

**EVALUACIÓN DEL ENSILAJE DE VÍSCERAS DE TILAPIA ROJA
(*Oreochromis spp*) COMO ALTERNATIVA DE ALIMENTACIÓN EN POLLOS
DE ENGORDE**



**GILMA MILADY GÓMEZ NAVIA
MÓNICA ALEXANDRA ORTIZ YELA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2011**

**EVALUACIÓN DEL ENSILAJE DE VÍSCERAS DE TILAPIA ROJA
(*Oreochromis spp*) COMO ALTERNATIVA DE ALIMENTACIÓN EN POLLOS
DE ENGORDE**

**GILMA MILADY GÓMEZ NAVIA
MÓNICA ALEXANDRA ORTIZ YELA**

**Trabajo de grado en la modalidad de Investigación para optar al título de
Ingenieras Agropecuarias**

**Director
M Sc. FREDY JAVIER LÓPEZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2011**

NOTA DE ACEPTACIÓN

EL director y los Jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por sus autoras y lo encuentran satisfactorio.

M, Sc. FREDY JAVIER LÓPEZ
Director

JULIANA CARVAJAL
Presidente del jurado

JOSE LUIS HOYOS
Jurado

Popayán. 21 de febrero de 2011.

DEDICATORIA

Nuestra tesis la dedicamos con todo cariño a Dios por brindarnos la oportunidad de vivir y por regalarnos unas familias maravillosas. Con mucho amor y respeto a nuestros padres quienes nos dieron la vida y además nos inculcaron la importancia de la educación para poder llegar a ser excelentes personas como también excelentes profesionales.

GILMA MILADY GÓMEZ NAVIA

Aparte de mis padres, dedico este éxito en mi vida a mi hermano quien me enseñó a valorar cada instante en mi vida, y me apoyó de manera incondicional, para que este triunfo, se hiciera realidad.

MONICA ALEXANDRA ORTIZ YELA

Este logro lo quiero dedicar especialmente a mis padres quienes me han regalado la posibilidad de ser mejor persona y me han acompañado durante este largo camino y a todas aquellas personas que de una u otra forma han estado allí apoyándome y dándome fuerzas para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a Dios por ser nuestro mejor amigo y guiarnos en el camino para poder alcanzar una meta más en nuestras vidas.

A nuestros padres quienes nos infundieron la ética y la responsabilidad que se necesita para ser mejores personas cada día, por brindarnos las fuerzas necesarias en los momentos en que más lo necesitamos, bendecirnos con la posibilidad de caminar a su lado durante toda nuestra vida y por el continuo acompañamiento durante la carrera.

A nuestras familias especialmente, nuestros hermanos (Natalia, Briyid, Michel y John Deyber) por creer y depositar la confianza en cada una de nosotras para poder culminar una etapa más.

A nuestro amigo Crispulo Perea Román por compartir sus conocimientos y brindarnos su apoyo incondicional durante el desarrollo de la investigación, e inspirar en nosotras mucha admiración.

A nuestras amigas: Yuli Anacona, Jeny Garcés, Johanna vivas y Fernanda Flor Campo por su amistad y por compartir tantas experiencias a lo largo de la carrera.

A nuestros profesores especialmente a Freddy López, José Luis Hoyos y Felipe Terán, que participaron en nuestro desarrollo profesional durante la carrera, sin su ayuda y conocimientos no estaríamos cumpliendo esta meta.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. OBJETIVOS	16
1.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2. MARCO TEÓRICO	17
2.1 PRODUCCIÓN DEL POLLO DE ENGORDE A NIVEL NACIONAL	17
2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL POLLO DE ENGORDE LÍNEA COBB 500	17
2.3 MANEJO	18
2.3.1 Calidad del pollo	18
2.3.2 Diseño del galpón	18
2.3.3 Densidad del lote	18
2.3.4 Control de ventilación	18
2.4 EQUIPOS	18
2.4.1 Bebederos	19
2.4.2 Comederos	19
2.5 MANEJO DE LA CAMA	19
2.6 ALIMENTACIÓN	20
2.6.1 Requerimientos nutricionales del pollo de engorde línea Cobb 500	20

	pág.
2.7 ENSILAJE DE VÍSCERAS DE PESCADO	20
2.7.1 Antecedentes de uso de ensilaje de pescado en la alimentación de aves	22
2.7.1.1 Utilización de ensilaje de víscera de pescado en la alimentación de pollos de engorde y su efecto sobre la deposición de ácidos grasos omega 3 en la canal	23
2.7.1.2 Desarrollo de ensilado biológico de pescado y su evaluación en pollos de engorde	23
2.7.1.3 Evaluación microbiológica de la factibilidad de inclusión del ensilado de pescado elaborado en dietas para aves	24
2.7.1.4 Evaluación del ensilado de pescado elaborado por vía microbiológica como suplemento proteínico en dietas para pollos de engorde	24
2.7.1.5 Utilización del Ensilado de Residuos de Pescado en Pollos	25
3. METODOLOGÍA	26
3.1 LOCALIZACIÓN	26
3.2 MATERIAL BIOLÓGICO	26
3.3 INSTALACIONES Y EQUIPOS	26
3.4 PLAN DE MANEJO	26
3.4.1 Preparación del galpón para el recibimiento del pollito	26
3.4.2 Recibimiento pollito de un día	28
3.5 PREPARACIÓN DEL ENSILAJE BIOLÓGICO	28
3.6 PREPARACIÓN DE LAS DIETAS	29
3.7 ALIMENTACIÓN	30

	pág.
3.8 PLAN DE VACUNACIÓN	31
3.9 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS	31
3.10 DISEÑO EXPERIMENTAL	31
3.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	33
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1 CONSUMO DE ALIMENTO	34
4.1.1 Consumo de alimento para la etapa de iniciación	34
4.1.2 Consumo de alimento para la etapa de finalización	36
4.1.3 Consumo de alimento para toda la etapa productiva	37
4.2 GANANCIA DE PESO	38
4.2.1 Ganancia de peso para la etapa de iniciación	38
4.2.2 Ganancia de peso para la etapa de finalización	40
4.2.2 Ganancia de peso para toda la etapa productiva	41
4.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA	42
4.3.1 Conversión alimenticia para la etapa de iniciación	42
4.3.2 Conversión alimenticia para la etapa de finalización	43
4.3.3 Conversión alimenticia para toda la etapa productiva	44
4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO	45
4.4.1 Análisis económico para la etapa de iniciación	45
4.4. 2 Análisis económico para la etapa de finalización	47
	Pág.

4.4. 3 Análisis económico para toda la etapa productiva	48
6. CONCLUSIONES	50
7. RECOMENDACIONES	51
8. BIBLIOGRAFÍA	52
8. ANEXOS	56

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Requerimientos nutricionales del pollo de engorde línea Cobb 500.	20
Cuadro 2. Análisis proximal de ensilaje de vísceras de Tilapia roja obtenidos de la actividad piscícola en La Salvajina, en base seca (g/100g)	22
Cuadro 3. Composición nutricional del concentrado Itacol de pollos de engorde.	22
Cuadro 4. Porcentaje de humedad final de cada una de las dietas	30
Cuadro 5. Composición nutricional de las dietas evaluadas en la etapa de iniciación.	34
Cuadro 6. Costo por kilogramo de ensilaje de víscera de tilapia y concentrado comercial.	46
Cuadro 7. Costo por kilogramo y por bulto de cada una de las dietas evaluadas.	46
Cuadro 8. Costo de alimentación con relación a la conversión alimenticia para la etapa de iniciación.	47
Cuadro 9. Costo por kilogramo y por bulto del concentrado comercial para la etapa de finalización.	47
Cuadro 10. Costo del kilogramo de las dietas y la alimentación por pollo para toda la etapa productiva.	48
Cuadro 11. Costo de alimentación con relación a la conversión alimenticia para toda la etapa productiva.	49

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Preparación del galpón para el recibimiento del pollito galpón	27
Figura 2. Recibimiento del pollito de un día	27
Figura 3. Proceso de elaboración del ensilaje de víscera de tilapia	29
Figura 4. Preparación de cada una de las dietas	30
Figura 5. Distribución espacial de los tratamientos y repeticiones en el galpón	32
Figura 6. Consumo promedio de alimento para la etapa de iniciación	35
Figura 7. Consumo promedio de alimento para la etapa de finalización	36
Figura 8. Consumo total de alimento para toda la etapa productiva	37
Figura 9. Ganancia total de peso en la etapa de iniciación	39
Figura 10. Ganancia total de peso en la etapa de finalización	40
Figura 11. Ganancia total de peso en toda la etapa productiva	41
Figura 12. Conversión alimenticia en la etapa de inicio	42
Figura 13. Conversión alimenticia en la etapa de finalización	44
Figura 14. Conversión alimenticia en toda la etapa productiva	45

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Balance dieta T0 (testigo), cero inclusión de ensilaje de vísceras de pescado. Etapa iniciación	56
Anexo B. Balance dieta T1 10% de inclusión de ensilaje de vísceras de pescado. Etapa iniciación	57
Anexo C. Balance dieta T2 20% de inclusión de ensilaje de vísceras de pescado. Etapa iniciación	58
Anexo D. Balance dieta T3 30% de inclusión de ensilaje de vísceras de pescado. Etapa iniciación	59
Anexo E. Anava de consumo de alimento para la etapa de iniciación	60
Anexo F. Anava de consumo de alimento para la etapa de finalización	61
Anexo G. Anava de consumo de alimento para toda la etapa productiva	62
Anexo H. Anava de Ganancia de peso para la etapa de iniciación	63
Anexo I. Anava de Ganancia de peso para la etapa de finalización	64
Anexo J. Anava de Ganancia de peso para toda la etapa productiva	65
Anexo K. Anava de conversión alimenticia para la etapa de iniciación	66
Anexo L. Anava de conversión alimenticia para la etapa de finalización	67
Anexo M. Anava de conversión alimenticia para toda la etapa productiva	68
Anexo N. Valor del kg de ensilaje biológico de vísceras de Tilapia roja	69

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la inclusión de ensilaje biológico de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis* spp) durante la etapa de iniciación en la alimentación de pollos de engorde, bajo un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y cuatro réplicas por tratamiento. Los niveles de inclusión empleados fueron 0%, 10%, 20% y 30%, respectivamente. Este proceso de investigación se realizó con el fin de medir parámetros zootécnicos como: Consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia. Además, determinar si la alimentación con ensilaje biológico de vísceras de tilapia para la etapa de iniciación presenta algún efecto sobre los parámetros zootécnicos en la etapa de acabado del animal, y Adicionalmente a ello, efectuar un análisis económico.

A los datos obtenidos durante la etapa de iniciación se les aplicó un análisis de varianza; en él no se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) para las variables de ganancia de peso y conversión alimenticia; para consumo de alimento se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$), lo cual mediante la prueba de promedios Duncan ($p < 0,05$) se obtuvo que los tratamientos T0, T2 y T3 forman parte de un grupo a, ya que presentaron un comportamiento similar, por tanto, el tratamiento T1 presentó un consumo diferente con respecto a los demás, denominándose así como grupo b. Para la etapa de finalización donde la alimentación se basó en la utilización de concentrado comercial, no se presentaron diferencias significativas de las variables ya mencionadas; por otro lado la incidencia de la inclusión de ensilaje biológico de víscera de tilapia en la dieta del pollo durante la etapa de inicio no influyó negativamente en la etapa de acabado de los animales.

Por otro lado se obtuvo, que al introducir dietas con inclusiones de 10% a 30% de ensilaje biológico de vísceras de tilapia roja en alimentación de pollos de engorde durante la etapa de iniciación, se logra una disminución en los costos de alimentación de 7,4% a 22,24%.

INTRODUCCIÓN

La avicultura industrial es reconocida en todo el mundo como una cadena productiva eficiente de proteína animal de alta calidad y bajo costo. Estos diferenciales han convertido la carne de pollo en un alimento completo, sano y accesible para millones de personas en todo el mundo. Por su importancia económica y amplitud operativa y social, la eficiencia de la avicultura ya no puede atenerse al aspecto productivo solamente, sino que debe ser extendida a esferas en las cuales actúa de manera ambiental, social y empresarial, asegurando una integración más respetuosa y armónica con su entorno, y de esta manera, ampliando la sostenibilidad del negocio¹.

Este extraordinario progreso solo fue posible debido a la evolución genética de líneas modernas asociadas a nuevas técnicas de manejo, control de enfermedades, ambiente, automatización de equipamientos y los avances en la nutrición y alimentación².

En el plano nacional, el subsector avícola aporta un porcentaje significativo al Producto Interno Bruto (PIB) nacional con cerca del 11%, constituyéndose en generador de empleo directo e indirecto, además de actuar en cadena con otros renglones de la producción, pues en él se conjugan tanto la parte agrícola, como la producción industrial³.

Uno de los factores más importantes en la avicultura es la alimentación, pues representa entre el 60 - 70% de los costos de producción. Un problema particular en ella es la provisión de proteínas, debido a la limitada disponibilidad de insumos proteicos y su relativo alto valor económico. Por este motivo, es necesario buscar alternativas de alimentación que permitan disminuir costos, logrando mayor eficiencia y sostenibilidad en el tiempo⁴.

Es por ello que desde hace algunos años se vienen realizando alrededor de todo el mundo, estudios en torno al aprovechamiento de residuos de pescado como fuente de proteína para uso en raciones de animales.

¹NUNES, Fabio. La sostenibilidad de la industria Avícola. La Habana, Cuba. Octubre de 2009. Disponible en: www.alltechfeigames.com.

²RENTERIA MAGLIONI, Oscar. MANUAL PRÁCTICO DEL POLLO DE ENGORDE. Valle del Cauca, Colombia. 2007.

³DÍAZ, Jorge Mario. Nota de Análisis Sectorial Agricultura y Desarrollo Rural realizado en Colombia. FAO – CAF. Colombia. 2006. Disponible <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak167s/ak167s00.pdf>.

⁴BERENZ, Zisca. UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE PESCADO EN POLLOS. Instituto tecnológico pesquero del Perú, Callao Perú. 1994.

En América Latina, son varios los países que tienen investigaciones sobre recursos pesqueros cuyos desperdicios son poco aprovechados para la elaboración de ensilado, productos que facilitan la alimentación de peces, aves, cerdos entre otros, pues pasan a ser fuente calórica/proteica, de bajo costo, viable y además, indispensable para su desarrollo, crecimiento y reproducción⁵.

La elaboración de ensilados biológicos utilizando residuos de pescado, exige una inversión baja y puede ser obtenida de manera artesanal por pescadores. La mayor importancia de la producción de ensilados está en la formulación de raciones de bajo costo y alto valor nutricional. El ensilado de pescado puede ser utilizado como alimento para pollos, aportándoles proteína de alta calidad y digestibilidad⁶.

De acuerdo con lo anterior; el ensilaje biológico de pescado brindaría a la avicultura luces en lo relacionado a la viabilidad de aplicar un derivado de la pesca comercial, como oferta nutricional de baja inversión⁷.

Por tal motivo, este estudio se encaminó al aprovechamiento de las vísceras de tilapia (*Oreochromis spp*) como una alternativa para la alimentación en pollos de engorde (Cobb 500), siendo esta una opción viable puesto que es un producto de fácil elaboración, con un buen perfil de aminoácidos y de bajo costo, que permite aprovechar los residuos generados por la actividad piscícola en la región, además contribuye en la reducción del impacto ambiental de la zona y genera una mayor eficiencia económica en la producción avícola, logrando mayor rentabilidad.

⁵XIMENES, carneiro, A.R. Técnica del ensilado biológico de residuo de pescado para ración animal. 1991. Disponible en: <http://www.zoetecnocampo.com/foro/forum4/HTML/000094.html>.

⁶LUPÍN, 1983; BERTULLO, 1992; en PADILLA, 1995. Programa nacional de transferencia de tecnología Pronnata. Instituto amazónico de investigaciones científicas. SINCHI. Proyecto cuantificación y aprovechamiento de los subproductos pesqueros en el trapecio amazónico colombiano. Leticia Amazonas. Mayo 2004. Disponible en: http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006112712137_Subproductos%20pequenos%20en%20el%20trapecio%20amazonico.pdf

⁷.Ibid.,p.9.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar nutricionalmente la utilización de ensilaje de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis spp*) como alternativa de alimentación en pollos de engorde.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Medir parámetros zootécnicos (consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia), en pollos de engorde, alimentados con niveles de inclusión de 10, 20 y 30% de ensilaje de víscera de pescado.

Determinar la relación costo-beneficio de las dietas evaluadas.

Diseñar una alternativa de alimentación no convencional para pollos de engorde, a partir de la inclusión del ensilaje biológico de vísceras de tilapia (*Oreochromis spp*).

2. MARCO TEÓRICO

2.1 LA PRODUCCIÓN DEL POLLO DE ENGORDE A NIVEL NACIONAL

En Colombia hay 2.996 granjas avícolas de tipo comercial, 1.870 de las cuales están dedicadas al engorde de pollo, 961 a la producción de huevo de mesa, y 165 a reproductoras; dichos establecimientos cuentan con 9.441, 17.410 y 3.806 galpones, respectivamente. Las anteriores son algunas de las revelaciones centrales del primer Censo Nacional de Avicultura Industrial que se llevó a cabo en junio del 2002, cuyos resultados parciales fueron dados a conocer en noviembre pasado en el XI Congreso Avícola Nacional. La avicultura representa un reglón importante en el sector agropecuario, ha mantenido en los últimos años un crecimiento promedio de 7%, que no es superado por otros subsectores de la economía agropecuaria nacional; según reportes del 2009, La carne de pollo es la más consumida en el país con un consumo per cápita de 22,7 Kg, mientras el huevo es de 217 unidades por habitante/año. Lo anterior se presenta básicamente por los precios al consumidor mostrando la competitividad del sector frente a otras carnes⁸. La participación regional en la producción de pollo la lidera la zona central del país Cundinamarca, Tolima y Huila con 35% del total, seguida del Valle con 19%, Santander 18%, Antioquia con 11%, costa atlántica 10%, eje cafetero 3% y zona oriental 1%. La producción de pollo se dirige especialmente a Bogotá, Medellín, Cali y ciudades de la costa atlántica⁹.

2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL POLLO DE ENGORDE LÍNEA COBB 500

Es una de las razas de pollo de engorde más antiguas de mundo, fue creada por la compañía Cobb Vantress al comienzo de 1.916 en Massachusetts, Estados Unidos. Esta raza entra al país iniciando el año 2.000, y es la empresa de mayor expansión en los últimos cinco años en el mundo. Al evaluar las curvas de crecimiento corporal en esta estirpe, se muestra un incremento a partir del día 20 de edad. Los pollos alimentados a restricción y a voluntad muestran altos consumos en comparación con los pollos de la estirpe Ross¹⁰; además, se adaptan mejor en condiciones menores a 1.800 metros sobre el nivel del mar¹¹.

⁸ FONAV Fondo Nacional Avícola 2009. Disponible en: http://www.minagricultura.gov.co/02componentes/06com_01b_cadenas.aspx

⁹ Avicultura. Sistema de información sectorial. SIS. Disponible en: <http://www.finagro.com.co/html/cache/gallery/GC-8/G-11/avicultura.pdf>.

¹⁰ Perfil Técnico, nutrición del pollo de engorde. Cobb. 1998

¹¹ Cobb Europe. Country United Kingdom Countries of Activity United Kingdom Breeding, trade, & reproduction technology

2.3 MANEJO

El manejo, además de cumplir con las necesidades básicas de las aves, enfatiza los factores críticos que pueden afectar el desempeño del lote, como también influir en un mejor aprovechamiento del material genético.

2.3.1 Calidad del pollo. Las plantas de incubación tienen un tremendo impacto en el éxito de una producción intensiva de pollos de engorde. Para los pollitos la transición desde la planta de incubación a la granja puede ser un proceso estresante, por lo tanto los esfuerzos para minimizar el estrés son fundamentales para mantener una buena calidad¹².

2.3.2 Diseño de galpón. El principal objetivo de un buen diseño es reducir al máximo las fluctuaciones térmicas que ocurren en un periodo de 24 horas, tomando especial cuidado durante las noches. Un buen control de temperatura promueve mejoras en la conversión de alimento y en la tasa de crecimiento de las aves¹³.

2.3.3 Densidad del lote. Se requiere una densidad correcta del lote que asegure suficiente espacio para el desarrollo de las aves, siendo ésta esencial para el éxito en la producción de pollos de engorde. Errores en la determinación de la densidad del lote traerá como consecuencias problemas de patas, rasguños de piel, hematomas y elevada mortalidad. Para evaluar la densidad del lote de una manera precisa deben considerarse varios factores como clima, tipo de galpón, peso de beneficio de las aves en adición a las regulaciones de bienestar animal de la región. Adicionalmente la calidad de la cama se verá comprometida¹⁴.

2.4 EQUIPOS

Dentro de un sistema productivo los equipos desempeñan un papel importante en el desarrollo de los animales, ya que brindan mayor confort y seguridad, al tiempo que contribuyen a facilitar el manejo.

¹²Ibíd., p.14.

¹³Guía de manejo del pollo de engorde. Cobb-vantress disponible en: <http://www.cobb-vantress.com/contactus/brochures/BroilerGuideSPAN.pdf>

¹⁴Ibíd., p.6.

2.4.1 Bebederos. Sistemas abiertos de bebederos presentan una ventaja de costo con respecto a los sistemas cerrados, pero se correlacionan con un mayor problema en calidad de cama, decomisos e higiene del agua. La pureza del agua es difícil de mantener con sistemas abiertos, debido a que las aves continuamente introducen residuos de alimento y virutas de la cama en los bebederos, resultando la necesidad de una limpieza frecuente. Esto se relaciona directamente con el uso de mano de obra y con un mayor desperdicio de agua.¹⁵

2.4.2 Comederos. Independiente del tipo de comedero que se utilice, el espacio para alimentación de las aves es absolutamente crítico. Si el espacio para alimentación es insuficiente, la tasa de crecimiento se reducirá y la uniformidad del lote se verá severamente comprometida. La distribución del alimento y la proximidad de los comederos a las aves son factores claves para lograr las tasas programadas de consumo de alimento. Todos los sistemas de comederos deben ser calibrados para permitir suficiente volumen de alimento con el mínimo de desperdicio¹⁶.

2.5 MANEJO DE LA CAMA

El correcto manejo de la cama es fundamental para la salud de las aves, rendimiento y calidad final de la canal, influyendo de esta forma en las ganancias de criadores e integrados. La cama debe ser absorbente, liviana, barata y no tóxica. Las características de la cama también deben permitir su uso en compostaje, fertilizante o combustible, una vez que ha sido utilizada por las aves¹⁷.

Las condiciones de la cama son un buen indicador del ajuste de presión de agua. Una cama excesivamente mojada debajo de los bebederos indica que la presión de agua es muy elevada, o que los bebederos están demasiado bajos. Si la cama debajo de los bebederos está demasiado seca, puede indicar que la presión de agua es demasiado baja.

¹⁵Ibid., p.6.

¹⁶Ibid., p.7.

¹⁷Ibid., p.9-10.

2.6 ALIMENTACIÓN

La proteína es uno de los componentes más costosos en la dieta de cualquier organismo vivo; el valor económico de este nutriente y los niveles de inclusión en la dieta, afectan directamente los costos del alimento y finalmente la producción en los sistemas. Con el objeto de reducir al máximo los costos e incrementar la eficiencia de los alimentos, es fundamental evaluar los requerimientos de cada especie y realizar estudios para tratar de encontrar substitutos proteicos más económicos¹⁸.

El consumo de agua debe ser aproximadamente 1,6 a 2,0 veces más que el consumo de alimento. Sin embargo, el consumo de agua varía dependiendo de la temperatura ambiental, calidad del alimento y sanidad del lote.¹⁹.

2.6.1 Requerimientos nutricionales del pollo de engorde línea Cobb 500. En el cuadro 1 se citan los requerimientos nutricionales de la línea Cobb 500 para la etapa de iniciación y finalización.

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales del pollo de engorde línea Cobb 500

PERIODO DE ALIMENTACIÓN	INICIO	FINALIZACIÓN
PROTEINA CRUDA %	21	18
ENERGIA METABOLIZABLE Kcal/Kg	2988	3176
LISINA %	1.20	1.05
METIONINA%	0.46	0.43
CALCIO %	1	0.90
FÓSFORO %	0.60	0.46
FIBRA %	4	4

Fuente: Cobb Vantress Brasil, Ltda.2002.

2.7 ENSILAJE DE RESIDUOS DE PESCADO

El incremento del costo de la proteína de origen animal y vegetal usadas en la formulación de dietas para animales, ha sido la principal motivación en la búsqueda de nuevas fuentes de proteína que puedan sustituir la usada harina de pescado, permitiendo un alimento balanceado de bajo costo; de esta manera el

¹⁸ CHO *et. al*, 1985.

¹⁹ Opcit., p.17.

ensilado de pescado puede ser una alternativa que se puede definir como un producto semi-líquido, obtenido a partir de la totalidad del pescado entero o partes del mismo. Este estado se alcanza por efecto de las enzimas proteolíticas contenidas en el mismo pescado. Estas enzimas presentan su mayor actividad cuando el pH se reduce a valores cercanos a 4, por efecto de la producción o la adición de ácidos; a este pH se impide la descomposición del producto. El ensilado es un producto estable a temperatura ambiente por mucho tiempo²⁰; además, contiene un elevado contenido de humedad y consecuentemente la proteína es menor, comparado con la harina de pescado. La humedad y los carbohidratos presentes en el ensilado generan un medio propicio para el desarrollo de las bacterias, confiriendo al producto cualidades benéficas en la digestión, mejorando la población natural microbiana de los animales y proporcionando estabilidad al producto²¹.

La idea del ensilado de pescado comienza en Suecia alrededor de 1.930 y continuó desarrollándose en Dinamarca en años posteriores; destinada principalmente a la formulación de dietas para engorde de animales de granja, éste cumple en el alimento la misma función que la harina de pescado, con la particularidad que es un líquido más o menos pastoso: si se lo compara con la harina de pescado, la producción de ensilados es relativamente simple y barata. Se requiere equipamiento de bajo costo que se puede adaptar de otras industrias (picadoras, mezcladoras, etc.) y bajos costos de mano de obra. Además se adapta muy bien a distintas escalas de producción particularmente a escala artesanal²².

Entre las ventajas que presenta el ensilado microbiano o biológico de pescado se encuentran: su sencilla manipulación, sin los peligros y riesgos que presentaba el ensilado químico; sus costos reducidos, porque no hay necesidad de importar el ácido orgánico; la posibilidad de adicionar diversas cepas de bacterias acidolácticas; el uso de la melaza es fácilmente obtenida en el país a un costo razonable; tiempo de proceso reducido; y, un producto, incluyendo sabor y olor, más atractivo, agradable y apetecible²³.

Se sabe que en muchos países donde no se procesa harina de pescado, se han obtenido buenos resultados cuando los ensilados han sido empleados como

²⁰ BELLO. Rafael A. Experiencias con ensilado de pescado en Venezuela, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos Universidad Central de Venezuela Caracas, Venezuela

²¹ ARECHE y BERENZ. Utilización del ensilaje de residuos de pescado en pollos. <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/aph134/cap2.htm>.

²² MANCA. Emilio Elaboración de ensilados de origen biológico. Posibilidades de desarrollo en la Argentina. Disponible en: [http://www.Adeformosa.org.ar/templates/media/Pdf/elaboración %20de%20 ensilados %20de %20 origen %20 biológico.pdf](http://www.Adeformosa.org.ar/templates/media/Pdf/elaboración%20de%20ensilados%20de%20origen%20biológico.pdf).

²³ OTTATI, M., GUTIÉRREZ, M. y BELLO, R. Estudio sobre la elaboración de ensilado microbiano a partir de pescado proveniente de especies subutilizadas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 1990.

sustituto, sin embargo para aplicarlo en alimentación animal es necesario probarlo biológicamente, debido a que la calidad e inocuidad del ensilado depende del tipo de materia prima, proceso (químico, biológico u otras), condiciones de almacenamiento, etc. En cuanto a la inocuidad del ensilado de vísceras de pescado, se llevó a cabo un ensayo donde se evaluó la producción del "vómito negro" en pollos, que es una intoxicación al consumir harina de pescado elaborada en condiciones inadecuadas, manifestándose ulceraciones en las mollejas que pueden producir incluso la muerte de las aves. Se comprobó que el ensilado es completamente inocuo a la producción de vómito negro²⁴.

A continuación en los cuadros 2 y 3, se ilustra la composición nutricional del ensilaje de vísceras de pescado y del concentrado comercial Itacol para pollo de engorde, para realizar los respectivos balances de acuerdo a cada una de las dietas experimentales a suministrar.

Cuadro 2. Análisis proximal de ensilaje de vísceras de Tilapia roja obtenidos de la actividad piscícola en La Salvajina, en base seca (g/100g)

MUESTRA	PC %	FC %	Ca %	P %	Lis %	Met %	E.Met Mcal/Kg
ENSILAJE DE VÍSCERAS DE TILAPIA ROJA	13,14	N.P	2,3	2,03	2,6	1,7	4,6

Fuente: HOYOS, 2009.²⁵

Cuadro 3. Composición nutricional del concentrado Itacol de pollos de engorde

ETAPA	PROT	GRASA	FIBRA	Ca	P	LIS	MET	E.MET
	%	%	%	%	%	%	%	Mcal/Kg
INICIACIÓN	21	2,5	3,39	0,89	0,4	1,18	0,38	2,99
FINALIZACIÓN	19	2,5	3,45	0,86	0,33	1,04	0,35	3,06

Fuente: ITALCOL, 2009.

2.7.1 Antecedentes de uso de ensilaje de pescado en la alimentación de aves. La víscera de pescado se ha evaluado como fuente de proteína y energía en dietas para animales, entre ellos, pollos de engorde²⁶. En años recientes ha

²⁴Opcit., p.20.

²⁵HOYOS CONCHA, José Luis. Valoración técnica económica de los subproductos obtenidos del proceso de transformación de la tilapia roja (*Oreochromis spp*) en la represa "La Salvajina", mediante el proceso de ensilaje, incluyéndolos en un programa de aprovechamiento de residuos sólidos para la disminución de los costos de producción. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2009

²⁶RODRÍGUEZ, *et al* 1990 Disponible en: <http://www.fao.org/ag/Aga/agap/frg/APH134/cap1.htm>

despertado considerable interés la preparación de ensilados biológicos para la alimentación animal²⁷

En el Instituto Tecnológico Pesquero (ITP) del Perú, se desarrolló el proceso del ensilado biológico con residuos de pescado, utilizando bacterias del yogurt (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophyllus*) y melaza como sustrato fermentable²⁸. A continuación se describen algunos ensayos realizados en este aspecto.

2.7.1.1 Utilización de ensilaje de víscera de pescado en la alimentación de pollos de engorde y su efecto sobre la deposición de ácidos grasos omega 3 en la canal. En una primera fase se comparó el perfil de ácidos grasos, las fracciones del análisis proximal y la presencia de microorganismos patógenos del ensilaje de víscera de trucha (EVTCH) con respecto al ensilaje de víscera de tilapia (EVTL). El EVTCH presentó la mayor deposición de ácidos grasos EPA (eicosapentaenoico) y DHA (docosahexaenoico) ($p < 0.001$) con un 14,2 % para la serie n-3 ($p < 0.05$). Igualmente, el contenido de proteína, 20,4 % y de grasa, 53,5%, significativamente más altos ($p < 0.001$), con una mejor calidad microbiológica, lo cual permite considerar este recurso como un alimento inocuo para el consumo animal. En una segunda fase, se evaluó la inclusión de EVTCH en 0 (T1), 10% (T2), 20% (T3) y 30% (T4) en la dieta de pollos de engorde en etapa de finalización. El mejor peso al sacrificio lo presentaron los grupos T3 y T4 ($p < 0.05$). Se encontró una deposición de EPA más DHA en pechuga de 6,6 %, 7,2% y 9,7 % para T2, T3 y T4, respectivamente, el grupo T1 no los depositó. Este perfil se logró a expensas de la reducción del nivel de ácidos grasos n-6 con 23,9% para T1 hasta 16,2% para T4 ($p < 0.01$). Se comprobó una dinámica diferente en la deposición de ácidos grasos en pechuga, muslo e hígado. Se demuestra con estos resultados la viabilidad técnica y económica de la utilización de EVTCH en la dieta de pollos de engorde, igualmente su valoración como fuente potencial de los ácidos grasos EPA y DHA²⁹.

2.7.1.2 Desarrollo de ensilado biológico de pescado y su evaluación en pollos de engorde. Desde hace varios años se han desarrollado técnicas en el proceso de obtención de ensilado de pescado, las cuales se han ido optimizando a través de experiencias en las que se modifican varios parámetros en su fabricación. Recientemente fueron incluidos en esta elaboración desechos de frutas (corteza de piña y lechosa), con los cuales se disminuyó notablemente el tiempo de licuefacción del pescado. Una vez optimizados los parámetros

²⁷TATTERSON y WINDSOR (1974), PIZARDI (1975), RAA y GILBERG (1982), LINDGREN y PLEJE (1983), COOKE y TWIDDY (1987), BERTULLO (1989), MARTÍNEZ, *et al* (1991) y RABIA, *et al* (1993).

²⁸Opcit., p.20.

²⁹BETANCOURT, L y DÍAZ, G. Tecnología de carne y leche. Universidad de la Salle. Universidad Nacional de Colombia- Bogotá., D.C. Publicado 2005 [Consultado Junio de 2010] Disponible en Internet en: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/203/200>.

involucrados en su fabricación, se elaboraron ensilados de pescado por vía biológica con animales de bajo valor comercial, y se realizó una evaluación biológica en pollos de 4 semanas de nacidos, a fin de evaluar dos niveles de inclusión del ensilado de pescado (5 y 20%) en dietas usadas normalmente en la alimentación de aves, observándose que el ensilado de pescado deshidratado puede incorporarse al 5 y 20% en dietas para pollos, sin que esto afecte negativamente la eficiencia alimenticia en estas aves; además, no se observaron lesiones en los órganos analizados (hígados, corazón y molleja). Las pruebas organolépticas indicaron que la carne proveniente de los pollos alimentados con las dietas experimentales eran aceptables, y no había diferencia entre ellas en cuanto a olor y sabor³⁰.

2.7.1.3 Evaluación microbiológica de la factibilidad de inclusión del ensilado de pescado elaborado en dietas para aves. Con el objeto de evaluar la posibilidad de uso del ensilado de pescado, se utilizó una relación entre pescado/melaza de 85,15, 1% de *L. plautarum* ATCC B012, 0,25% de ácido ascórbico, 15% de cortezas de piña y lechosa. Se almacenó a 35°C x 48 h y se deshidrató. Una vez obtenido el producto fue sometido a una caracterización físico-química. Posteriormente, siguiendo un diseño completamente aleatorizado, se evaluó este ensilado con 4 tratamientos, en los cuales fueron incluidos en diferentes porcentajes: 2,5%, 5% y 15%, más una dieta basal. Cada tratamiento poseía 5 gallinas y cada gallina representa una réplica, en total fueron 45 gallinas ponedoras del híbrido Sex-link y se llevó a cabo la prueba de productividad, midiéndose: variación de peso, consumo de alimento, índice de conversión, número de huevos, porcentaje de cáscara, altura de yema, altura de clara. Se concluyó que la inclusión de ensilado de pescado hasta 15% en dietas para alimentar gallinas ponedoras, no afecta los parámetros productivos importantes con la excepción del peso de la cáscara, que aumentó ligeramente en dietas con pescado. La evaluación sensorial no permitió establecer diferencias en el sabor, color y olor de los huevos, y el color las yemas adquiere una tonalidad más intensa a medida que se aumenta la entidad de ensilado de pescado en la dieta³¹.

2.7.1.4 Evaluación del ensilado de pescado elaborado por vía microbiológica como suplemento proteínico en dietas para pollos de engorde. En cuanto a los estudios realizados en pollos de engorde, se trabajó con 128 pollos del cruce Cobb x Cobb, de un día de nacidos, en un ensayo durante seis semanas. Hubo cuatro tratamientos (dietas con 2,5 y 5% de ensilado de pescado, harina de pescado 5% y control sin pescado), formándose cuatro grupos de ocho animales por tratamiento. Se evaluó el incremento de peso en cada pollo y el consumo de

³⁰FERNÁNDEZ, BELLO y V. de BASILIO. UCV Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. 1990. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/Aga/agap/frg/APH134/cap1.htm>.

³¹GUEVARA, *et al.* Experiencias con Ensilado Biológico de Pescado en Venezuela. UCV-Facultad de Agronomía. 1991. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/Aga/agap/frg/APH134/cap1.htm>.

alimentos, para obtener el índice de conversión. Los resultados obtenidos indicaron que no existen diferencias significativas entre los incrementos de peso desarrollados por las aves alimentadas con los diferentes tratamientos; sin embargo se observó que el mejor índice de conversión lo presentó la dieta con 5% de ensilado de pescado. Al concluir el ensayo se hizo la autopsia de los pollos para evaluar las vísceras, donde no se observaron lesiones en los órganos estudiados. Finalmente se realizó una prueba sensorial en la carne de los pollos alimentados con los dos niveles de los ensilados de pescado, y se compararon con pollos adquiridos en el comercio local. Los resultados de esta prueba no mostraron diferencias³².

2.7.1.5 Utilización del Ensilado de Residuos de Pescado en Pollos. En cuanto a la inocuidad del ensilado del ITP, se llevó a cabo un ensayo donde se evaluó la producción del "vómito negro" en pollos, ya mencionado, y se comprobó que el ensilado es completamente inocuo a él³³. Por otro lado, ensayos llevados a cabo en países como Venezuela en pruebas con pollos de carne, se utilizaron ensilados químicos en niveles de 6% de inclusión en las dietas, arrojando como resultado que no se ve afectada la conversión alimenticia³⁴; se conoce de otro ensayo en pollos en que utilizaron 5% de ensilado seco, obtenido con la bacteria *Lactobacillus plantarum* comparándola con harina de pescado, de donde se obtuvo que no hay diferencias significativas entre los incrementos de peso de los pollos alimentados con harina de pescado y ensilado, pero si hay diferencias con las conversiones alimenticias de las dietas, resultando menor en el tratamiento con ensilado³⁵.

³²Opcit., p.24.

³³Opcit., p.21.

³⁴Opcit., p24.

³⁵CÓRDOVA y BELLO, 1986 Experiencias con Ensilado Biológico de Pescado en Venezuela. UCV-Facultad de Agronomía. 1991. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/Aga/agap/frg/APH134/cap1.htm>.

3. METODOLOGÍA

3.1 LOCALIZACIÓN

El ensayo se realizó en el galpón ubicado en las instalaciones de la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca, Vereda Las Guacas municipio de Popayán, Cauca, situado a una altitud aproximada de 1.850 msnm y una temperatura promedio de 18°C.

3.2 MATERIAL BIOLÓGICO

Se utilizaron 128 pollos de engorde, hembras de la línea Cobb 500 de un día de edad, con un peso promedio de 41,20 g.

3.3 INSTALACIONES Y EQUIPOS

Se empleó un galpón de 5 metros de largo por 4 metros de ancho (20m²), el cual se adecuó 20 días antes de la evaluación; para ello se utilizaron 16m² en el diseño y 4m² para bodega, se adecuó el techo, paredes y cortinas. Las divisiones internas en el galpón para las réplicas, fueron realizadas con malla de alambre ojo de pollo y cartón, cada compartimiento presentaba una dimensión de 1 metro de largo x 1 metro de ancho y 70 cm de alto. Para cada replica se utilizó un comedero artesanal (realizado en guadua) y un bebedero plástico (capacidad 2 litros) tipo galón de manejo manual.

3.4 PLAN DE MANEJO

Para llevar a cabo el plan de manejo, se realizaron las siguientes actividades:

3.4.1 Preparación del galpón para el recibimiento del pollito. Para la preparación del galpón se llevó a cabo el siguiente protocolo:

Se efectuaron las reparaciones pertinentes en: la instalación, equipos y también a implementos utilizados en la evaluación.

Se realizó una desinfección con hipoclorito de sodio 50 ppm al techo, paredes, cortinas mallas y piso.

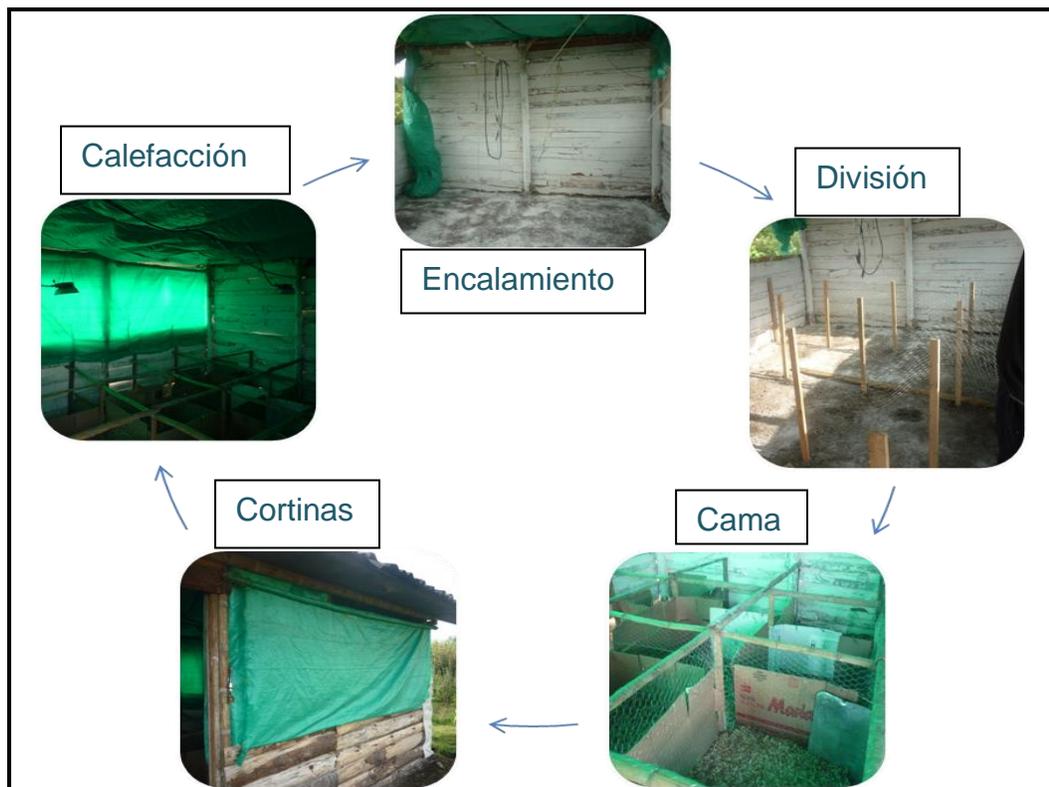
Posteriormente se efectuó una desinfección con yodo (200cm^3 en 20 litros de agua), para terminar con un flameado en pisos y paredes.

Las paredes y culatas en la parte interna y externa fueron pintadas con cal viva.

Se aplicó una capa de cal al piso para desinfectar. Además, se le incorporó una cama de viruta de un espesor de 10 cm aproximadamente, la cual fue desinfectada con yodo (120cm^3 por bomba de 20 litros), posteriormente se le agregó cal viva.

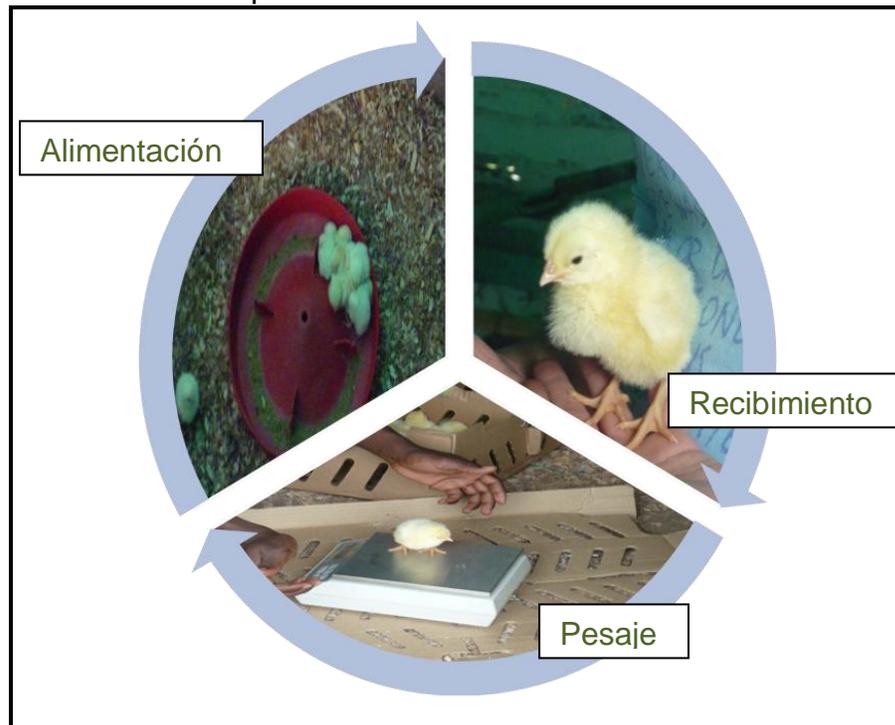
Por último se instalaron cortinas (5m de largo por 1.5m de ancho) internas y externas con el fin de regular la temperatura y ventilación. En la figura 1 se presenta el proceso de adecuación, desinfección y preparación del galpón para el recibimiento del pollito.

Figura 1. Preparación del galpón para el recibimiento del pollito



3.4.2 Recibimiento de la pollita de un día. El día del recibimiento se efectuó en la pollita, una revisión física observando la no presencia de secreciones, malformaciones, y se tomó el peso de cada ejemplar. Cada una de las pollitas a evaluar fue distribuida al azar en grupos de ocho en cada una de las réplicas; 8 horas antes de la llegada del pollito se prendieron las lámparas de calefacción con el fin de brindar al animal un lugar apropiado en cuanto a la temperatura, evitando así una hipotermia en el individuo. En la figura 2 se ilustra el procedimiento utilizado en el recibimiento.

Figura 2. Recibimiento del pollito de un día



3.5 PREPARACIÓN DEL ENSILAJE

La elaboración se llevó a cabo 30 días previos a la evaluación en el área de Cárnicos de la planta piloto de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca. Para ello, las vísceras fueron trituradas por un molino eléctrico industrial para carne marca JAVAR (referencia Adoos: 3873475), posteriormente fueron pesadas y mezcladas con los demás ingredientes para realizar el ensilaje (inoculo, melaza, extracto de cebolla, benzoato de sodio, entre otros). Finalmente fue rotulado, tapado y llevado al laboratorio de biotecnología, en donde se monitoreó el proceso hasta los 21 días.

A continuación en la figura 3 se presenta el proceso de ensilaje biológico de vísceras de tilapia que se llevó a cabo.

Figura 3. Proceso de elaboración del ensilaje de víscera de tilapia



3.6 PREPARACIÓN DE LAS DIETAS

En la preparación de las dietas se llevó a cabo el siguiente protocolo: se pesó en un beaker de 450Gr el concentrado comercial, luego se mezcló el ensilaje de acuerdo al porcentaje de inclusión de cada una de las dietas a evaluar, posteriormente se sometió a un proceso de secado donde la velocidad de secado dependió del porcentaje de humedad con la que contaba cada una de las dietas. Respecto a ello se puede resaltar que el tiempo de secado fue directamente proporcional al porcentaje de inclusión de ensilaje de vísceras de tilapia. En la figura 4 se ilustra el protocolo que se llevó a cabo durante la preparación de las diferentes dietas.

En los anexos A, B, C y D se citan los balances de la etapa de iniciación para cada una de las dietas a evaluadas.

Figura 4. Preparación de cada una de las dietas



Cuadro 4. Porcentaje de humedad final de cada una de las dietas

DIETA	INCLUSIÓN DE VÍSCERA DE TILAPIA ROJA (%)	HUMEDAD FINAL (%)
1	10	11.8
2	20	12.5
3	30	13

3.7 ALIMENTACIÓN

El ensayo se llevó a cabo en la etapa de iniciación donde se evaluaron 4 tipos de dietas alimenticias de las cuales 3 estuvieron compuestas por ensilaje de vísceras de Tilapia roja, con niveles de inclusión 10%, 20% y 30% respectivamente, mezclado con concentrado comercial para pollo de engorde; la dieta T0 (testigo) la conformó el concentrado comercial. Para la etapa de finalización se suministró concentrado comercial para todos los tratamientos. El suministro del alimento diario para cada individuo se realizó 3 veces por día en la mañana, medio día y por la tarde, con ello se lograba estimular el consumo en el animal.

El agua obtenida del acueducto, fué suministrada a la pollita de manera constante, ya que es vital para el desarrollo del animal; cabe resaltar que no se realizó ningún tipo de tratamiento, ya que no se han presentado problemas de infección con

trabajos de investigación anteriormente realizados. Los cambios de agua se realizaron todos los días en horas de la mañana, los bebederos se lavaban y se desinfectaban con agua, jabón antibacterial e hipoclorito, con el fin de evitar la acumulación de agentes patógenos y se pudiera provocar en el animal una infección bacteriana o viral.

3.8 PLAN DE VACUNACIÓN

Los animales se recibieron vacunados contra Marek; a los cuatro días del recibimiento se aplicó la vacuna del Gumboro; Se suministró una gota en el ojo, se realizó por vía ocular, con el fin de garantizar que todas las hembras quedaran vacunadas. Nueve días después se suministró por vía ocular la vacuna Bivalente (bronquitis +Newcastle) cepa B1. Con respecto a la vacunación, todas las hembras respondieron satisfactoriamente.

3.9 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS

Para obtener la ganancia de peso se llevó a cabo un pesaje semanal de todos los animales, una a una; éste se realizó en ayunas con balanza analítica de precisión de 1gr marca Kern & Sohngmbh, Germany, modelo 440 - 51N. De igual forma, teniendo en cuenta los registros de cada uno de los pesajes semanales, y las cantidades de concentrado consumidos según la etapa productiva del animal. La ganancia de peso, la conversión alimenticia y peso promedio; se determinaron mediante las siguientes fórmulas.

Ganancia de Peso = $\text{Peso Final} - \text{Peso Inicial} / \text{N}^{\circ} \text{ Días}$

Conversión Alimenticia= $\text{Total de alimento consumido por semana} / \text{ganancia de peso por semana}$.

Peso Promedio= $\text{Peso total lote en pie} / \text{N}^{\circ} \text{ de pollos del lote al final}$.

3.10 DISEÑO EXPERIMENTAL

El ensayo se evaluó mediante un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos de cuatro réplicas cada uno, y ocho animales por réplica. Se

utilizaron 16 lotes de 1m² cada uno; éstos fueron tomados como una repetición distribuida al azar. A continuación en la figura 5, se muestra la distribución espacial de los tratamientos y réplicas en el galpón, así como los respectivos espacios.

Figura 5. Distribución espacial de los tratamientos y repeticiones en el galpón



La designación de los tratamientos fue la siguiente:

T0= Testigo concentrado comercial 0% de inclusión de ensilaje biológico de vísceras de tilapia roja.

T1= 10% de inclusión de ensilaje biológico de vísceras de tilapia roja + 90% de concentrado comercial.

T2= 20% de inclusión de ensilaje biológico vísceras de tilapia roja. + 80% de concentrado comercial.

T3= 30% de inclusión de ensilaje biológico de vísceras de roja +70% de concentrado comercial.

3.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Cada una de las variables fué analizada mediante la aplicación de un análisis de varianza (ANAVA) al 5% de confiabilidad, a través de una prueba de promedios por el método de Duncan al 5% de confiabilidad, éste nos permitió conocer que tratamientos presentaban un comportamiento similar, y de esta forma ordenarlos por grupos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los balances de cada una de las dietas, durante la etapa de iniciación, se presenta a continuación la composición nutricional, de cada una de ellas.

Cuadro 5 Composición nutricional de las dietas evaluadas en la etapa de iniciación

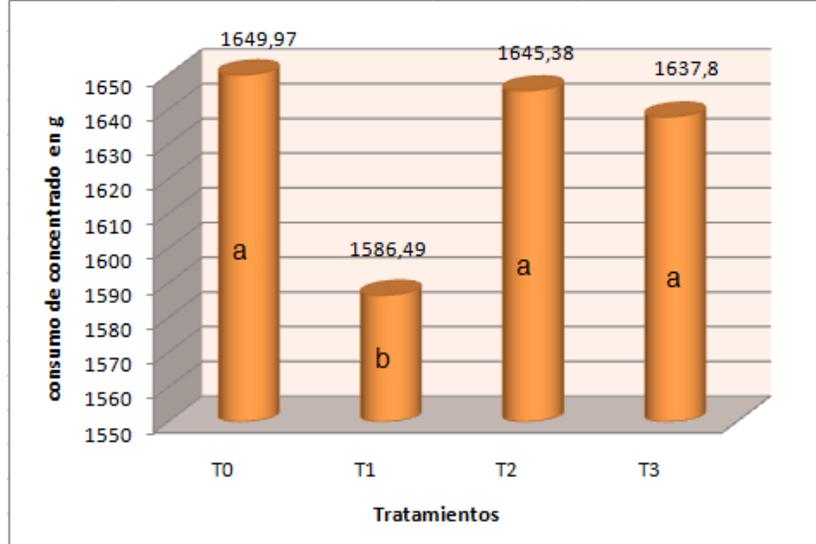
NUTRIENTE	T0	T1	T2	T3
PC (%)	21	20.2	19.5	18.7
EB (mcal/kg)	2.98	3.2	3.7	4.0
LISINA (%)	1.2	1.32	1.46	1.61
MET (%)	0.46	0.51	0.64	0.78
Ca (%)	1	1.03	1.17	1.31
P (%)	0.6	0.6	0.7	0.89
FC (%)	3.5	3.5	2.71	2.37

Como se puede observar en el cuadro 5, a medida que se aumenta la inclusión de víscera de tilapia, disminuye el porcentaje de Proteína Cruda (PC) caso contrario ocurre, que a medida que se aumenta la inclusión de ensilaje biológico de víscera de tilapia aumenta la Energía Metabolizable, esto se debe a que las vísceras de tilapia roja, presentan un alto contenido de ácidos grasos polinsaturados; además, Aminoácidos de fácil digestión y Minerales. Por lo cual al analizar los resultados no se va a centrar en el porcentaje de nutrientes de las dietas ya que estos aunque presentan diferencias entre ellas, suplen los requerimientos nutricionales de la especie.

4.1 CONSUMO

4.1.1 Consumo para la etapa de iniciación. Durante la etapa de iniciación se evaluó el consumo promedio de cada una de las dietas; para ello se tuvo en cuenta el rechazo de alimento presentado durante el proceso de la investigación. En la figura 6 se presenta el comportamiento obtenido con respecto al consumo de alimento durante esta etapa.

Figura 6. Consumo promedio de alimento para la etapa de iniciación



A través del análisis de varianza se detectó que los tratamientos evaluados presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) con relación a la variable consumo de alimento (ver anexo E); mediante una prueba de promedios ($\alpha = 0.05$), por el método de Duncan se observó que los tratamientos T0 con 1.649,47g, T2 con 1.645,38g y T3 con 1.637,8g presentaron un comportamiento relativamente homogéneo debido a ello hacen parte de un mismo grupo nombrado como a. En cuanto al tratamiento T1; se puede inferir que presentó un consumo diferente a los demás logrando con ello hacer parte de un grupo denominado b.

Debido a lo anteriormente expuesto, se puede deducir que el porcentaje de inclusión de ensilaje biológico de vísceras de tilapia no influyó negativamente sobre la palatabilidad del alimento, ya que el menor consumo se presentó en la dieta con menor porcentaje (10%) de inclusión. Además se han realizado estudios, en la cual se llevo a cabo una evaluación con pollos de engorde³⁶ para todo el ciclo productivo, las dietas empleadas fueron D1 (control) con harina de pescado como fuente proteica animal y D2 con ensilado de residuos de sardina. En cuanto al consumo para la etapa de iniciación no se observó en los pollos baja palatabilidad por ninguna de las dos dietas; sin embargo existieron diferencias altamente significativas ($p > 0.05$) en favor de la dieta D2 notándose un mayor consumo.

En otros estudios se evaluó la inclusión del ensilado de pescado elaborado en dietas para gallinas ponedoras, siguiendo un diseño completamente al azar; con 4

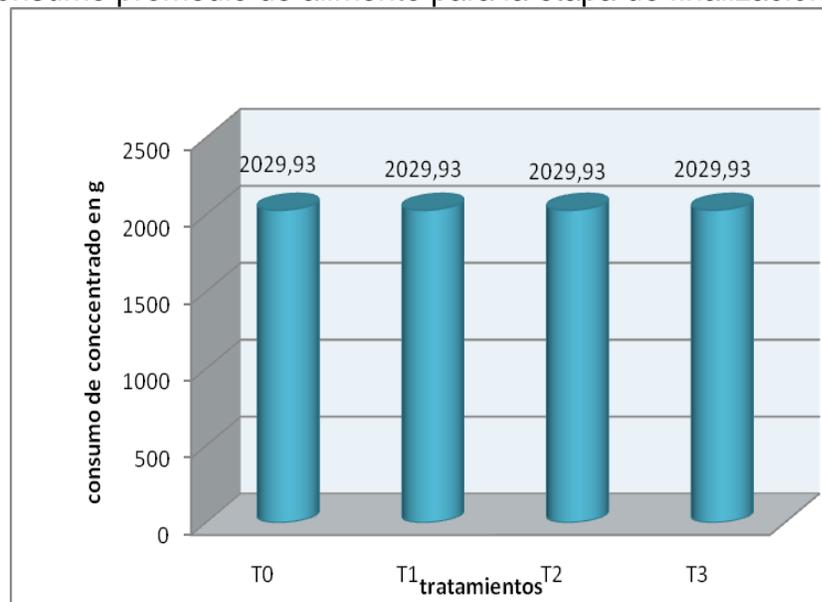
³⁶ Ziska Berenz, Instituto Tecnológico Pesquero del Perú, Callao.1990.

tratamientos en el cual se utilizaron inclusiones de 2,5%, 5% y 15% más una dieta basal, en el se encontró que para la variable consumo de alimento, no se obtuvieron diferencias significativas³⁷.

Los resultados obtenidos en el presente estudio corroboran lo citado por los anteriores autores, debido a que las dietas con inclusiones de ensilaje biológico de vísceras de pescado, no afectan el consumo de alimento por parte del animal como tampoco la palatabilidad del mismo.

4.1.2 Consumo para la etapa de finalización. En la quinta semana de la etapa productiva los animales fueron sometidos a un periodo de acostumbramiento (disminución gradual del porcentaje de inclusión del ensilaje biológico de vísceras de tilapia), hasta obtener una alimentación con base en concentrado comercial.

Figura 7. Consumo promedio de alimento para la etapa de finalización



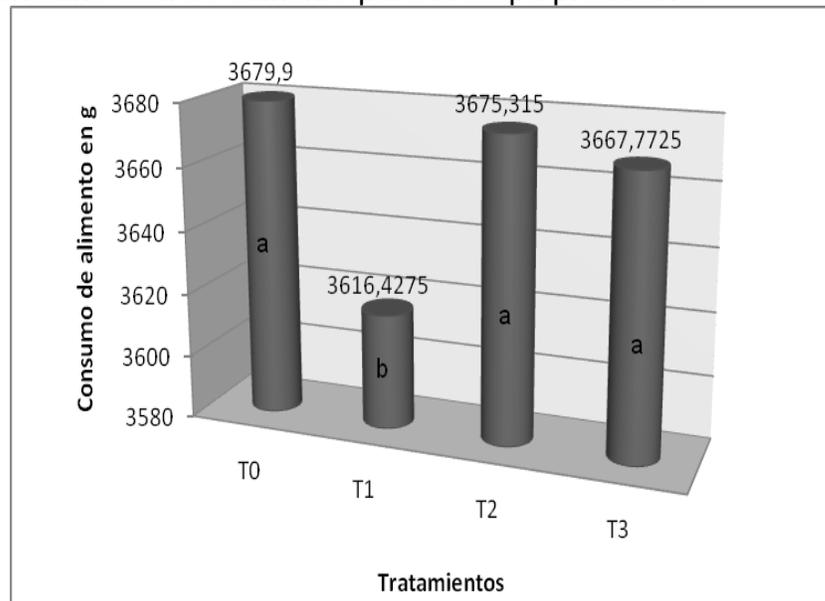
A través del análisis de varianza se detectó que los tratamientos evaluados no presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) con relación a la variable consumo de alimento (ver anexo F); respecto a la figura 7 se puede observar que todos los tratamientos presentaron igual comportamiento pese al periodo de acostumbramiento al cual los animales fueron sometidos, adicionalmente a ello se puede inferir que la alimentación basada en concentrado comercial no afectó la

³⁷ Opcit., p.24.

palatabilidad y por ende el consumo fue homogéneo en cada una de los tratamientos.

4.1.3 consumo para toda la etapa productiva. En la figura 8 se muestra el consumo total que obtuvieron cada uno de los tratamientos para toda la etapa productiva.

Figura 8. Consumo total de alimento para la etapa productiva



A través del análisis de varianza se detectó que los tratamientos evaluados para la variable consumo de alimento durante toda la etapa productiva presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) (ver anexo G); mediante una prueba de promedios ($\alpha = 0.05$), por el método de Duncan se observó que los tratamientos T0 con 1.649,47g, T2 con 1.645,38g y T3 con 1.637,8g presentaron un comportamiento relativamente homogéneo debido a ello hacen parte de un mismo grupo nombrado como a. En cuanto al tratamiento T1; se puede inferir que presentó un consumo diferente a los demás logrando con ello hacer parte de un grupo denominado b. Según los datos estadísticamente expuestos, los animales que menor consumo presentaron fueron los del tratamiento T1 con 10% de inclusión de vísceras de tilapia, esto nos permite inferir que el ensilaje no afecta negativamente sobre la palatabilidad de la dieta. Ya que dietas con porcentajes (20 y 30% inclusión), no estuvieron por debajo del dato arrojado por el T1.

Según estudios sumariados por Morris (1968); las aves buscan ajustar el consumo de ración para alcanzar un mínimo de consumo de energía de las dietas conteniendo diferentes niveles energéticos, ese ajuste no es preciso. Los datos concernientes a 34 experimentos, demostraron que las aves consumen además de lo necesario para atender su requerimiento energético cuando les son ofrecidas raciones con bajos niveles energéticos; lo anterior se puede confrontar con este estudio ya que al incluir ensilaje biológico de víscera de tilapia que cuenta con un alto nivel energético tiende a disminuir el consumo, según la Fig. 8 pese a tener un comportamiento relativamente homogéneo el tratamiento testigo, con los tratamientos T2, y T3 (20% y 30% de inclusión de ensilaje biológico de víscera de tilapia roja respectivamente), se puede observar que las dietas T2 y T3 presentan un menor consumo con relación al testigo.

4.2 GANANCIA DE PESO

4.2.1 Etapa iniciación. El incremento de peso en el transcurso de la etapa de iniciación presentó un crecimiento ascendente ya que está directamente relacionado con el desarrollo y consumo de las aves. Mediante el análisis de varianza se observó que los tratamientos evaluados no presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$), de acuerdo al porcentaje de inclusión de ensilaje biológico de vísceras de tilapia roja. (Ver anexo H).

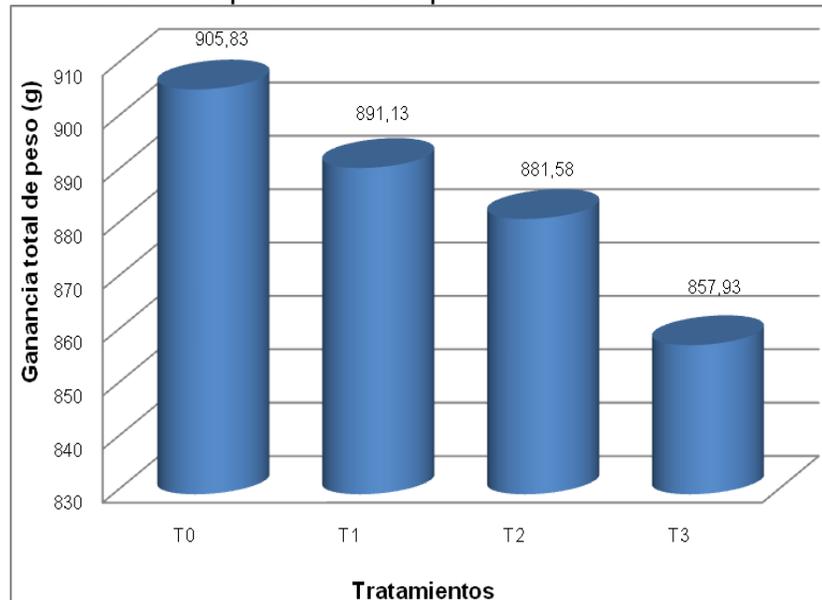
Aunque no se encontraron diferencias significativas, se puede inferir que T0 con 905,83g presentó una ganancia de peso ligeramente superior con respecto a los demás tratamientos; en orden de respuestas le sigue el tratamiento T1 con 891,13g; seguido de T2 con 881,58g y en último lugar T3 con 857,93g. En la figura 9 se presentan los resultados obtenidos. Pese a no obtener la mayor ganancia de peso en la etapa de iniciación con la inclusión de diferentes proporciones de ensilaje biológico de tilapia roja se debe resaltar que éste cuenta con un alto contenido de ácidos grasos además, con un adecuado perfil de aminoácidos³⁸. Las mejoras en la ganancia de peso en dietas que contienen ensilado de pescado se deben a su pre-digestión proteica, ya que los aminoácidos se hacen más absorbibles³⁹. El ácido aspártico, glicina, alanina, leucina y lisina son los aminoácidos que se encuentran en concentraciones más altas en el ensilaje. Es importante resaltar que la lisina es el segundo aminoácido limitante en la dieta para aves después de la metionina, ya que es utilizada como aminoácido de

³⁸ FERRAZ DE ARRUDA, Lia. Et al. NUTRITIONAL Aspects of Nile Tilapia(*oreochromis niloticus*) Silage. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v26n4/05.pdf>.

³⁹ Opcit., p.21.

referencia, y los requerimientos de los demás aminoácidos esenciales son expresados como el porcentaje del requisito de lisina⁴⁰.

Figura 9. Ganancia total de peso en la etapa de iniciación



En cuanto a la ganancia de peso, se deduce que para la etapa de iniciación este parámetro zootécnico disminuyó a medida que aumentaba el porcentaje de inclusión de ensilaje biológico de víscera de tilapia en la alimentación para los pollos de engorde. Sin embargo no se presentaron diferencias significativas entre ellos.

En investigaciones hechas con pollos de engorde Cobb x Cobb⁴¹, utilizaron el ensilaje de pescado como suplemento proteico, donde hubieron cuatro tratamientos (dietas con 2,5 y 5% de ensilado de pescado, harina de pescado 5% y control sin pescado). Se evaluó la ganancia de peso. Los resultados obtenidos indicaron que no existieron diferencias significativas en el parámetro evaluado. Este autor también evaluó ganancia de peso en gallinas ponedoras utilizando diferentes porcentajes; 2,5%, 5% y 15%, de ensilaje de pescado, más una dieta basal, encontrando resultados similares al estudio anterior ya que no se encontraron diferencias significativas para el parámetro evaluado.

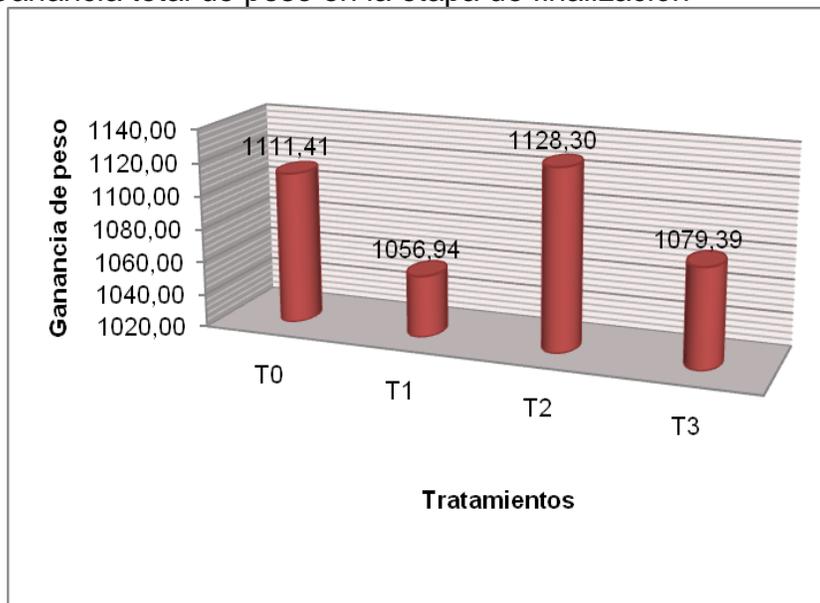
⁴⁰ CAMPOS, Anastasia, *et. al.* Aminoácidos en la Nutrición de Pollos de Engorde: Proteína Ideal. Departamento de Zootecnia Universidad Federal de Viçosa Brasil. Disponible en: http://www.google.com/search?hl=en&q=la+lisina+en+pollos+de+engorde&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=

⁴¹ Opcit., p.24.

Los resultados obtenidos en el presente estudio corroboran los reportados por GUEVARA, debido a que no se presentaron diferencias significativas para ganancia de peso de acuerdo al porcentaje de inclusión de ensilaje biológico de vísceras de pescado en alimentación para aves.

4.2.2 Ganancia de peso para la etapa de finalización. Durante la quinta semana en la etapa de finalización, los tratamientos evaluados presentaron un incremento de peso relativamente uniforme, ya que en cada de uno de ellos se llevó a cabo un proceso de adaptación al consumo de concentrado comercial. Durante la sexta semana de la etapa de finalización se observó que el tratamiento que tuvo mejor respuesta en cuanto a la ganancia de peso fue el tratamiento T0 con 479.31g, seguido del tratamiento T2 con 477.37g, luego T1 con 471.59g, y en último lugar T3 con 413.15g respectivamente. Los resultados se presentan en la figura 9. Adicionalmente a ello la adaptación a una alimentación a base de concentrado comercial no causó efecto negativo en el consumo.

Figura 10. Ganancia total de peso en la etapa de finalización



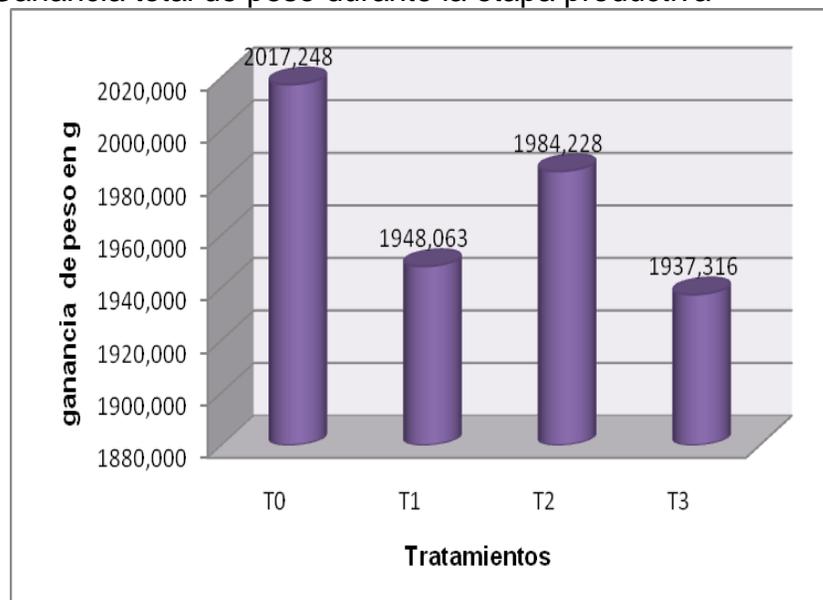
Mediante el análisis de varianza para la ganancia de peso en la etapa de finalización, se observó que los tratamiento asignados no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$), (ver anexo I).

Durante la 5 semana se observa que la influencia de la inclusión de ensilaje de víscera de tilapia en porcentajes de 20% y 30% en la alimentación de la etapa de

inicio generó una ganancia de peso mayor respecto a los tratamientos testigo y T1; sin embargo en la semana sexta el tratamiento T2 mantiene su comportamiento, en comparación al tratamiento T3 que disminuye notablemente. Este cambio brusco del tratamiento T3 quizá, se presentó por el corto tiempo que los animales tuvieron para acostumbrarse a una alimentación a base de concentrado comercial.

4.2.3 Ganancia de peso para toda la etapa productiva. En la figura 11 se presenta la ganancia total de peso durante toda la etapa productiva.

Figura 11. Ganancia total de peso durante la etapa productiva



Mediante el análisis de varianza para la ganancia de peso en toda la etapa productiva, se observó que los tratamientos asignados no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$), (ver anexo J). Aunque no se presentaron diferencias para este parámetro durante las dos etapas del ciclo productivo, se puede observar que el tratamiento que mejor se comportó fue T0 obteniendo una mayor ganancia de peso con 2017,248g, seguido de los tratamientos T2 con 1984,228g, T1 con 1948.063g y finalmente T3 con 1937,316g.

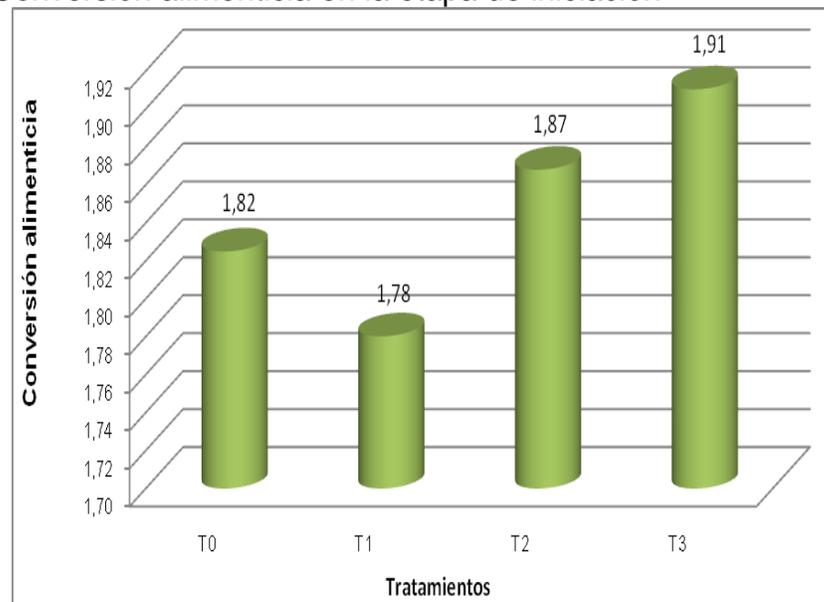
A pesar que el tratamiento testigo presentó la mayor ganancia de peso cabe resaltar que los tratamientos T1, T2, y T3 presentaron una ganancia de peso

menor al testigo, la cual no influyó sobre el peso final de los animales ya que se encuentra dentro los rangos ideales (1.8kg - 2.0 kg)⁴² de esta variable productiva.

4.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

4.3.1 Etapa de iniciación. Como se puede observar en la figura 12, el tratamiento que mejor conversión alimenticia presenta es el T1; con un valor estimado de 1,78. Es decir, que para convertir 1kg de carne, el animal necesita consumir 1,78 kg de concentrado. Por ello resulta interesante la respuesta lograda en esta etapa, al incluir un 10% de ensilaje de vísceras de pescado durante la etapa de inicio, dándole al animal una buena fuente de energía y proteína, que además cuenta con un buen balance de aminoácidos.

Figura 12. Conversión alimenticia en la etapa de iniciación



Mediante el análisis de varianza se observó que los tratamientos asignados no presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) de acuerdo al porcentaje de inclusión de ensilaje biológico de vísceras de pescado (ver anexo K). A pesar de ello, se puede inferir que el tratamiento T1 presentó una mejor conversión alimenticia en relación a T0; T2 y T3, respectivamente.

⁴²Opcit., p.18.

Teniendo como base un estudio realizado en gallinas ponedoras, donde se incluyó ensilaje de pescado en las dietas en diferentes proporciones (2,5, 5% y 15% más una dieta basal.⁴³, se obtuvieron resultados parecidos a este estudio ya que no se presentaron diferencias significativas para el parámetro conversión alimenticia, en la cual no se obtuvieron diferencias significativas para este parámetro zootécnico

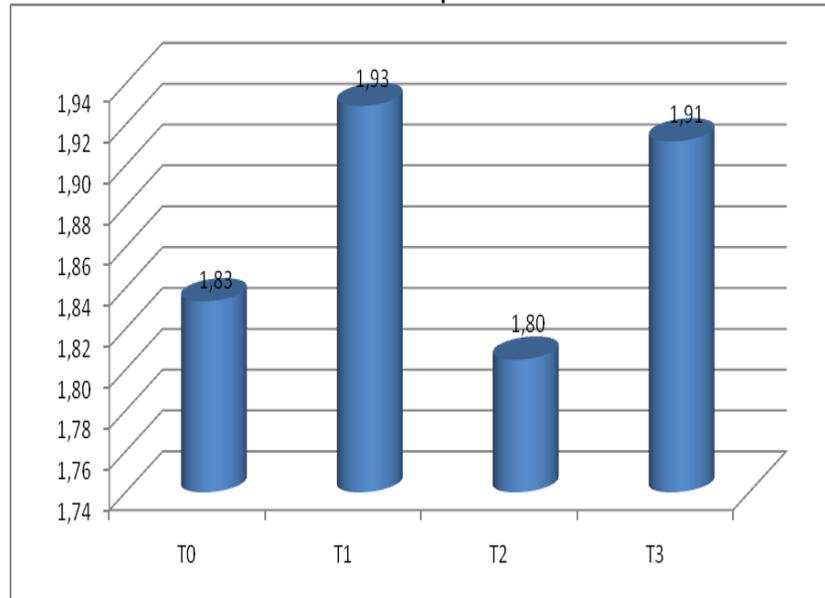
En el presente estudio se obtuvo que el mejor índice de conversión alimenticia para la etapa de iniciación lo presentó la dieta T1 con un porcentaje de 10% de inclusión de ensilaje biológico de vísceras de tilapia. Realizando una comparación entre este y la investigación hecha con pollos de engorde Cobb x Cobb⁴⁴, en la cual se emplearon cuatro tratamientos con diferentes porcentajes de inclusiones de ensilado de pescado 2,5 y 5% además se evaluó una dieta con una inclusión del 5% de harina de pescado y un testigo. Los resultados indicaron que existieron diferencias significativas en el parámetro evaluado, donde se obtuvo que el mejor índice de conversión lo presentó la dieta con 5% de inclusión de ensilaje de pescado. Se puede inferir que al incluir ensilaje biológico de víscera de pescado en la alimentación de pollos de engorde este no afecta negativamente la conversión alimenticia del animal.

4.3.2 Etapa Finalización. Se puede deducir de la figura N°13 que el tratamiento que mejor se comportó en la fase final, con respecto al parámetro conversión alimenticia fue el tratamiento T2. De esto se puede inferir que el periodo de adaptación del tratamiento T2 con 20% de inclusión de ensilaje biológico de vísceras de pescado a alimentación con una dieta a base de concentración comercial, no generó mayor impacto en el metabolismo de los animales evaluados; con respecto a los tratamientos T1 y T3 respectivamente cabe aclarar que no se presentaron desórdenes metabólicos en ninguno de los tratamientos. En cuanto al tratamiento T0 no se presentaron diferencias muy notables entre las dos Fases, ya que durante la etapa de inicio se obtuvo una conversión de 1.82 y en la etapa de acabado una conversión alimenticia de 1.83.

⁴³ Opcit., p. 24.

⁴⁴ Opcit., p. 24.

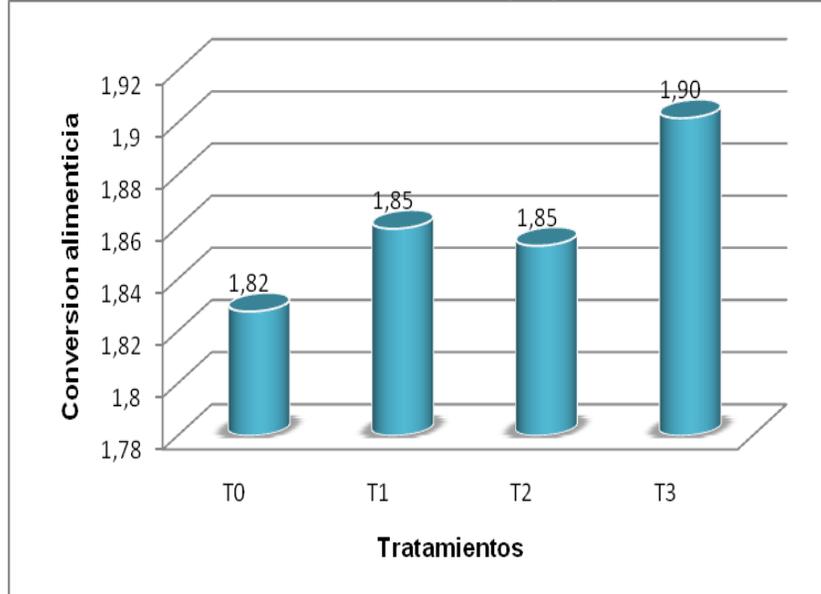
Figura 13. Conversión alimenticia en la etapa de finalización



Mediante el análisis de varianza no se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos (ver anexo L); pese a no encontrar diferencias se puede inferir que el tratamiento T2 presentó una mejor conversión alimenticia en relación a los demás tratamientos T0; T3 y T1 respectivamente.

4.3.3 conversión alimenticia para toda la etapa productiva. En la figura 14 se muestra la conversión total obtenida en todo el ciclo productivo.

Figura 14. Conversión alimenticia total de la etapa productiva.



Mediante un análisis de varianza para la variable conversión alimenticia en toda la etapa productiva, se observó que los tratamientos asignados no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$), (ver anexo M). Pese a no hallar diferencias significativas en la conversión alimenticia durante las dos etapas del ciclo productivo, se puede observar en la figura N°14 que el tratamiento que mejor se comportó fue el T0 con un valor de 1.82 seguido de los tratamientos T1 con 1.85, T2 con 1.85 y finalmente T3 con 1.90. de esto se puede inferir que a pesar de que el tratamiento testigo presentara mejor conversión alimenticia con respecto a los demás tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente estos no se encuentran por fuera de los rangos establecidos para dicho parámetro, que corresponde a (1,78 - 1,9)⁴⁵

4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

4.4.1 Análisis económico para la etapa de iniciación

A continuación en el cuadro 6 se muestra el costo por kilogramo de ensilaje de víscera de tilapia y concentrado comercial.

⁴⁵ ITALCOL 2010 Disponible en: <http://www.italcol.com/avicultura/pollos-de-engorde/>.

Cuadro 6. Costo por kilogramo de ensilaje de víscera de tilapia y concentrado comercial

MATERIALES	CANTIDAD	COSTO
Ensilaje de víscera	1Kg	330
Concentrado comercial	1Kg	1300

En el anexo N se muestra un cuadro resumen con respecto a los cálculos realizados para obtener el precio del kilogramo de ensilaje biológico de víscera de tilapia.

A continuación en el cuadro 7 se muestran los costos por kg y por bulto, para cada una de las dietas evaluadas de acuerdo al porcentaje de inclusión del ensilaje biológico de vísceras de tilapia.

Cuadro 7. Costo por kilogramo y por bulto de cada una de las dietas evaluadas

DIETA	COSTOS Kg \$	COSTOS BULTO \$
CONCENTRADO COMERCIAL	1.300	52.000
T1	1.203,6	48.144
T2	1.107,2	44.288
T3	1.010,8	40.432

Al hacer un paralelo entre el costo del concentrado comercial y los tratamientos T1,T2 y T3 se puede deducir que el costo de las dietas que incluyen ensilaje de víscera de tilapia son mucho más económicas en \$96.4, \$192.8, \$289.2 por kilogramo y \$3.856, \$7.712, \$11.568 por bulto respecto al concentrado comercial, de este modo el factor más importante en la producción de pollo de engorde que es la alimentación, se ve reducido en porcentajes de 7,4%, 14,83%, 22,24% con la inclusión de 10% ,20% y 30% de ensilaje de víscera de tilapia respectivamente.

Cuadro 8. Costo de la alimentación con relación a la conversión alimenticia para la etapa de iniciación

DIETA	C.A	COSTOS Kg de carne en \$
CONCENTRADO COMERCIAL	1.82	2379
T1	1.78	2142.408
T2	1.87	2070.464
T3	1.91	1930.628

En el cuadro 8 se puede observar que la mejor conversión alimenticia es la del tratamiento T1, que a su vez es una alternativa de alimentación económica con respecto al concentrado comercial. Por otro lado se puede analizar que el tratamiento T3 presentó una conversión alimenticia inferior respecto al concentrado comercial; sin embargo producir 1 kg de carne de pollo con el tratamiento T3 resulta más económico en un 18.84% que equivale a \$ 448,372 en referencia al testigo.

El consumo promedio de concentrado comercial durante la etapa de iniciación del pollo de engorde (28 días) es aproximadamente de 1,65Kg de concentrado por animal⁴⁶; teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, alimentar durante la etapa de iniciación (28 días) un lote de 120 pollos tiene un valor de \$257.400; con relación a las dietas donde se lleva a cabo la inclusión de 10%, 20% y 30% de ensilaje de víscera de tilapia como alternativa de alimentación tienen un valor de \$238.313, \$219.226 y \$200.138 respectivamente.

4.4.2 Análisis económico para la etapa de finalización. A continuación en el cuadro 9 se muestran los costos por kg y por bulto, para la dieta suministrada en esta etapa que se baso en alimentación con concentrado comercial.

Cuadro 9. Costo por kilogramo y por bulto del concentrado comercial

DIETA	COSTOS Kg \$	COSTOS BULTO \$
CONCENTRADO COMERCIAL	1.200	48.000

El consumo promedio de concentrado comercial durante la etapa de finalización del pollo de engorde (15 días) es aproximadamente de 2,03 Kg de concentrado

⁴⁶ Ibid., p.45.

por animal⁴⁷; teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, alimentar durante la etapa de finalización (15 días) un lote de 120 pollos tiene un valor de \$292.320.

4.4.3 Análisis económico para toda la etapa productiva del pollo de engorde (42 días)

Cuadro 10. Costo del kg de las dietas y la alimentación por pollo para toda la etapa productiva

DIETA	Costo \$ por kg	Costo \$ de alimentación por animal
CONCENTRADO COMERCIAL	1241.46	4581
T1	1198.35	4421.94
T2	1155.25	4262.88
T3	1112.14	4103.82

El consumo promedio de concentrado comercial durante toda la etapa productiva del pollo de engorde (42 días) es aproximadamente de 3,69 Kg de concentrado por animal⁴⁸; teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, alimentar durante toda la etapa a 1 pollo tiene un valor de \$4581 con concentrado comercial; con relación a las dietas donde se lleva a cabo la inclusión de 10%, 20% y 30% de ensilaje de víscera de tilapia como alternativa de alimentación tienen un valor de \$4421.94, \$4262.88 y \$4103.83 respectivamente.

Al hacer un equivalente entre el costo del concentrado comercial y los tratamientos T1, T2 y T3 se puede deducir que el costo de las dietas que incluyen ensilaje de víscera de tilapia son mucho más económicas en \$159.06, \$318.18, \$477.18 por kilogramo respecto al concentrado comercial, de este modo el factor más importante en la producción de pollo de engorde que es la alimentación, se ve reducido en porcentajes de 3.5%, 6.94%, 10.41% con la inclusión de 10% ,20% y 30% de ensilaje de víscera de tilapia respectivamente.

⁴⁷ Ibid., p.45.

⁴⁸ Ibid., p.45.

Cuadro 11. Costo de la alimentación con relación a la conversión alimenticia para toda la etapa productiva

DIETA	C.A	COSTOS Kg de carne en \$
CONCENTRADO COMERCIAL	1.82	2259.45
T1	1.85	2216.947
T2	1.85	2137.212
T3	1.90	2057.459

En el cuadro 11 se puede observar que la mejor conversión alimenticia es la del tratamiento T0; sin embargo al no presentar diferencias significativas en dicho parámetro, resulta mucho más económico la alimentación con dietas del 10, 20 y 30% de inclusión de vísceras de tilapia roja ya que al finalizar la etapa productiva los animales terminan con un peso que se encuentran entre los rangos aceptables, de este modo es más factible alimentar los animales con estas dietas alternativas debido a que se obtiene beneficios tanto económicos como ambientales puesto que contribuyen a la reducción de la contaminación causada por desechos orgánicos de la industria pesquera

Se puede deducir que el costo de las dietas que incluyen ensilaje biológico de víscera de tilapia en la etapa de inicio son mucho más económicas en \$42, \$122.238, \$201.991 por kilogramo respecto al concentrado comercial, de este modo los costos de alimentación se ven reducido en porcentajes de 1.88%, 5.41%, 8.93% con la inclusión de 10% ,20% y 30% de ensilaje de víscera de tilapia respectivamente.

6. CONCLUSIONES

En la investigación de la inclusión de ensilaje biológico de víscera de tilapia roja (*Oreochromis spp*) en la alimentación de pollos de engorde, se presentaron diferencias significativas para el consumo de alimento de las diferentes dietas evaluadas. Sin embargo no se presentaron diferencias significativas para los parámetros zootécnicos ganancia de peso y conversión alimenticia de acuerdo al porcentaje de inclusión de ensilaje de víscera de tilapia durante la etapa de iniciación.

El tratamiento T1 con 10% de inclusión de ensilaje biológico de víscera de tilapia, presentó un índice de conversión de 1.78, mejor a las demás dietas evaluadas, durante la etapa de iniciación, sin presentar diferencias estadísticamente significativas.

Al incluir entre el 10% y 30% de ensilaje biológico de víscera de tilapia para la alimentación, durante la etapa de iniciación en pollos de engorde, se logra una disminución en costos de alimentación entre el 7.4% y 22,24% para dicha etapa. Además utilizando este modelo de alimentación para toda la etapa productiva se obtiene una reducción de costos entre el 3.5 y 10,41%.

El aprovechamiento de las vísceras de la actividad piscícola en técnicas como ensilaje biológico permite la disminución del impacto ambiental generado en los ecosistemas, y además se convierte en una fuente alimenticia de gran valor nutricional, de bajo costo, y además porque se puede llegar a obtener mayor rentabilidad en la producción de pollos de engorde.

7. RECOMENDACIONES

Realizar evaluaciones en pollos de engorde con inclusiones del 10%,20% y 30% de ensilaje de víscera de tilapia en toda la etapa productiva, como alternativa de alimentación

Se recomienda que en investigaciones posteriores de inclusión de ensilaje biológico de víscera de tilapia como alternativa de alimentación, se realice un análisis histopatológico de las vísceras del pescado con el fin de reconocer posibles alteraciones que puede causar en el sistema digestivo de los animales a evaluar.

Se recomienda el ensilaje biológico de víscera de tilapia en la alimentación del pollo de engorde de 10% a 30% como dietas alternativas de bajo costo para lograr mayor eficiencia y sostenibilidad productiva de los pequeños y medianos productores de la región.

El ensilaje biológico de víscera de tilapia es catalogado como alimento pro- biótico; por ello se recomienda que en estudios posteriores se destaquen los efectos que pueden causar alteraciones en el sistema digestivo de los animales para el mejor aprovechamiento de los nutrientes de las dietas.

8. BIBLIOGRAFÍA

ARECHE *et al.* 1992, BERENZ, 1998. [En línea] Disponible en: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/aph134/cap2.htm>

ARECHE y BERENZ, Utilización del Ensilado de Residuos de Pescado en Pollos Instituto Tecnológico Pesquero del Perú, Callao, Perú.1990.
Avicultura. Sistema de información sectorial. SIS. Disponible en: <http://www.fenavi.org/fenavi/>

BELLO. Rafael A. Experiencias con ensilado de pescado en Venezuela, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos Universidad Central de Venezuela Caracas, Venezuela

BERENZ ZISKA, y ARECHE Utilización del Ensilado de Residuos de Pescado en Pollos Instituto Tecnológico Pesquero del Perú, Callao, Perú.1990.

BERMUDEZ, Julio, *et al.* Ensilaje de vísceras de pescado Cachama blanca (*Piaractus brachyponum*) como fuente de proteína para la alimentación de cerdos de engorde en una dieta con aceite crudo de palma (*Elaeis guineensis* - *Elaeis oleifera*). Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. 1999. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd11/2/ocam112.htm>

BERTULLO, E. Desarrollo del ensilado de pescado en América Latina. 3ra.Consulta de Expertos sobre Tecnología de Productos Pesqueros en América Latina. Isla de Margarita, 21-25 de marzo. FI/RLAC/06, 18 p. 1994

BETANCOURT *et al.* Efecto del ensilaje de vísceras de trucha (*oncorhynchus mykiss*) sobre el comportamiento productivo y el contenido de ácidos omega-3 en hígado, muslos y pechuga, de pollos de engorde. Facultad de Zootecnia, Universidad de La Salle Bogotá, Colombia. Unidad de Toxicología Veterinaria, Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd17/9/beta17106.htm>

BETANCOURT, L y DÍAZ, G . Tecnología de carne y leche. Universidad de la Salle. Universidad Nacional de Colombia- Bogotá., D.C. Publicado 2005

[Consultado Junio de 2010] Disponible en Internet en:
<http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/203/200>

BOTELLO, A.; *et al.* Utilización de los ensilados químicos en la alimentación de los peces. 2005.

CAMPOS, Anastácia, *et. al.* Aminoácidos en la Nutrición de Pollos de Engorde: Proteína Ideal. Departamento de Zootecnia Universidad Federal de Viçosa Brasil. Disponible en:
http://www.google.com/search?hl=en&q=la+lisina+en+pollos+de+engorde&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=

Centro Regional de Productividad e Innovación del Cauca (CREPIC). 2009.

Cobb Europe. Country United Kingdom Countries of Activity United Kingdom Breeding, trade, & reproduction technology. Guía de manejo del pollo de engorde. Cobb-vantress 2008.

CÓRDOVA y BELLO, 1986 Experiencias con Ensilado Biológico de Pescado en Venezuela. UCV-Facultad de Agronomía. 1991. Disponible en:
<http://www.fao.org/ag/Aga/agap/frg/APH134/cap1.htm>

CORRALES, B. Diagnostico para la propuesta de un plan de ordenamiento pesquero en el Departamento del Amazonas. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Documento preliminar. Leticia. 22 p. 2001.

DÍAZ, Jorge Mario. Nota de Análisis Sectorial Agricultura y Desarrollo Rural realizado en Colombia. FAO – CAF. Colombia. 2006. Disponible <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak167s/ak167s00.pdf>.

FEDERACIÓN NACIONAL DE AVICULTORES. La avicultura Colombiana. Resultados y expectativas 2001-2002. En: http://www_fenavi_org_co.

FERNÁNDEZ, BELLO y V. de BASILIO. UCV Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. 1990. Disponible en:
<http://www.fao.org/ag/Aga/agap/frg/APH134/cap1.htm>

FERRAZ DE ARRUDA, Lía. *et al.* NUTRITIONAL Aspects of Nile Tilapia(*oreochromis niloticus*) Silage. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v26n4/05.pdf>.

FONAV Fondo Nacional Avícola 2009. Disponible en: <http://www:egranados@minagricultura.gov.co>.

GUEVARA *et al.* Experiencias con Ensilado Biológico de Pescado en Venezuela. UCV-Facultad de Agronomía. 1991. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/Aga/agap/frg/APH134/cap1.htm>

GUEVARA y BELLO, Experiencias con ensilado de pescado en Venezuela. Publicado 1989 [Consultado Junio de 2010]. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/Aga/agap/frg/APH134/cap1.htm>

GUEVARA, J., BELLO, R. y MONTILLA, J. 1991. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/Aga/agap/frg/APH134/cap1.htm>

Guía de manejo del pollo de engorde. Cobb-vantress disponible en: <http://www.cobbvantress.com/contactus/brochures/BroilerGuideSPAN.pdf>

HOYOS CONCHA, José Luis. Valoración técnica económica de los subproductos obtenidos del proceso de transformación de la tilapia roja (*Oreochromis spp*) en la represa "La Salvajina", mediante el proceso de ensilaje, incluyéndolos en un programa de aprovechamiento de residuos sólidos para la disminución de los costos de producción. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2009

ITALCOL 2010 Disponible en : <http://www.italcol.com/avicultura/pollos-de-engorde>

LUPÍN, 1983; BERTULLO, 1992; en PADILLA, 1995. Programa nacional de transferencia de tecnología Pronnata. Instituto amazónico de investigaciones científicas. SINCHI. Proyecto cuantificación y aprovechamiento de los subproductos pesqueros en el trapecio amazónico colombiano. Leticia Amazonas. Mayo 2004. Disponible en: http://www.agronet.gov.co/www.docs_si2/2006112712137_subproductos%20pequenos%20en%20en%20trapecio%20amazonico.pdf.

MANCA, Emilio Elaboración de ensilados de origen biológico. Posibilidades de desarrollo en la Argentina. Disponible en: [http://www.Adeformosa.org.ar/templates/media/Pdf/elaboración %20de%20 ensilados %20de %20 origen %20 biológico.pdf](http://www.Adeformosa.org.ar/templates/media/Pdf/elaboración%20de%20ensilados%20de%20origen%20biológico.pdf).

NUNES, FABIO. La sostenibilidad de la industria Avícola. La Habana, Cuba. Octubre de 2009. Disponible en: [www.alltechfeigames](http://www.alltechfeigames.com).

OTTATI, M., GUTIÉRREZ, M. y BELLO, R. Estudio sobre la elaboración de ensilado microbiano a partir de pescado proveniente de especies subutilizadas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 1990.

RENTERIA MAGLIONI, Oscar. MANUAL PRÁCTICO DEL POLLO DE ENGORDE. Valle del Cauca, Colombia. 2007

RODRÍGUEZ, *et al* 1990 Disponible en: <http://www.fao.org/ag/Aga/agap/frg/APH134/cap1.htm>

RODRÍGUEZ, Washington. Indicadores productivos como herramienta para medir la eficiencia del pollo de engorde .2007.

TATTERSON y WINDSOR (1974), PIZARDI (1975), RAA y GILBERG (1982), LINDGREN y PLEJE (1983), COOKE y TWIDDY (1987), BERTULLO (1989), MARTÍNEZ, *et al* (1991) y RABIA, *et al* (1993).

XIMENES, Carneiro, Técnica del ensilado biológico de residuo de pescado para ración animal. 1991. Disponible en: <http://www.zoetecnocampo.com/foro/forum4/HTML/000094.html>

ANEXOS

ANEXO A. Balance dieta T0 (testigo), cero inclusión de ensilaje biológico de vísceras de pescado. Etapa iniciación

Materia prima	Q	PC gr		EM Mcal/kg		LISINA		METIONINA		Ca		P		Fibra	
		%	Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q
Concentrado comercial	100	21	21	2,99	2,99	1,2	1,18	0,4	0,38	0,89	0,89	0,4	0,4	3,4	3,39
Ensilaje de vísceras	0	13,3	0,0	4,6	0	2,6	0	1,7	0	2,3	0	2,03	0	0	0
Total	100		21,0		3,0		1,18		0,38		0,89		0,4		3,39
Requerimientos	100		21,0		2,98		1,2		0,46		1		0,6		3,5
Balance			0,00		0,01		0,02		-0,08		-0,1		-0,2		-0,1

ANEXO B. Balance dieta T1 10% de inclusión de ensilaje biológico de vísceras de pescado. Etapa iniciación

Materia prima	Q	PC gr		EM Mcal/kg		LISINA		METIONINA		Ca		P		Fibra cruda	
		%	Q		Q	%	Q	%	Q	%	Q	%	Q	%	Q
Concentrado comercial	90	21	18,9	2,99	2,69	1,2	1,06	0,4	0,34	0,89	0,8	0,4	0,36	3,4	3,05
Ensilaje de vísceras	10	13,3	1,3	4,6	0,46	2,6	0,26	1,7	0,17	2,3	0,23	2,03	0,203	0	0
Total	100		20,2		3,2		1,322		0,51		1,03		0,563		3,05
Requerimientos	100		21,0		2,98		1,2		0,46		1		0,6		4
Balance			-0,77		0,17		0,122		0,05		0,03		-0,04		-0,9

ANEXO C. Balance dieta T2 20% de inclusión de ensilaje biológico de vísceras de pescado. Etapa iniciación

Materia prima	Q	PC gr		EM Mcal/kg		LISINA		METIONINA		Ca		P		Fibra	
		%	Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q
Concentrado comercial	80	21	16,8	2,99	2,4	1,2	0,94	0,4	0,3	0,89	0,71	0,4	0,32	3,4	2,71
Ensilaje de vísceras	20	13,3	2,7	4,6	0,92	2,6	0,52	1,7	0,34	2,3	0,46	2,03	0,40	0	0
Total	100		19,5		3,3		1,5		0,64		1,17		0,73	0	2,71
Requerimientos	100		21,0		2,98		1,2		0,46		1		0,6		3,5
Balance			-1,53		0,33		0,26		0,18		0,17		0,126		-0,8

ANEXO D. Balance dieta T3 30% de inclusión de ensilaje biológico de vísceras de pescado. Etapa iniciación

Materia prima	Q	PC gr		EM Mcal/kg		LISINA		METIONINA		Ca		P		Fibra	
		%	Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q
Concentrado comercial	70	21	14,7	2,99	2,1	1,2	0,83	0,4	0,27	0,9	0,6	0,4	0,28	3,4	2,37
Ensilaje de vísceras	30	13,3	4,0	4,6	1,4	2,6	0,78	1,7	0,51	2,3	0,7	2,0	0,61	0	0
Total	100		18,7		3,5		1,61		0,78		1,3		0,89		2,37
Requerimientos	100		21,0		2,98		1,2		0,46		1		0,6		3,5
Balance			-2,30		0,49		0,41		0,32		0,3		0,29		-1,1

ANEXO E. Anava de Consumo de alimento para la etapa de inicio

Fuente de Variación	gL	SC	CM	FC	FT
Total	15	21481,571			
Tratamiento	3	10357,7927	3452,59757	3,724559225	3,49
Error	12	11123,7783	926,981521		
Ft (α 0,05)					

ANEXO F. Anava de Consumo de alimento para la etapa de finalización

Fuente de Variación	gL	SC	CM	FC	FT
Total	15	0			
Tratamiento	3	0	0	0	3,49
Error	12	0	0		
Ft (α 0,05)					

ANEXO G. Anava de Consumo total de alimento para toda la etapa productiva

Fuente de Variación	gL	SC	CM	FC	FT
Total	15	21481,57098			
Tratamiento	3	10357,79273	3452,597575	3,725	3,49
Error	12	11123,77825	926,9815208		
Ft (α 0,05)					

ANEXO H. Anava de Ganancia de peso para la etapa de iniciación

f fuente de variación	gL	SC	CM	FC	FT
Total	15	18963,596	---		
Tratamiento	3	4851,36058	1617,12019	1,37507926	3,49
Error	12	14112,2355	1176,01962		

ANEXO I. Anava de Ganancia de peso para la etapa de finalización

Fuente de Variación	gL	SC	CM	FC	FT
Total	15	143119,400			
Tratamiento	3	12267,82197	4089,273989	0,37501487	3,49
Error	12	130851,5783	10904,29819		

ANEXO J. Anava de Ganancia de peso para toda la etapa productiva

Fuente de Variación	gL	SC	CM	FC	FT
Total	15	150653,249			
Tratamiento	3	0	5296,64795	0,47164007	3,49
Error	12	0	11230,2754		
Ft (α 0,05)					

ANEXO K. ANAVA conversión alimenticia para etapa de inicio

Fuente de Variación	gL	SC	CM	FC	FT
Total	15	0,084372			
Tratamiento	3	0,03760056	0,012533519	3,21568486	3,49
Error	12	0,04677145	0,003897621		

ANEXO L. ANAVA conversión alimenticia para etapa de finalización

Fuente de Variación	gL	SC	CM	FC	FT
Total	15	0,44822551			
Tratamiento	3	0,04325458	0,014418195	0,42723645	3,49
Error	12	0,40497092	0,033747577		

ANEXO M. ANAVA conversión alimenticia para toda la etapa productiva

Fuente de Variación	gL	SC	CM	FC	FT
Total	15	0,12501			
Tratamiento	3	0,0113	0,00379	0,40026526	3,49
Error	12	0,1136	0,00947		
Ft (α 0,05)					

ANEXO N. Valor del kg de ensilaje biológico de vísceras de Tilapia roja

Ítem	vida útil			
Molino, peletizadora, estufa	5	1825	821,92	8,22
Cuchillos	4	2920	2,05	0,02
Baldes	1,5	547,5	29,22	0,29
Tarros para fermentación	3	1095	50,23	0,50
Mano de obra	1	17500	17500,00	175,00
Instalación	10	3650	3288	32,88
Servicios (Energía-Gas)				40,77
Inoculo	5%	5	7231,25	72,31
Costo Kg de ensilaje				329,99