi carrera, por su amistad, sus consejos, su compañía en el PIA y por no permitir que me sintiera sola.

A mis compañeros de la Sección de Aves: por todas las choleadas que juntos dimos y un gracias muy especial a Orlando, Max y Fermín por toda la ayuda que me brindaron en el galpón.

A todos mis demás amigos del PIA, que estuvieron conmigo.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Al Fondo Dotal Suizo por la beca otorgada para el financiamiento del Programa de Agrónomo.

A mis padres por el financiamiento para concluir el Programa de Ingeniería Agronómica.

RESUMEN

Maigualema M., Margarita Angélica. 2002. Evaluación de cinco niveles de harina de tilapia y análisis sensoriales en pollos de engorde. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería Agronómica, Zamorano, Honduras. 33 p.

En la última década la producción mundial de pescado ha ido en aumento, en países con alta disponibilidad de harina de pescado constituye una fuente importante para utilizar en la industria avícola. El objetivo fue determinar en términos productivos y económicos el mejor reemplazo al sustituir la harina de soya por harina de tilapia hasta niveles de 100%. Se evaluaron cinco dietas de 0, 25, 50, 75 y 100% de reemplazo de la harina de soya por harina de tilapia y el efecto sobre las características de sabor y olor en la carne de pollo al reemplazar estos niveles de harina de tilapia en la dieta. Se utilizaron 1215 pollos (machos) Arbor Acres[®] × Arbor Acres[®], ubicados en 15 corrales de 2.25 × 3.00 m, con una densidad de 81 pollos/m² en un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con tres repeticiones por tratamiento, durante 42 días, dos ciclos de producción. Semanalmente se midió el peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad, peso y rendimiento en canal. Una vez faenado el animal se evaluó el olor y sabor en la carne. Se encontró que se obtiene una respuesta similar en todas las variables medidas, al reemplazar en la dieta niveles hasta de 50%, pero los niveles de 75 y 100% redujeron el peso corporal, consumo de alimento, peso y rendimiento en canal. En el olor y sabor, el panel no detectó ninguna diferencia en ninguna de las muestras evaluadas. Debido a que la unidad de proteína es más barata con la tilapia, a medida que aumentan el reemplazo en las dietas disminuye el costo de éstas. La rentabilidad más alta sobre los costos se obtuvo con el reemplazo de 50% de harina de soya por harina de tilapia.

Palabras claves: *Oreochromis niloticus*, organolépticas, pescado, reemplazos.

NOTA DE PRENSA

ALTOS NIVELES DE HARINA DE TILAPIA EN LA DIETA DE POLLO DE ENGORDE DISMINUYEN LA PRODUCTIVIDAD

En la actualidad la producción de pescado a nivel mundial esta en aumento, de todo el pescado a nivel mundial aproximadamente el 30%, se destina para la elaboración de subproductos entre ellos la harina de pescado. En Las Américas un cultivo que ha tomado mucho auge es la tilapia, disponible en muchos de estos países.

En Zamorano se realizó un experimento, para determinar el mejor nivel de reemplazo, de la tradicional harina de soya como fuente de proteína, utilizada en las dietas de pollos de engorde por harina de tilapia, además para determinar si con alguno de estos niveles de reemplazo, el olor y el sabor de tilapia se impregnaban en la carne de pollo.

Este reemplazo se realizó en diferentes niveles: 0, 25, 50, 75 y 100%, en el que se midió: peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso en canal, rendimiento en canal y 2 características como olor y sabor.

Para este experimento se utilizaron 1215 pollos (machos) de la línea Arbor Acres® × Arbor Acres®, ubicados en 15 corrales de 2,25 × 3.00 m, con una densidad de 81 pollos/m² con tres repeticiones por tratamiento, durante 42 días y dos replicas. Para medir las características de sabor y olor se utilizaron panelistas que degustaron las diferentes muestras (previamente cocidas y horneadas), mediante una prueba descriptiva y una afectiva.

Se obtuvieron como resultado que hasta niveles de 50% no existió diferencias para ninguna de las variables en estudio, pero para niveles de 75 y 100% el decrecimiento en peso corporal, consumo y peso en canal fue significativo. En cuanto a las características de sabor y olor no se encontraron diferencias.

Licda. Sobeyda Alvarez.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de prensa.....	viii
	Contenido.....	ix
	Índice de cuadros.....	xi
	Índice de anexos.....	xii
1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	OBJETIVOS.....	2
1.1.1	Objetivo General.....	2
1.1.2	Objetivos Específicos.....	2
2.	MATERIALES Y MÉTODOS	3
2.1	LOCALIZACIÓN.....	3
2.2	ANIMALES.....	3
2.3	TRATAMIENTOS.....	3
2.4	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	5
2.5	VARIABLES MEDIDAS.....	5
2.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	6
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
3.1	PESO CORPORAL.....	7
3.2	CONSUMO DE ALIMENTO.....	7
3.3	CONVERSIÓN ALIMENTICIA.....	8
3.4	MORTALIDAD.....	9
3.5	PESO Y RENDIMIENTO DE CANAL.....	9
3.6	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	10
3.7	ANÁLISIS SENSORIAL.....	11
3.7.1	Evaluación Descriptiva.....	11
3.7.2	Evaluación Afectiva.....	11
4.	CONCLUSIONES	12
5.	RECOMENDACIONES	13

6.	BIBLIOGRAFÍA	14
7.	ANEXOS	16

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pag.
1.	Dietas Experimentales	4
2.	Composición química de la harina de tilapia (HT) y de la harina de soya (HS).....	5
3.	Efecto de la harina de tilapia (HT) en el peso corporal.....	7
4.	Efecto de la harina de tilapia (HT) en el consumo acumulado.....	8
5.	Efecto de la harina de tilapia en la conversión alimenticia.....	8
6.	Efecto de la harina de tilapia (HT) en la mortalidad a los 42 días.....	9
7.	Efecto de la harina de tilapia (HT) en el peso en canal y rendimiento en canal a los 42 días.....	9
8.	Costo de las dietas.....	10
9.	Rentabilidad de costos al reemplazar en las dietas (HT).....	10

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos	Pág.
1. Ficha utilizada para la evaluación descriptiva.....	16
2. Ficha utilizada para la evaluación afectiva.....	17
3. Dietas calculadas en base a datos del NRC.....	18
4. Análisis estadísticos sensoriales.....	19
5. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso corporal y consumo de alimento en la sexta semana.....	19
6. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para conversión alimenticia y mortalidad en la sexta semana.....	20
7. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso en canal y rendimiento en canal en la sexta semana.....	20

1. INTRODUCCIÓN

La alimentación representa el principal costo de producción en las explotaciones avícolas con aproximadamente 70%, siendo éste el motivo por el que se buscan fuentes alternativas a los ingredientes de la dieta, especialmente proteínas por ser las de más alto costo en la dieta; a través de la utilización de subproductos de la industria.

La alta calidad de la harina de pescado es reconocida como una excelente fuente de proteína, energía, minerales y vitaminas (Miles y Jacob, 2001), su calidad depende de cómo fue procesado.

A nivel mundial en los últimos 15 años la producción de pescado (pesca y acuicultura) ha ido en aumento. En el año 2000 se obtuvieron aproximadamente 100 millones de toneladas métricas como resultado de pesca y 25 millones de toneladas métricas de la acuicultura, el consumo *per capita* en peso vivo a nivel mundial aumentó de 10 kg/año en 1985 a 27 kg/año en 1997 (FAO, 2000). De los 100 millones de toneladas obtenidas como producto de la pesca 30 millones de toneladas son destinadas para la elaboración de subproductos como la harina de pescado.

La tilapia (*Oreochromis niloticus*) es originaria del Africa. Es muy popular en América; el mayor productor americano es México, con 120.000 toneladas métricas anuales para el año 2000 con costos de producción de \$ 1.2/kg, el mayor productor americano de filete fresco para exportación es Costa Rica con costos de \$ 1.2/kg y el mayor exportador americano es Ecuador. Según estimaciones en las Américas se espera una producción de 500.000 toneladas métricas para el año 2010 y de 1000.000 toneladas métricas para el 2020, en igual proporción se espera que aumente la demanda, sobretodo a los Estados Unidos (Fitzsimmons, 2001^a).

En Honduras la exportación de filete fresco de tilapia a los Estados Unidos creció de 163.700 kilos en 1997 a 1.437.700 kilos en 2001. El rendimiento en filete fresco es de 36.5%, el restante 63.5% es procesado en forma de harina para la alimentación de las aves, utilizado en forma de pelets para alimentación de las mismas tilapias, entre otros usos (Fitzsimmons, 2001^b).

La harina de pescado posee una alta digestibilidad y contiene aminoácidos indispensables tales como: metionina, lisina y triptófano (Pontes y Castello, 1995), estos están presentes en cantidades reducidas en las proteínas de origen vegetal y reciben el nombre de aminoácidos limitantes (Revilla, 1977). Además posee minerales como: calcio y fósforo, que difícilmente están disponibles en la proteína vegetal. Una dieta de inicio debe contener por lo menos 0.45% de fósforo inorgánico metabolizable con una dieta que

contenga el 5% de harina de pescado, quedan cubiertas estas necesidades (Miles y Jacob, 2001).

La energía tiene una relación directa con el porcentaje de proteína y aceite del pescado a utilizarse. La energía de la harina de pescado está en un rango de 2500 a 3200 Kcal ME/kg.¹

Además es necesario encontrar un uso pero el pescado que no cumple con las reglamentaciones para ser exportado y que no es apto para consumo humano lo que puede constituir un grave problema de contaminación ambiental (Waldroup *et al.* 1964).

En las dietas para pollos de engorde, la cantidad de harina de pescado a usar es limitada debido a la posibilidad de obtener sabor residual a pescado en la carne de pollo (Fry *et al.* 1965). Carric y Hauge, (1926) encontraron que el sabor a pescado se puede atribuir a los niveles de aceite que contiene el pescado que es utilizado en la dieta y que trabajando con un nivel del 2% de aceite no se produce sabor residual.

Por lo mencionado anteriormente en la Escuela Agrícola Panamericana se evaluaron cinco niveles de la harina de tilapia reemplazando a la harina de soya para determinar los mejores niveles y para determinar el nivel a partir del cual la harina de tilapia afecta el sabor y olor de la carne de pollo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

- Determinar el mejor nivel de sustitución de harina de soya por harina de tilapia en dietas de pollos de engorde.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Comparar las variables a medir (peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad, peso y rendimiento en canal) de los tratamientos de reemplazo con el tratamiento testigo.
- Mediante evaluaciones sensoriales determinar el efecto sobre el sabor y el olor de la carne de los diferentes tratamientos.

¹ Murrillo Gerardo. 2002. Escuela Agrícola Panamericana.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El experimento se realizó en la sección de aves de la Escuela Agrícola Panamericana, el Zamorano, Tegucigalpa, Honduras, localizada a 32 km al sur oeste de Tegucigalpa (14 grados de latitud norte y 87 grados de latitud oeste), con un clima tropical seco, a una altura de 800 msnm, con una temperatura media anual 24 °C y una precipitación media anual de 1,100 mm. Los análisis sensoriales se realizaron en el puesto de ventas de la mencionada institución.

2.2 ANIMALES

Se utilizaron 1215 pollos (machos) de la línea Arbor Acres x Arbor Acres de un día de edad, los cuales fueron distribuidos al azar en 15 corrales de 2,25 x 3 m, arreglados en dos hileras paralelas. En cada corral se colocaron 81 pollos, con una densidad de 12 pollos/m², los mismos que recibieron alimento y agua *ad libitum* y fueron sometidos a un programa de 24 horas de luz. El experimento se llevó a lo largo de 42 días y se realizaron dos repeticiones. Al concluir los 42 días los pollos fueron faenados para continuar con los análisis sensoriales.

2.3 TRATAMIENTOS

Se utilizaron los siguientes tratamientos:

- T1: Tratamiento Testigo: utilización de concentrado a base de harina de soya y maíz.
- T2: Reemplazo del 25% de la proteína de la dieta que proviene de la harina de soya por harina de tilapia (HT25)
- T3: Reemplazo del 50% de la proteína de la dieta que proviene de la harina de soya por harina de tilapia (HT50)
- T4: Reemplazo del 75% de la proteína de la dieta que proviene de la harina de soya por harina de tilapia (HT75).
- T5: Reemplazo del 100% de la proteína de la dieta que proviene de la harina de soya por harina de tilapia (HT100).

Las dietas fueron formuladas, en base a los requerimientos nutricionales de la línea en evaluación.

Cuadro 1. Dietas Experimentales

Ingredientes	INICIO					CRECIMIENTO					FINAL				
	TT*	HT25	HT50	HT75	HT100	TT*	HT25	HT50	HT75	HT100	TT*	HT25	HT50	HT75	HT100
Maíz	50.00	57.00	65.00	70.00	70.00	58.80	64.48	71.10	75.44	74.93	61.74	67.07	72.58	76.12	75.87
H soya (46%) PC	41.25	30.00	18.25	7.00	0.00	30.92	22.5	13.50	5.00	0.00	28.2	20.50	12.50	4.80	0.00
H.tilapia(63.5%) PC	0.00	7.50	15.00	22.25	29.00	0.00	5.59	11.18	16.77	22.36	0.00	5.10	10.21	15.31	20.42
Fosfato Dicalcico	1.50	0.40	0.00	0.00	0.00	1.43	0.60	0.00	0.00	0.00	1.35	0.59	0.00	0.00	0.00
Carbonato de Ca	1.50	0.85	0.00	0.00	0.00	1.47	1.00	0.42	0.00	0.00	1.40	0.95	0.45	0.00	0.00
Sal	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.03	0.03	0.03	0.03
Premezcla de Vitaminas y Minerales ¹	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.03	0.03	0.03
Aceite Vegetal	5.00	3.25	1.25	0.50	0.50	6.50	5.00	3.00	3.00	2.00	6.50	5.00	3.50	3.00	3.00
Oxitetraciclina ²	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
Sacox ³	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
DL-Metionina	0.18	0.09	0.00	0.00	0.00	0.18	0.12	0.05	0.00	0.00	0.14	0.08	0.02	0.00	0.00
L-Lisina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.08	0.12	0.04	0.00	0.04	0.07	0.10	0.04
Análisis Calculado															
EM kcal/kg	3100	3100	3100	3100	3100	3250	3250	3250	3250	3250	3275	3275	3275	3275	3275
Proteína Cruda %	24.35	24.32	23.41	22.22	22.00										
Calcio %	0.94	0.85	1.02	1.42	1.66										
Fósforo disponible %	0.76	0.69	0.76	0.92	1.01										
Lisina %	1.42	1.35	1.30	1.25	1.20	1.11	1.06	1.05	1.05	1.05	1.04	0.99	0.98	0.98	0.98
Metionina %	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44

* TT = Tratamiento testigo, HT25= 25% de reemplazo de la proteína proveniente de la harina de soya (HS) por harina de tilapia (HT), HT50= 50% de reemplazo de la proteína de la harina de soya (HS) por la harina de tilapia (HT) , HT75= 75% de reemplazo de la proteína proveniente de la harina de soya (HS) por harina de tilapia (HT), HT100= 100% de reemplazo de la proteína proveniente de la harina de soya (HS) por harina de tilapia (HT).

¹ La premezcla de vitaminas y minerales provee las siguientes cantidades por kg de la dieta: Vitamina A, 10,000 UI; colicarciferon, 2,500 UI; Vitamina E, 10 UI ; Vitaminas K3, 2 mg; Riboflavina, 5 mg; Niacina, 35 mg; D-Pantononato de calcio. 10 mg; Biotina, 434,7 mg; Ácido fólico, 0,75 mg; Vitamina B12, 12 mg; Cloruro de Colina, 250 mg; Manganeso, 70; Hierro, 30 mg;; Zinc, 50 mg; Cobre, 10 mg; Yodo, 1,5 mg; Cobalto, 0,15 mg; Selenio, 0,19 mg; Antioxidante, 10 mg.

² Oxitetraciclina, antibiótico, 3 g/45.5 kg de alimento, Ascog Hamburg Germany..

³ Sacox, prevención de coccidioesis en pollos de engorde, 10g/45.5 kg de alimento, Hoechst Marion Roussel.

Cuadro 2. Composición química de la harina de tilapia y de la harina de soya.

Componentes	Harina de Tilapia ¹	Harina de Soya ²
	-----%-----	
Humedad	8.0	11.00
Materia seca	92.0	89.00
Proteína cruda	60.6	48.50
Extracto etéreo	9.9	1.00
Cenizas	17.6	6.00
Energía metabolizable	2820	2475
Calcio	5.73	0.20
Fósforo	3.40	0.65
Ácido aspártico	5.51	-
Treonina	2.49	2.00
Serina	2.86	-
Ácido glutámico	8.21	-
Glicina	7.93	-
Alanina	4.87	-
Cistina	1.02	0.74
Valina	3.14	2.70
Metionina	1.61	0.75
Isoleucina	2.41	2.60
Leucina	4.21	3.80
Tirosina	1.57	-
Fenilalanina	2.01	2.70
Lisina	3.65	3.20
Histidina	1.12	1.30
Triptófano	0.31	0.70
Arginina	5.16	3.80

¹ CEPS Central Analytical Laboratory Report, University of Arkansas, Arkansas, Estados Unidos, University of Arkansas Poultry Science Center L-209 Fayetteville, AR 72701.

² NRC (1994).

2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos fueron asignados en un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con tres repeticiones por tratamiento, durante 42 días y dos réplicas.

2.5 VARIABLES MEDIDAS

- Peso corporal (g), en cada corral se pesó semanalmente 30 pollos (37% del total) de cada uno de los diferentes tratamientos.
- Consumo de alimento (g), se calculó mediante la diferencia entre el concentrado consumido y residual al fin de la semana.

- Conversión Alimenticia, obtenida mediante la división del consumo de alimento acumulado y el peso corporal acumulado.
- Mortalidad diaria (%) medida diariamente y se obtuvo un dato total al final de la semana
- Peso en canal (g) luego de ser faenado el animal se pesó la canal del pollo para obtener su rendimiento.
- Sabor y Olor, se determinó mediante degustaciones por un panel descriptivo y otro afectivo, utilizando una evaluación descriptiva y afectiva respectivamente.

La evaluación descriptiva se llevó a cabo por cuatro panelistas, que degustaron la pechuga, muslo y pellejo de cada tratamiento ($n = 5$) después de haber sido pre-cocidas por 15 minutos y llevadas al horno (350°C) por 30 minutos. Las canales se tomaron aleatoriamente de cada tratamiento. Los panelistas evaluaron el sabor y olor de la carne de pollo. Para esta evaluación se utilizó la encuesta del Anexo No 1.

En seguimiento a los resultados de las evaluaciones descriptivas, se realizó una prueba de aceptación utilizando la encuesta del Anexo No 2, para determinar la aceptabilidad de la carne de pollo alimentado con las dietas de 75% y 100% de sustitución de harina de tilapia. Los panelistas fueron 18 amas de casa, a quienes se les ofreció a degustar 3 muestras (cada muestra contenía muslo y pellejo) del control y del reemplazo de 75% y 100%. El experimento fue realizado en el puesto de ventas del Zamorano a las 11:00 de manera que no interfiera con horas de comida u otros efectos que pueden causar variación en los resultados (Wittig de Penna, 2000).

2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron evaluados utilizando un ANDEVA, usando el Modelo Lineal General (GLM) del programa estadístico SAS “Statistical Analysis System” (SAS, 1993). Los datos porcentuales de la mortalidad y rendimiento en canal se corrigieron con la función arcoseno. Para la separación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD). Para los análisis sensoriales se utilizó un análisis de varianza para determinar los resultados de los encuestados.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 PESO CORPORAL

En todo el ciclo de producción se obtuvo un mayor peso corporal con niveles de reemplazos de 0, 25 y 50% de harina de tilapia, los que fueron diferentes ($P= 0.0001$) a los pesos que se obtuvo con niveles de reemplazo de 75 y 100%, cuyos pesos fueron más bajos (Cuadro 3). Esto se puede atribuir a que tuvieron una menor tasa de consumo de alimento (Cuadro 4).

Estos resultados concuerdan con los de Rojas y Arana (1981), quienes reportaron que adicionando en las dietas niveles de hasta 25% de harina de pescado no se obtuvo diferencias significativas. Avila y Balloun (1974), encontraron que al sustituir hasta niveles de 40% se obtenía un incremento en peso, mientras que a niveles superiores ocurría un decremento en peso. Damran *et al.* (1971) reportan que al sustituir con niveles bajos de harina de Anchoveta en la dieta, no se obtienen ganancias de peso significativas.

Cuadro 3. Efecto de la harina de tilapia (HT) en el peso corporal.

Días	TT ¹	HT25 ²	HT50 ²	HT75 ²	HT100 ²	F	P	
	------(g)-----							
7	132.4 ^{ab}	139.5 ^a	141.8 ^a	121.6 ^{ab}	111.6 ^b	11.9	0.0280	
14	356.1 ^a	371.3 ^a	369.9 ^a	302.5 ^b	255.3 ^c	8.61	0.0001	
21	725.6 ^a	751.9 ^a	725.5 ^a	615.8 ^b	530.0 ^c	6.69	0.0001	
28	1168.8 ^b	1260.3 ^a	1173.9 ^b	974.7 ^c	923.4 ^c	30.84	0.0001	
35	1775.8 ^a	1782.7 ^a	1679.4 ^a	1483.63 ^b	1398.9 ^b	11.9	0.0001	
42	2262.7 ^a	2289.1 ^a	2240.1 ^a	1884.5 ^b	1842.9 ^b	25.41	0.0001	

¹ TT= Tratamiento testigo.

² Los números son el % de reemplazo de harina de soya (HS) por harina de tilapia (HT)
C.V. = 7.105%

3.2 CONSUMO DE ALIMENTO

En el experimento los tratamientos de 0, 25, 50% de reemplazo obtuvieron un mayor consumo y fueron iguales ($P= 0.0001$). El consumo fue menor en las dietas con niveles de reemplazo de 75 y 100% (Cuadro 4). Esto se puede atribuir a que la harina de pescado tiene compuestos altamente poliinsaturados en comparación con la harina de soya y estos compuestos se oxidan y se enrancian disminuyendo la palatabilidad.

Estos resultados son similares a los encontrados por Ponce (2000), quien no encontró diferencias significativas al sustituir 25% y 50% de la harina de soya por harina de tilapia. Waldroup *et al.* (1964) obtuvieron bajos consumos con dietas con 75% y 100% de harina de pescado, igualmente Janssen (1971) encontró una disminución en consumo al sustituir hasta niveles del 100% .

Cuadro 4. Efecto de la harina de tilapia (HT) en el consumo acumulado.

Días	TT ¹	HT25 ²	HT50 ²	HT75 ²	HT100 ²	F	P	
	------(g)-----							
7	123.8 ^a	126.5 ^a	118.5 ^a	106.8 ^{ab}	96.4 ^b	11.7	0.0111	
14	445.1 ^{ab}	476.8 ^a	460.4 ^b	417.9 ^b	341.9 ^c	19.5	0.0001	
21	970.9 ^a	1033.9 ^a	1010.1 ^a	970.2 ^a	810.8 ^b	9.06	0.0001	
28	1722.7 ^a	1781.3 ^a	1745.1 ^a	616.7 ^b	1541.5 ^b	7.54	0.0001	
35	2720.0	2679.4	2718.2	2577.1	2448.9			
42	3787.5 ^a	3731.4 ^a	3678.7 ^a	3414.7 ^b	3303.0 ^b	3.29	0.017	

¹ TT= Tratamiento testigo.

² Los números son el % de reemplazo de harina de soya (HS) por harina de tilapia (HT)
C.V.= 6.89

3.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Durante las cinco semanas del estudio se observó una marcada diferencia entre los tratamientos de 0, 25 y 50% con los de 75 y 100% (Cuadro 5). Esto se pudo deber a que según la curva de crecimiento de las aves, el requerimiento de alimento cada vez es mayor pero la ganancia en peso poca, como resultado de un bajo consumo. Sin embargo al finalizar el experimento no se encontraron diferencias entre los tratamientos. Estos resultados concuerdan a los resultados que obtuvieron Avila y Balloun (1974) y Hulan *et al.* (1964).

Cuadro 5. Efecto de la harina de tilapia en la conversión alimenticia.

Días	TT ¹	HT25 ²	HT50 ²	HT75 ²	HT100 ²	F	P	
	------(g)-----							
7	0.94 ^a	0.90 ^{ab}	0.83 ^b	0.89 ^{ab}	0.86 ^b	0.049	0.049	
14	1.25	1.28	1.25	1.38	1.34			
21	1.33 ^b	1.37 ^b	1.34 ^b	1.57 ^a	1.54 ^a	2.12	0.0902	
28	1.47 ^{ab}	1.41 ^b	1.48 ^b	1.66 ^a	1.67 ^a	7.27	0.0002	
35	1.53 ^b	1.51 ^b	1.62 ^{ab}	1.74 ^a	1.75 ^a	3.12	0.0218	
42	1.67	1.63	1.64	1.82	1.80			

¹ TT= Tratamiento testigo.

² Los números son el % de reemplazo de harina de soya (HS) por harina de tilapia (HT)
C.V. = 7.12

3.4 MORTALIDAD

A excepción de la quinta semana, no se encontraron diferencias en cuanto a mortalidad (Cuadro 6). Estos resultados concuerdan con los encontrados por Wu *et al.* (1984) quienes no encontraron diferencia al sustituir harina de pescado en las dietas. Ponce (2000) tampoco encontró diferencias en mortalidad al reemplazar en las dietas hasta niveles de 50% de harina de tilapia.

Cuadro 6. Efecto de la harina de tilapia (HT) en la mortalidad a los 42 días.

Días	TT ¹	HT25 ²	HT50 ²	HT75 ²	HT100 ²	F	P
	------(g)-----						
7	1.40	1.64	1.02	2.06	0.81		
14	1.40	1.85	2.27	2.48	1.44		
21	1.40	2.26	2.27	3.74	1.85		
28	1.40	2.67	2.48	3.95	2.26		
35	1.81 ^b	3.7 ^a	3.51 ^a	4.36 ^a	2.47 ^{ab}	5.06	0.0019
42	2.84	5.35	4.74	4.98	3.46		

¹ TT= Tratamiento testigo.

² Los números son el % de reemplazo de harina de soya (HS) por harina de tilapia (HT)
C.V.= 15.6

3.5 PESO Y RENDIMIENTO EN CANAL

El peso en canal más alto se obtuvo con los tratamientos de 0, 25 y 50% (Cuadro 7). Estos pesos difieren (P=0.0001) de los tratamientos de 75% y 100%, que fueron menores al igual que los pesos corporales. En cuanto a rendimiento de canal no se encontró diferencias entre tratamientos.

Cuadro 7. Efecto de la harina de tilapia (HT) en el peso en canal y rendimiento en canal a los 42 días.

	TT ¹	HT25 ²	HT50 ²	HT75 ²	HT100 ²	F	P
Peso en Canal (g)	1726.67 ^a	1760.52 ^a	1687.50 ^a	1450.7 ^b	1395.28 ^b	7.31	0.0002
Rendimiento en Canal (%)	69.01	69.6	69.5	68.6	67.49		

¹ TT= Tratamiento testigo.

² Los números son el % de reemplazo de harina de soya (HS) por harina de tilapia (HT)

Peso en Canal : C.V. = 7.9

Rendimiento en Canal: C.V. = 3.58

3.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

Debido a que el contenido de proteína es mayor en las dietas de inicio que en las de crecimiento y final (Cuadro 1), los precios de las dietas fueron más altas en las dietas de inicio (Cuadro 8). El costo de las dietas con harina de tilapia fue ligeramente menor pues a pesar de que el precio de 1kg de harina de tilapia es de 0.334 USD y el de 1kg de harina de soya es de 0.267 USD el precio por unidad de proteína es mayor con harina de soya (Cuadro 2).

Además, en las dietas sobre 50% de sustitución se dejó de suplementar fósforo y en las dietas sobre 75% se dejó de suplementar calcio, siendo este otro de los motivos para disminuir el precio (Cuadro 1).

Cuadro 8. Costo de las dietas.

Dietas (% reemplazo)	Inicio	Crecimiento	Engorde
	------(dólares)-----		
HT	27.93	27.38	26.97
HT 25%	27.65	26.85	26.48
HT 50%	26.74	26.11	25.78
HT 75%	26.44	25.93	25.64
HT 100%	26.76	26.31	26.05

1 dólar americano = 16.15 Lps.

Costo por cada 100 kg de concentrado

Para el análisis económico se tomaron en cuenta los costos totales: (variables y fijos) y los ingresos por carne. Las mayores utilidades de operación se obtuvieron con el tratamiento de 25% de reemplazo de harina de tilapia y la mayor rentabilidad con el tratamiento de 50%.

La menor rentabilidad se dió con el tratamiento de 75% de reemplazo, debido a que se obtuvieron las utilidades más bajas como producto de un bajo rendimiento de la carne. El tratamiento de 100% de reemplazo tiene los costos totales más bajos debido a al bajo consumo, pero el rendimiento total en carne no compensó esta ventaja.

Cuadro 9. Rentabilidad de costos al reemplazar en las dietas (HT)

	TH	TH 25%	TH50%	TH75%	TH100%
Ingresos USD					
Precio De La Carne (1 K)	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63
Rendimiento total en carne	1212.70	1219.52	1186.26	987.93	960.95
Costos Totales USD	734.48	730.11	703.81	639.93	615.61
Utilidades USD	478.23	489.41	482.46	347.99	345.34
Rentabilidad De Costos %	65.11	67.03	68.55	54.38	56.1

3.7 ANÁLISIS SENSORIALES

3.7.1 Evaluación Descriptiva

No se encontraron diferencias en el olor de las pechugas, pero sí se encontró un ligero sabor ácido en los tratamientos de mayor reemplazo de harina de tilapia (75 y 50%). En los muslos y el pellejo se percibió un sabor típico de pescado en los tratamientos con 75 y 100%, probablemente debido al alto contenido de lípidos en la piel y presencia de lípidos en los muslos (Potter y Hotchkiss, 1997).

3.7.2. Evaluación Afectiva

El panel sensorial afectivo, no encontró diferencias ($P < 0,05$) en ninguno de los tratamientos para las características de olor y sabor. Estos resultados concuerdan con los resultados obtenidos por Fry *et al.* (1965) quienes encontraron que niveles de hasta 100% no impartían un sabor a pescado a la carne de pollo.

4 CONCLUSIONES

- Reemplazar hasta 50% de la harina de soya por harina de tilapia, no afecta el consumo de alimento ni el peso corporal.
- Reemplazar 75% y 100% de la harina de soya por harina de tilapia reduce el consumo de alimento en un 13% y el peso final en un 20%.
- La harina de tilapia no afecta la conversión alimenticia ni la mortalidad en ningún nivel de sustitución.
- La harina de tilapia no afecta el olor ni el sabor.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar una evaluación sensorial con un grupo más grande.
- Afinar los resultados en estudios posteriores con reemplazos de 60, 70, 80, 90% de sustitución.

6. BIBLIOGRAFÍA

AVILA, E.; BALLOUN, S.L. 1974. Fish meal studies. Effects of anchovy fish meal in broiler diets. *Poultry Sci.* 53: 1372 – 1379.

CARRIC, C.; HAUGE, S. 1926. Fish meal. The effect of cod-liver oil upon flavor in poultry meat. *Poultry Sci.* 5: 213-215.

DAMRAN, B. L.; EBERST D.; HARMS R. 1971. The influence of partially delactosed whey, fish meal and supplemental biotin in broiler diets. *Poultry Sci.* 50: 1768-1771.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT) 2000. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura. El Pescado como Alimento. (en línea). Italia. Consultado 30 de Marzo 2002. Disponible en (http://www.fao.org/docrep/003/x8002s/x8002s07.htm#nota_7)

FITZSIMMONS, K. 2001^a. Tilapia Marketing in the Americas. American Tilapia Association. (en línea). Arizona, USA. Consultado 25 de Marzo 2002. Disponible en (<http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/Honduras/Americas.ppt>)

FITZSIMMONS, K. 2001^b. Tilapia imports 1997 – 2001. University of Arizona. (en línea). Arizona USA. Consultado 20 de Marzo 2002. Disponible en (<http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/imports97.htm>)

FRY, J. L.; WALLEGHEM, P.; WALDROUP P. W; HARMS W. 1965. Fish meal studies. Effects of levels and sources of “fishy flavor” in broiler meal. *Poultry Sci.* 44: 1017-1019.

HULAN, R.H.; WALDROUP, P.W.; COUGLAS, C.R. 1964. Fish meal The value of menhaden fish meal in practical broiler diets. *Poultry Sci.* 1617 – 1621.

JANSSEN, W. 1971. The influence of feeding on gizzard erosion in broilers. *Archiv. für Geflügelkinde.* 4: 137-141.

MILES, D.; JACOB P. 2001. Fish meal: Understanding why this feed ingredient is so valuable in poultry diets. University of Florida. Cooperative extension service. Florida, USD. Consultado 28 de Marzo 2002. Disponible en (<http://edis.ifas.ufl.edu/PS043>).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. Washington, USA. National Academic Press. 115p.

PONCE, L. 2000. Efecto del uso de harina de desechos de tilapia en dietas de pollos de engorde. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 15p.

PONTES, M.; CASTELLO, J. 1995. Alimentación de las Aves. Barcelona España, Real Escuela de Avicultura. 506 p.

POTTER N.; HOTCHKISS J. 1997. Food Science. Poultry nutritive value. Fifth Edition. New York EEUU, Chapman & Hall. 607 p.

REVILLA, A. 1977. Alimentos para uso animal. Harina de pescado. Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 211 p.

ROJAS, S.W.; ARANA, C.M. 1981. Metabolizable energy values of anchovy fish meal and oil for chicks. Poultry Sci. 60: 2274 – 2277.

SAS Institute, 1993. SAS® User's Guide Statistics. Version 6.12 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.

WALDROUP, P. W.; VAN WALLEGHEM, P.; FRY, J.L.; CHICO, C.; HARMS, R.H. 1964. Fish Meal Studies. Effects of levels and sources on broiler growth rate and feed efficiency. Poultry Sci. 67: 1012 – 1016

WITTIG DE PENNA, E. 2000. Evaluación Sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Santiago de Chile- Chile, Dechile. 134 p.

WU, Y.C.; KELLEMS, R.O; HOLMES, Z.A.; NAKAUE, H.S. 1984. Fish meal The effect of feeding four fish hydrolyzate meals on broiler performance and carcass sensory characteristics. Poultry Sci. 63: 2414 – 2418.

Anexo 2. Ficha utilizada para la evaluación afectiva.

FICHA DE CONTROL

Fecha:

Hora:

Instrucciones:

Entre muestra favor tomar agua (proporcionada en el vaso adjunto).

Descanse un momento (1 minuto aproximadamente).

Deguste las siguientes muestras siguiendo los pasos antes mencionados

Anote la preferencia de las siguientes muestras en cuanto al olor, sabor, color, calificándolos de acuerdo a la siguiente escala:

	Código 0489							Código 0465							Código 0457						
	Muestra 1							Muestra 2							Muestra 3						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Olor																					
Sabor																					

- 1: Me disgusta muchísimo
- 2: Me disgusta moderadamente
- 3: Me disgusta poco
- 4: No me gusta ni me disgusta
- 5: Me gusta poco
- 6: Me gusta moderadamente
- 7: Me gusta muchísimo

Comentarios Adicionales para las muestras:

Muestra 1:

Muestra 2:

Muestra 3:

Anexo 3. Dietas calculadas en base a datos del NRC

a.- Inicio

NUTRIENTE	REST	REQUER	UNIDAD
Materia Seca	Min	90.00	%
Proteína	Min	23.00	%
E M Aves	Min	3100	Kcal/kg
Ca	Min	0.90	100%
P disponible	Min	0.45	%
Lisina	Min	1.20	%
Met+Cist	Min	0.86	%
Total		100	%

b.- Crecimiento

NUTRIENTE	REST	REQUER	UNIDAD
Materia Seca	Min	90.00	%
Proteína	Min	19.00	%
E M Aves	Min	3250	Kcal/kg
Ca	Min	0.85	100%
P disponible	Min	0.42	%
Lisina	Min	1.05	%
Met+Cist	Min	0.78	%
Total		100	%

c.- Engorde

NUTRIENTE	REST	REQUER	UNIDAD
Materia Seca	Min	90.00	%
Proteína	Min	18.00	%
E M Aves	Min	3300	Kcal/kg
Ca	Min	0.80	100%
P disponible	Min	0.40	%
Lisina	Min	0.98	%
Met+Cist	Min	0.72	%
Total		100	%

Anexo 4. Análisis estadísticos sensoriales

4.1 Olor

Análisis de Varianza					
Causas de Variación	G de L	Suma de Cuadrados	Varianza	Fcalc	Ftab 5%
Jueces	20	59.65	2.98	1.849	1.84
Muestras	2	6.22	3.11	1.93	3.23
Error	40	64.44	1.611		
Total	62	130.31			

4.2 Sabor

Análisis de Varianza					
Causas de Variación	G de L	Suma de Cuadrados	Varianza	Fcalc	Ftab 5%
Jueces	20	48.88	2.44	2.07	1.84
Muestras	2	0.58	0.29	0.25	3.23
Error	40	46.16	1.15		
Total	62	95.51			

Anexo 5. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso corporal y consumo de alimento en la sexta semana.

Fuente	G.L.	Peso Corporal	Consumo de Alimento
Tratamientos	4	105729.46 (0.0018)	266508.35 (0.0352)
Bloque	2	40528.16 (0.0457)	6922.56 (0.8928)
Error	8	8710.01	60198.35
C.V.		4.5	7.1
R ²		0.88	0.69

Anexo 6. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para conversión alimenticia y mortalidad en la sexta semana.

Fuente	G.L.	Conversión Alimenticia	Mortalidad
Tratamientos	4	0.0102 (0.89)	0.00734 (0.0228)
Bloque	2	0.0244 (0.55)	0.00755 (0.033)
Error	8	0.038	0.0014
C.V.		11.6	23.12
R ²		0.22	0.79

Anexo 7. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso en canal y rendimiento en canal en la sexta semana.

Fuente	G.L.	Peso en Canal	Rendimiento en Canal
Tratamientos	4	73115.804 (0.0081)	0.001109 (0.002)
Bloque	2	9077.45 (0.4316)	0.00002 (0.7904)
Error	8	9709.014	0.000094
C.V.		5.82	1.02
R ²		0.79	0.86