

**EVALUACIÓN DEL EFECTO TÉRMICO SOBRE LA CALIDAD NUTRICIONAL Y
MICROBIOLÓGICA DE UN ENSILAJE DE VÍSCERAS DE TRUCHA ARCOÍRIS
(*Oncorhynchus mykiss*) Y SU EFECTO SOBRE PARÁMETROS
PRODUCTIVOS EN POLLO DE ENGORDE EN FASE DE LEVANTE.**

**LAURA YINETH CÓRDOBA POLANÍA
OSCAR FERNANDO LAMUS MORENO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
IPRED
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
MÁLAGA
2016**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO TÉRMICO SOBRE LA CALIDAD NUTRICIONAL Y
MICROBIOLÓGICA DE UN ENSILAJE DE VÍSCERAS DE TRUCHA ARCOÍRIS
(Oncorhynchus mykiss) Y SU EFECTO SOBRE PARÁMETROS
PRODUCTIVOS EN POLLO DE ENGORDE EN FASE DE LEVANTE.**

**LAURA YINETH CÓRDOBA POLANÍA
OSCAR FERNANDO LAMUS MORENO**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Zootecnista**

**Director
FALLON YAMILE RIAÑO JIMÉNEZ
Zootecnista MS.c**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
IPRED
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
MÁLAGA
2016**

DEDICATORIA

A Dios por su infinita bondad y permitir un logro más en mi vida, sin él no hubiese sido posible.

A mí amada hija quien fue mi mayor motivación para realizar este trabajo. A mis padres que soñaron junto a mí este ideal y mi esposo quien estuvo siempre a mi lado brindándome todo su apoyo.

LAURA YINETH.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus sinceros agradecimientos a:

Universidad Industrial de Santander Sede Málaga, su personal administrativo, y cuerpo docente, por el apoyo y orientación acogida durante el proceso de formación profesional.

FALLON YAMILE RIAÑO JIMENEZ, M. Sc. Zootecnista, docente UIS sede Málaga, directora del presente trabajo, por la orientación, el seguimiento y acompañamiento constante del mismo, por formarnos como personas responsables y preparadas para esta nueva etapa como profesionales.

JOAQUÍN MORENO MORENO, Docente UIS sede Málaga, por su interés vehemente en transmitir sus conocimientos científicos y experiencias personales con el ánimo de formar profesionales de alta calidad, competentes e íntegros, ha dejado en nosotros un legado

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	16
1. OBJETIVOS	18
1.1 OBJETIVO GENERAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
2. MARCO REFERENCIAL	19
2.1 ANTECEDENTES	19
2.2 MARCO TEÓRICO	20
2.2.1 Acuicultura en Colombia	20
2.2.2 Proceso de Ensilaje	20
2.2.3 Ensilado Biológico de Pescado (EBP)	21
2.2.4 Características organolépticas	22
2.2.5 Pasteurización	22
2.2.6 Secado y almacenado	23
2.2.7 Forma de utilizar el ensilado de pescado:	23
2.3 MARCO CONCEPTUAL	23
2.4 MARCO LEGAL	25
3 PROCESOS METODOLÓGICOS	28

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	28
3.2 LOCALIZACIÓN	28
3.3 DURACIÓN DEL PROYECTO	29
3.4 METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL SILO	29
3.4.1 Tratamientos	29
3.4.2 Elaboración del ensilaje de vísceras de pescado	29
3.4.3 Diseño y manejo experimental de la elaboración del ensilaje	32
3.4.4 Variables para la evaluación del ensilaje	32
3.4.5 Diseño estadístico	34
3.5 METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA INCLUSIÓN DEL SILO EN UNA DIETA PARA POLLOS DE ENGORDE.	35
3.5.1 Tratamientos	35
3.5.2 Diseño y elaboración de la dieta	35
3.5.3 Instalaciones y material biológico	37
3.5.4 Diseño experimental para la evaluación del efecto de la inclusión del ensilaje en la dieta	40
3.5.5 Variables para la evaluación del efecto de la inclusión del ensilaje en la dieta	40
3.5.6 Diseño estadístico	42
3.6 PARÁMETROS ECONÓMICOS	43
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1 PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	44
4.2 VARIACIÓN EN LA ACIDEZ DEL ENSILAJE BIOLÓGICO DE VÍSCERAS DE PESCADO	46

4.3 VARIABLES ORGANOLÉPTICAS	48
4.3.1 Olor:	48
4.3.2 Color	49
4.3.3 Textura	50
4.4 PARÁMETROS NUTRICIONALES	52
4.5 PARÁMETROS PRODUCTIVOS	55
4.5.1 Mortalidad	55
4.5.2 Ganancia de peso corporal	56
4.5.3 Consumo	58
4.5.4 Conversión alimenticia (CA) y eficiencia alimenticia (EA)	60
4.6 INDICADORES MORFOMÉTRICOS DEL TRACTO GASTROINTESTINAL	62
4.6.1 Índice viscerosomático (IVS) e Índice hepatosomático (IHS):	62
4.6.2 Longitud intestinal (LI)	63
4.7 PARÁMETROS ECONÓMICOS	64
4.7.1 Análisis económico de la producción de EVC y EVP	64
4.7.2 Análisis económico de la producción de CC, CVP4% y CVP8%:	67
5. CONCLUSIONES	70
6. RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFIA	72

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Parámetros microbiológicos para alimentación avícola y piscícola respectivamente.	27
Tabla 2. Fórmula para la elaboración de un ensilado biológico de vísceras de pescado.	30
Tabla 3. Composición de las dietas para la alimentación de pollos de engorde en la etapa de levante (día 11 al 22).	36
Tabla 4. Aporte nutricional de las dietas elaboradas.	37
Tabla 5. Consumo de alimento sugerido para la línea Cobb del día 11 al 22 de edad.	39
Tabla 6. Descripción microbiológica para VC, EVC, EVP al día 30 de elaboración.	44
Tabla 7 . Composición química proximal de EVC y EVP al día 30 de elaboración	52
Tabla 8. Comparación entre el peso recomendado y los pesos reportados en los tratamientos.	57
Tabla 9. Ganancia de peso entre tratamientos.	58
Tabla 10. Comparación entre el consumo recomendado y el consumo reportados en los tratamientos	59
Tabla 11. Índice visceromático y hepatosomático evaluado para CC, CPV4%, y CPV8%.	63
Tabla 12. Costos variables de producción expresados en moneda colombiana (COP) por kilogramo para EVC y EVP.	65
Tabla 13. Costos fijos de producción expresados en moneda colombiana (COP) por kilogramos para EVC y EVP.	66
Tabla 14. Costos totales de producción expresados en moneda colombiana (COP) por kilogramos de EVC y EVP.	66

Tabla 15. Costos variables expresados en moneda colombiana (COP) por kilogramos para CC, CVP4% y CVP8%. 67

Tabla 16. Costos fijos de producción expresados en moneda colombiana (COP) por kilogramos para CC, CVP4% y CVP8%. 68

Tabla 17. Costos totales de producción expresados en moneda colombiana (COP) por kilogramo de CC, CVP4%, y CVP8%. 68

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Variación en la acidez de los silos biológicos de vísceras de pescado.	47
Grafica 2. Olores presentes en EVC y EVP (%)	49
Grafica 3. Colores predominantes en EVC y EVP (%)	50
Grafica 4. Texturas apreciables para EVC y EVP (%).	51
Grafica 5. Mortalidad (%)	56
Grafica 6. Consumo promedio/día (eje principal) y promedio acumulado (eje secundario) de las aves en la etapa de levante	59
Grafica 7. Conversión y eficiencia alimenticia acumulada.	61
Grafica 8. Longitud intestinal (LI).	63

RESUMEN

TITULO: “EVALUACIÓN DEL EFECTO TÉRMICO SOBRE LA CALIDAD NUTRICIONAL Y MICROBIOLÓGICA DE UN ENSILAJE DE VÍSCERAS DE TRUCHA ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*) Y SU EFECTO SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN POLLO DE ENGORDE EN FASE DE LEVANTE”*

AUTORES: LAURA YINETH CÓRDOBA POLANÍA y OSCAR FERNANDO LAMUS MORENO**

PALABRAS CLAVES: PH, PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS, RESIDUOS PESQUEROS.

DESCRIPCIÓN:

Con el fin de evaluar el efecto térmico sobre vísceras de trucha arco iris usadas como principal recurso para la elaboración de un ensilaje biológico, y su posterior inclusión en la alimentación animal, se formularon dos tratamientos, EVC (ensilaje de vísceras crudas) y EVP (ensilaje de vísceras pasteurizadas) almacenados por un periodo de 30 días. Se evaluó el pH al día 0, 7, 14, 21 y 30 de elaboración, encontrándose un pH inicial de 6 en los dos tratamientos sin embargo, al día 7 de se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos situación que se mantuvo hasta el día 30. Para la evaluación del producto final se tuvo en cuenta parámetros microbiológicos, nutricionales, organolépticos y económicos. La apariencia, color y olor de los dos tipos de ensilaje aunque presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$), fueron satisfactorios. El proceso de cocción resultó ser más eficiente ya que aseguró un mejor perfil microbiológico del EVP, mientras que en los parámetros nutricionales se evidencio una gran similitud entre los ensilajes, sin embargo EVP tuvo un mayor valor de energía bruta (6,2Mcal/kg). De acuerdo a los resultados microbiológicos se concluye que el EVP ofrece las mejores condiciones para su inclusión en la alimentación animal. Posteriormente se evaluó el efecto de la inclusión del EVP en una dieta para pollos de engorde en etapa de levante (día 11 al 22), a través de tres tratamientos, CC (concentrado sin inclusión de ensilaje) CVP4% (Concentrado con inclusión del 4% de ensilaje de vísceras pasteurizadas) CVP8% (Concentrado con inclusión del 8% de ensilaje de vísceras pasteurizadas), al finalizar la etapa no se encontraron diferencias significativas en las variables productivas entre tratamientos, sin embargo las aves alimentadas con CC presentaron mejores parámetros productivos.

* Trabajo de grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Zootecnia. Director: Fallón Yamile Riaño Jiménez, Zootecnista.

ABSTRACT

TITLE: EVALUATION OF THERMAL EFFECT ON NUTRITIONAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF A RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) VISCERA SILAGE AND ITS EFFECTS ON PRODUCTIVE PARAMETERS IN BROILER CHICKENS IN PHASE OF RAISE.

AUTHORS: LAURA YINETH CÓRDOBA POLANÍA and OSCAR FERNANDO LAMUS MORENO**

KEYWORDS: PH, ORGANOLEPTIC PARAMETERS, FISHING WASTE

DESCRIPTION:

In order to evaluate a thermal treatment on rainbow trout viscera used as the main material for the manufacture of a biological silage and subsequent inclusion in animal feed, two treatments were formulated: EVC (silage of raw viscera) and EVP (silage of pasteurized viscera) stored for 30 days. pH was evaluated at day 0, 7, 14, 21 and 30 of elaboration, finding an initial pH of 6 for both treatments, however at they 7 of elaboration significant differences were found ($p < 0.05$) between treatments, situation that prevailed until day 30. For the evaluation of the final product was taken into account microbiological, nutritional, organoleptic and economic parameters. Appearance, color and odor of the two types of silage showed significant differences between treatments ($p < 0.05$) but these were satisfactory. Cooking process was more efficient as it ensured a better microbiological profile of EVP, but in nutritional parameters a high similarity was found between the silages, however EVP had a greater gross energy value (6,2Mcal / kg) due to microbiological results it is concluded that the EVP offers the best conditions to be included in animal feed. Subsequently, the effect of EVP inclusion was assessed in broiler chickens on raise phase (day 11 to 22) through three treatments, CC (concentrate without inclusion of silage), CVP4% (Concentrated including 4% of pasteurized viscera silage), CVP8% (Concentrated including 8% of pasteurized viscera silage), at the end of phase significant differences were not found in production variables, however birds fed with CC showed better productive parameters.

* Bachelor Thesis

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Zootecnia. Director: Fallón Yamile Riaño Jiménez, Zootecnista.

INTRODUCCION

Durante el proceso de posproducción piscícola se producen altas cantidades de residuos (branquias, escamas, huesos y vísceras), para lo cual se requiere que cada sistema de producción cuente con un apropiado plan de uso y manejo de los residuos. Sin embargo se ha evidenciado en diferentes regiones del país una mala disposición de estos, siendo arrojados a las afluentes y a los alrededores una de las prácticas más frecuentes en algunos sistemas de producción, situación que trae consigo contaminación del agua, el suelo y malos olores a causa de la descomposición, atrayendo poblaciones de aves carroñeras, por último, también es frecuente su uso como fuente de alimento para los peces sin ningún tipo de manejo que garantice la calidad microbiológica del alimento.

Debido a que las vísceras de pescado son un material de rápida descomposición surge la necesidad de someterlas a un proceso de conservación que permita su transformación, por ejemplo en un recurso alimenticio inocuo sin que se alteren sus propiedades nutricionales. Una alternativa, es la elaboración de un ensilaje biológico, que es un proceso de fermentación en el cual se obtiene un producto ácido, estable, con buenas cualidades nutritivas y antimicrobianas, protegido de bacterias patógenas, y que al tiempo se convierte en alternativa para la alimentación de especies monogástricas tales como cerdos, pollos, y peces.

El éxito del proceso fermentativo que ocurre en los ensilados depende principalmente de una cantidad suficiente de bacterias ácido lácticas, las cuales promueven una fermentación rápida y eficiente y de una concentración adecuada de carbohidratos solubles; de esta manera, el pH se mantiene bajo y el ensilado se preserva mejor; presentando como ventajas, su bajo costo, la seguridad en su manejo, además el hecho de no contaminar el ambiente. En Colombia y en el mundo, los mayores costos en la producción pecuaria sea cual sea la especie son

generados por conceptos de nutrición, dichos costos tienen una participación alrededor del 50% al 80%; en el sector avícola, más específicamente en el sistema de producción de pollo de engorde, el alimento balanceado que es indispensable para lograr un buen desarrollo muscular de los animales y obtener lotes homogéneos al finalizar el ciclo productivo, representa una gran inversión en el productor. Por tanto, el propósito de este estudio fue evaluar la cocción de las vísceras como una herramienta para mejorar la calidad del ensilado y a su vez utilizar y evaluar el ensilaje biológico de vísceras de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en un concentrado para la alimentación de pollos de engorde en la etapa de levante. Para su evaluación se tuvo en cuenta parámetros microbiológicos, organolépticos, productivos y económicos. De la misma manera se buscó crear conciencia en los piscicultores de la Provincia de García Rovira para que se apropien de nuevas tecnologías que minimicen el impacto ambiental y que traigan consigo algún tipo de beneficio económico. Se espera con este tipo de propuestas contribuir con la disminución del impacto ambiental causado por los sistemas de producción animal, sugiriendo alternativas de buena calidad nutricional y microbiológica en la alimentación animal en la zona de influencia

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la cocción de las vísceras de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) sobre características físicas, químicas y microbiológicas de un ensilaje biológico de vísceras y su posterior uso en una dieta para pollo de engorde en fase de levante.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar el efecto de la cocción de las vísceras, sobre las características organolépticas de un ensilaje biológico de vísceras de pescado.

Identificar el efecto de la cocción de las vísceras sobre la calidad microbiológica de un ensilaje de vísceras de pescado.

Determinar el efecto térmico de las vísceras sobre composición nutricional de un ensilaje de vísceras de pescado.

Evaluar diferentes niveles de inclusión del ensilaje de vísceras de pescado en una dieta para pollos de engorde, a través de los parámetros productivos.

Determinar la eficiencia económica de la elaboración de ensilajes respecto a su uso como ingrediente en dietas para pollos de engorde.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 ANTECEDENTES

silos biológicos se pueden elaborar a través de métodos químicos o biológicos, al respecto Toledo y Llances (2006) evaluaron las características fisicoquímicas y microbiológicas de los residuos de pescado, por vías bioquímica y biológica, observando que ambos ensilados presentaron características organolépticas diferentes, pero ningún indicativo de descomposición, en cuanto al pH se comportó estable y los contenidos de proteína bruta, extracto etéreo y cenizas no presentaron diferencias significativas durante el almacenamiento¹.

El periodo de vigencia es uno de los parámetros que determinan su viabilidad para la inclusión en dietas para animales, la cual está relacionada con el uso y proporción de diferentes ingredientes que hacen parte del ensilaje y garantizan los procesos de fermentación como argumentó Belli (2009), quien evaluó la estabilidad aeróbica, nutricional e inocuidad del ensilado biológico de pescado y tiempo óptimo de uso en la alimentación animal al utilizar dos niveles de inclusión de melaza (10% y 20%), encontró un mayor deterioro con la inclusión del 10% mientras que al 20 % de inclusión se logró conservar hasta por 10 días sin presentar cambios en su composición².

En cuanto al uso del ensilado biológico de vísceras de pescado en la alimentación animal, estudios han demostrado que una inclusión de 5% de silo de pescado en

¹TOLEDO PEREZ, José; LLANES IGLECIAS, José. Estudio comparativo de los residuos de pescado ensilados por vías bioquímica y biológica. En: Revista AquaTIC, 2006. vol.25, p. 30-33.

²BELLI, Jorge Enrique. Estabilidad aeróbica y día óptimo de uso del ensilado biológico de pescado para la alimentación animal. [Online]. Trabajo de grado Médico Veterinario Zootecnista. Veracruz: Universidad Veracruzana. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2009. p.31-33. [Consultado en Diciembre de 2015] Disponible en: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/107/1/JORGE%20ENRIQUE%20BELLI%20CONTRERAS.pdf>

la dieta para cerdos en etapa de crecimiento tiene efectos significativos sobre la ganancia de peso y el consumo de alimento, respecto a inclusiones superiores (2.5%) y dietas comerciales, contrario a lo observado en la fase de engorde, donde no resulta tener un efecto positivo (Ottati y Bello, 1990).

Gómez *et al.*, (2014) plantearon la importancia de reducir al máximo los costos de producción avícola mediante el uso de alimentos no convencionales, para ello propusieron una alimentación con diferentes niveles de inclusión de ensilaje de vísceras de pescado, obteniendo como resultado una reducción en los costos de hasta el 22,2% cuando se usó el 30% de ensilaje³.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Acuicultura en Colombia: el sector acuícola en Colombia remonta sus inicios en la década de los años 30 del siglo xx con la llegada al país de la trucha arco iris *Onchorhynchus mykiss*, posteriormente se introdujo la especie *Oreochromis sp* y se iniciaron trabajos con algunas especies nativas para encabezar actividades de fomento en el sector pecuario⁴. En la actualidad esta actividad en Colombia genera cerca del 0.51% del producto interno bruto (PIB) y vincula cerca de 400.000 personas con empleos directos e indirectos.

2.2.2 Proceso de Ensilaje: el ensilaje es un método de conservación de un recurso alimenticio que se basa en la eliminación del aire (oxígeno) de la masa de alimento para promover la fermentación de azúcares a ácido láctico por bacterias ácido-lácticas que causan un incremento de acidez (reducción en el pH) lo cual

³GOMEZ, Gilma; [... y otros]. Evaluación del ensilaje de vísceras de tilapia roja (*oreochromis spp*) en alimentación de pollos de engorde. *En*: Revista Bio agro, 2014, vol.12, no.1. p.1.

⁴MERINO, Mario; [... y otros]. Diagnóstico del estado de la acuicultura en Colombia. [Online]. Bogotá, Colombia: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, 2013. p.5. [consultado en Diciembre de 2015] Disponible en:http://www.aunap.gov.co/files/Diagnostico_del_estado_de_la_acuicultura_en_colombia.pdf

inhibe la degradación del ensilaje por: enzimas vegetales (primariamente enzimas degradantes proteicas), especies indeseables de bacteria (enterobacterias, Clostridium), levaduras, hongos y las mismas bacterias ácidas lácticas.⁵

2.2.3 Ensilado Biológico de Pescado (EBP): durante los últimos años se ha despertado un gran interés en la preparación de ensilados biológicos utilizando residuos orgánicos para producir fuentes de proteína de alta calidad a un costo relativamente accesible. El fundamento es la producción de ácido por la fermentación microbiana de carbohidratos, siendo un ejemplo el producto fermentado del procesado de residuos de la industria pesquera (Díaz, 2004).

A través de un proceso de fermentación anaeróbica controlada, es posible preparar un producto fermentado, químicamente estable y con alto valor nutritivo con gran aceptación por los animales. Para ello se utiliza una fuente de carbohidratos fermentables para la producción de ácido láctico (ej. harinas de maíz, yuca, arroz y avena; almidón de maíz y melaza) (Tatterson *et al.*, 1974).

En el proceso de ensilado biológico, es común utilizar inóculos de bacterias productoras de ácido láctico (BPAL) Lactobacillus, Pediococcus o Streptococcus 15%, fuentes de carbohidratos como la melaza de caña en proporción de 3%, para acelerar el proceso, sal de cocina 2% como ayudante de conservación (FAO, 1997; León ,2003).

La licuefacción observada durante el almacenamiento del ensilado es debida principalmente a las enzimas proteolíticas de las vísceras del pescado, lo cual puede determinarse a través de su consistencia. Hay antecedentes que demuestran la utilización de jugo de frutas para acelerar la fermentación (Córdova

⁵WATTIAUX, Michel. Introducción al proceso de ensilado. En: Revista Novedades Lácteas, 2014. vol.52, p.4

et al., 1990), este método fermentativo ha sido considerado preferible especialmente en países tropicales debido a la viabilidad de fuentes de carbohidratos (Bustari, 2003). A continuación se presentan las ventajas que representa el uso del ensilado biológico de pescado (Bello, 1993):

- a) Manipulación sencilla, sin peligros y riesgos que representa el ensilado químico.
- b) costos reducidos, al no tener que importar el ácido orgánico.
- c) La posibilidad de adicionar diversas cepas de bacterias ácido-lácticas.
- d) Disponibilidad de melaza a un costo razonable.
- e) Tiempo de proceso reducido.
- f) Un producto, incluyendo sabor y olor, más atractivo, agradable y apetecible.

2.2.4 Características organolépticas: las características organolépticas como el aroma, color, textura, y sabor. Generalmente los ensilados biológicos muestran una coloración rosada a las 24 horas de su preparación, lo que determina la presencia de bacterias putrefactivas. A las 48 horas su coloración es más oscura, con una consistencia pastosa y su olor es muy semejante a la sardina en conserva. Estos factores van variando debido a las bacterias ácido lácticas que provocan un descenso del pH, que permite la hidrólisis de la proteínas que a su vez impiden el desarrollo de bacterias putrefactivas, Palmira et al (1996)⁶.

2.2.5 Pasteurización: el proceso de pasteurización usado en la industria alimenticia consiste en someter los alimentos a cambios bruscos de temperaturas para eliminar agentes patógenos mejorando la calidad de los productos y alargando su vida útil. Existen diferentes métodos de pasteurización el VAT o lento, HTST (High Temperature for Short Time) y UHT (Ultra High Temperature),

⁶PADILLA, Palmira. Técnica del ensilado biológico de residuos de pescado para ración animal. En: Revista Folia amazónica, 1996. vol.8, no.2, p.149-150

que se diferencian entre sí por las temperaturas aplicadas, los tiempos usados, y el tipo de maquinaria requerida.

2.2.6 Secado y almacenado: los ensilados pueden ser expuestos al sol durante 24 a 48 horas o el tiempo necesario para reducir la humedad al 5% representando un rendimiento del 50% de su peso original. Luego se empaca en bolsas plásticas y se guardan en un lugar con poca humedad y protegido de la luz solar, hasta su utilización. Es importante realizar este paso para proporcionar una mayor cantidad de nutrientes en los ensilados. Sin embargo un elevado contenido de humedad favorece el crecimiento de hongos, Palmira et al (1996)⁷.

2.2.7 Forma de utilizar el ensilado de pescado: el ensilado de pescado se puede utilizar en estado líquido o seco (secado al sol, horno desecador, evaporación al vacío; mezclado con alimentos secos), con características y calidad nutricional superior o muy semejante a la harina de pescado, incluyéndolo como un ingrediente dentro de las formulaciones de alimentos concentrados o como un aditivo diario artesanal en la alimentación animal, siendo una fuente proteica (Gonzales et al., 2007)⁸.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

Acuicultura: la acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos tanto en zonas costeras como del interior que implica intervenciones en el proceso de cría para aumentar la producción. Es probablemente el sector de producción de alimentos

⁷Ibíd., p.19

⁸Ibíd., p.16

de más rápido crecimiento y representa ahora casi el 50% del pescado destinado a la alimentación a nivel mundial, FAO (2015)⁹.

Alimentación no convencional: son aquellos susceptibles de ser utilizados en dietas para animales cuya comercialización es baja o nula y se caracterizan por: contener una elevada cantidad de agua (papa, zanahoria, plátano, banano, yuca, suero de leche, jugo de caña de azúcar, etc), motivo por el cual no es posible su almacenamiento prolongado sin recurrir a un proceso de ensilaje o deshidratación. Dichos alimentos poseen altos contenidos de fibra siendo un limitante para su uso¹⁰.

Antioxidantes: los antioxidantes son sustancias naturales o sintéticas que pueden prevenir o retrasar algunos tipos de daños a las células. Los antioxidantes se encuentran en muchos alimentos, incluyendo frutas y verduras¹¹.

Propiedades organolépticas: las propiedades organolépticas son características de reconocimiento no científico, de las que se sirve el hombre para distinguir y separar las cualidades de las cosas, ya sean alimentos o características de otras materias. El principio organoléptico, implica el uso de los sentidos para tener la percepción de lo visto o estudiado, así podemos distinguir sus propiedades mediante los sentidos.

⁹ORGANIZACIÓN PARA LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Desarrollo de la acuicultura [Online] Quebec, Canadá: FAO, 2015.p.1. [Consultado en Diciembre de 2015] Disponible en: <http://www.fao.org/aquaculture/es/>

¹⁰UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. La respuesta animal a los recursos alimenticios no convencionales. [Online] Bogotá, Colombia: UNAD, 2015. p.1. Consultado en Diciembre de 2015] Disponible en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/200012/Nutricion_animal_exe/leccin_26.html

¹¹CENTRO NACIONAL PARA LA MEDICINA COMPLEMENTARIA Y ALTERNATIVA. Antioxidantes. [Online] Rockville Pike, Bethesda: Biblioteca nacional de medicina EE.UU, 2015. p.1.[Consultado en Diciembre de 2015]Disponible en: <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/antioxidants.html>

2.4 MARCO LEGAL

En Colombia las principales normas que rigen a la acuicultura se consignan en la **Ley 13/90**¹² y el **Decreto reglamentario 2256/91**¹³ para permisos de cultivo o licencias de funcionamiento. En referente al área ambiental las corporaciones autónomas regionales (CAR) con apoyo de los consejos regionales de las cadenas productivas, diseñan las guías ambientales para la piscicultura a fin de que la actividad se realice de forma sostenible.

Resolución 1698 del 2000. Por la cual se dictan disposiciones sobre productores de alimentos para animales con destino al autoconsumo.

Resolución 1056 del 17 abril de 1996. Por la cual se dictan disposiciones sobre el control técnico de los Insumos Pecuarios y se derogan las Resoluciones No. 710 de 1981, 2218 de 1980 y 444 de 1993.

CAPITULO 1

Artículo 1: insumo pecuario. Todo producto natural, sintético o biológico, o de origen biotecnológico utilizado para promover la producción pecuaria, así como para el diagnóstico, prevención, control, erradicación y tratamiento de las enfermedades, plagas y otros agentes nocivos que afecten a las especies animales o a sus productos. Comprende también los cosméticos o productos destinados al embellecimiento de los animales y otros que utilizados en los animales y su hábitat restauren o modifiquen las funciones orgánicas, cuiden o

¹²COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 13. 15, enero, 1990). Por la cual se dicta el Estatuto General de Pesca. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1990. no. 39143. p. 1-5

¹³COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA Decreto 2256 (4, octubre, 1991). Por el cual se reglamenta la ley 13 de 1990 Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1991. no. 40165. p. 1

protejan sus condiciones de vida. Se incluyen en esta definición alimentos y aditivos¹⁴.

Norma para alimentos:

Resolución No. 1414 de 1989 del ICA. Establece las Normas sobre la Industria y Comercio de los Alimentos para Animales, que regulan la producción, importación, distribución y control de calidad de los alimentos para animales. Productores e importadores deben estar registrados con el ICA. Parámetros microbiológicos para la alimentación animal.

Los riesgos que representa para la salud del hombre y los animales cuando consumen alimentos con cargas microbiológicas por encima de los límites permisibles y/o la presencia de microorganismos patógenos, así como su contaminación focalizada obligan cada vez más a establecer controles y normas estrictas para evitar y controlar la presencia de estos microorganismos (bacterias y hongos). En el Comité de Alimentos para animales del ICONTEC y por concertación entre los industriales, productores, investigadores, comercializadores y el ICA como organismo oficial de control, se establecieron los límites permisibles de contaminantes en la parte microbiológica en alimentos para animales (cuadro 1)¹⁵.

¹⁴COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Resolución 1056 (17, abril, 1996). Por la cual se dictan disposiciones sobre el control técnico de los Insumos Pecuarios y se derrocan las Resoluciones No.710 de 1981, 2218 de 1980 y 444 de 1993. Bogotá, D.C: ICA, 1996.p.3.

¹⁵COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Resolución 1414. (26, mayo, 2006). Por la cual se establece el registro ante el ICA, de productores de camarón y de peces para consumo humano con destino a la exportación. Bogotá, D.C: ICA, 2006.p.1.

Tabla 1. Parámetros microbiológicos para alimentación avícola y piscícola respectivamente.

Parámetros microbiológicos	UFC/g	UFC/g
Recuento microorganismos mesófilos	10×10^5	10×10^4
Recuento microorganismos coliforms	10×10^4	10×10^2
Recuento sulfito reductores	20×10^1	10×10
Recuento hongos	10×10^4	50×10^2
Aislamiento Salmonella spp en 25 g	Ausente	Ausente
Aislamiento Escherichia coli	Ausente	Ausente

Fuente: NTC 2107 y NTC 3688.

3 PROCESOS METODOLÓGICOS

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se realizó una investigación de tipo experimental, mediante la cual se evaluó la calidad microbiológica, nutricional y propiedades organolépticas de un ensilaje biológico elaborado a partir de vísceras de pescado en estado crudo y pasteurizado; con base en el análisis de los resultados de las variables microbiológicas, nutricionales y organolépticas se escogió el ensilaje con las mejores características y se evaluó el efecto de su inclusión en diferentes niveles (4% y 8%), sobre los parámetros productivos de pollos de engorde de la línea Cobb en la etapa de levante.

3.2 LOCALIZACIÓN

La recolección de las vísceras de trucha arco iris tuvo lugar en dos explotaciones similares, que manejan sistemas de producción a pequeña escala y logran satisfacer únicamente el mercado local; utilizan concentrado de tipo comercial como principal fuente de alimento, combinado con subproductos de la especie (vísceras, branquias) sin ningún tipo de tratamiento. Los predios se encuentran ubicados en el municipio del Cerrito Santander, la primera corresponde al señor Yorlandy Salinas, finca el Molino, vereda Tulí y la segunda pertenece al señor Norberto Cáceres, finca el Porvenir, vereda el Volcán.

El ensayo se llevó a cabo en el municipio de Málaga Santander, ubicado entre los 6°41'58" al Norte y 72°43'58" al Oeste, a una altura promedio de 2235 m.s.n.m. y temperatura promedio de 18°C. La Universidad Industrial de Santander sede Málaga dispuso los laboratorios de alimentos, acuicultura y anatomía, para la ejecución de los diferentes procedimientos: elaboración y seguimiento del ensilaje, elaboración de las dietas y sacrificio de las aves.

La evaluación de las dietas en los individuos experimentales se efectuó en el sector el dorado del municipio de Málaga.

El análisis bromatológico del ensilaje de vísceras de pescado fue realizado en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, y los análisis microbiológicos en el laboratorio Bacteriológico de Alimentos LABALIME en la ciudad de Bucaramanga.

3.3 DURACIÓN DEL PROYECTO

La Investigación comprendió un periodo de 6 meses, dividida en dos fases:

Fase de campo: tuvo una duración de 5 meses, periodo en el que se realizó la recolección de las vísceras de pescado, se elaboraron los ensilajes y se evaluó su inclusión en una dieta para la alimentación de pollos de engorde.

Fase de análisis: con una duración de un mes, este periodo comprendió el análisis de los resultados obtenidos durante la fase experimental y la elaboración del documento final.

3.4 METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL SILO

3.4.1 Tratamientos: se diseñaron dos tratamientos para evaluar el manejo de las vísceras previo al proceso de ensilaje:

Tratamiento 1(EVC): ensilaje biológico de vísceras crudas.

Tratamiento 2 (EVP): ensilaje biológico de vísceras pasteurizadas

3.4.2 Elaboración del ensilaje de vísceras de pescado: para la elaboración del ensilaje se tuvo en cuenta los ingredientes y los porcentajes de inclusión sugeridos

por Cardozo y Barón (2014)¹⁶ (tabla 2, fórmula 1) para su uso en la alimentación animal, con base en las características microbiológicas y bromatológicas observadas. Sin embargo se hizo una modificación en el uso de los microorganismos eficientes (EM) respetando el límite mínimo de inclusión (5%), con el fin de garantizar su funcionalidad dentro de los ensilajes (Tabla 2, fórmula 2).

Tabla 2. Fórmula para la elaboración de un ensilado biológico de vísceras de pescado.

Materias primas	Fórmula1	Fórmula 2
	Cantidad (%)	Cantidad (%)
Vísceras	75	75
Melaza	15	15
Kumis	5	2
BHT*	1	1
Sal	2	2
EM*	2	5

*EM: microorganismos eficientes

*BHT: Butil hidroxitolueno

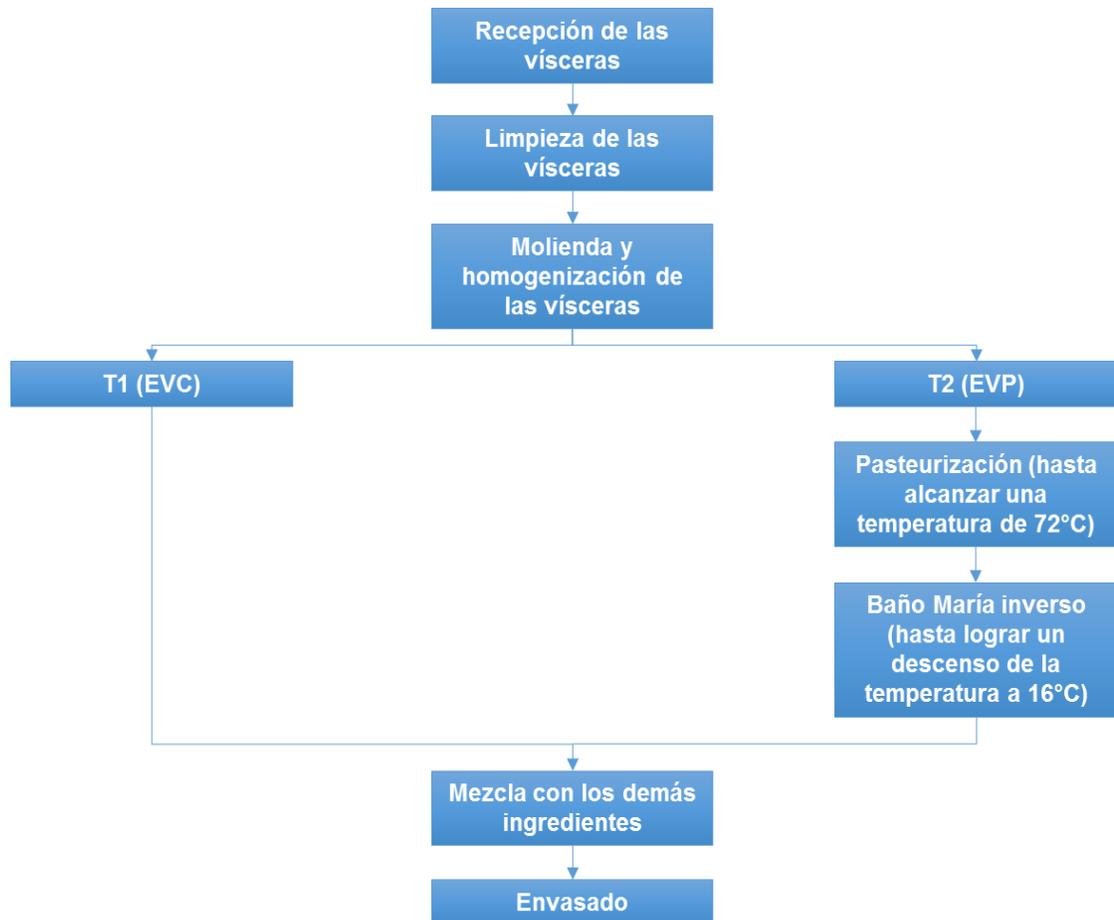
Fuente: BARÓN Y CARDOZO, 2014.

El procedimiento para la elaboración de los dos ensilajes fue similar desde la colecta de las vísceras hasta su molienda (figura 1), momento el cual una fracción de la materia prima (7.8kg) se sometió a un proceso de cocción hasta lograr 72°C, inmediatamente después se llevó a baño de María inverso hasta conseguirse la temperatura ambiente (16°C) en el producto para su posterior mezcla con el resto

¹⁶BARÓN, Evelin Yurley; CARDOZO, Luis Ricardo. Estandarización de un ensilaje biológico de vísceras de pescado con adición de microorganismos eficientes (me) para uso en la alimentación animal. Trabajo de grado Zootecnia. Málaga: Universidad Industrial de Santander. Programa de Zootecnia. 2014. p. 43.

de los ingredientes; la otra porción de la materia prima (7.8kg) se mezcló directamente con los demás ingredientes hasta lograr la homogenización de los mismos.

Figura 1. Proceso para la elaboración del ensilaje biológico de vísceras de pescado.



Los microorganismos eficientes utilizados para la elaboración del ensilaje requieren una activación previa a su uso, para ello se siguieron las instrucciones de la casa comercial FUNDASES ®¹⁷.

3.4.3 Diseño y manejo experimental de la elaboración del ensilaje: una vez obtenida la mezcla final, cerca de 11 kg de ensilado biológico para cada tratamiento, se almacenó en 15 recipientes con capacidad de 1000 ml, envasando aproximadamente 700 gr de la mezcla en cada uno. El Periodo de almacenamiento fue de 30 días, en un lugar fresco, a temperatura ambiente y protegido de la luz solar.

Durante la primera semana se llevó a cabo la desgasificación de los silos, lo cual consistió en homogeneizar la mezcla mediante agitación, seguido de la extracción del gas producto de la fermentación, por medio de un ligero movimiento de la tapa. Al completar la primera semana se midió el pH para cada tratamiento, este procedimiento se repitió cada 7 días durante todo el periodo experimental, en tres repeticiones tomadas al azar de cada tratamiento, seguidamente cada repetición fue descartada del proceso experimental.

Al finalizar el periodo de elaboración del ensilaje se tomó una muestra de cada tratamiento, la cual fue sometida a un panel sensorial para la evaluación de las características organolépticas. Asimismo se tomaron 120 g de muestra para enviar a cada laboratorio, junto con 120 g de vísceras de pescado, con el objeto de efectuar los análisis microbiológicos y bromatológicos respectivos.

3.4.4 Variables para la evaluación del ensilaje

¹⁷EFFECTIVE MICROORGANISMS. Activación del EM•1® [Online] Bogota, Colombia: Effective MicroorganismsTM, 2015. p.1.[Consultado en Enero de 2016]Disponible en: http://em-la.com/activacion_del_emy1%C2%AE.php?idioma=1

Variables microbiológicas: los parámetros solicitados al laboratorio correspondieron a los indicados por la norma técnica Colombia (NTC) para evaluar materias primas para consumo animal:

- Microorganismos mesófilos, por recuento en placa P. cou.
- Microorganismos coliformes, por recuento en placa Chromo.
- Escherichia coli, por recuento en placa Chromo.
- Clostridium sulfito reductores, mediante recuento en tubo
- Recuento de Mohos y levaduras, mediante la técnica recuento en placa rosa B.
- Salmonella spp, por el método Salmosyst.

pH: este parámetro se midió con bandas indicadoras de pH en los días 0, 7, 14, 21, y 30 de elaboración, con el propósito de vigilar el cambio en la acidez en cada uno de los tratamientos y por consiguiente la calidad en el proceso.

Variables organolépticas

- Olor
- Color
- Consistencia

Para su valoración se realizó una encuesta a 15 panelistas elegidas al azar quienes calificaron los tratamientos según sus propios criterios (ver anexo 1).

Parámetros nutricionales

- Materia seca (MS)
- Proteína cruda (PC)
- Extracto etéreo (EE)
- Cenizas (CZ)

- Calcio (Ca)
- Fosforo (P)
- Energía Bruta (EB)

Las técnicas de laboratorio para el análisis de las variables bromatológicas se realizaron de acuerdo a la metodología propuesta por la AOAC (1996), el cálculo de energía bruta se hizo mediante bomba calorimétrica.

3.4.5 Diseño estadístico: el análisis de las variables organolépticas se realizó a través de un diseño estadístico no paramétrico, con un análisis de varianza empleando la prueba de Friedman, se utilizó una prueba de t (LSD) para evaluar las diferencias entre los tratamientos.

Para el análisis del pH se empleó un análisis de varianza con arreglo factorial en un diseño estadístico completo al azar. Los supuestos de este modelo son material experimental homogéneo, el error de muestro es una variable aleatoria independiente con distribución normal, media 0 y varianza común ($\epsilon_{ij} \sim N(0; \sigma^2)$) los cuales se probaron mediante Shapiro-Wilk para la normalidad del error y homogeneidad de varianzas a través de una prueba de Levene (Martínez y Martínez, 2011).

Modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

- i: 3 repeticiones (frascos de almacenamiento)
- j: 4 niveles (factor A: días de medición)
- k: 2 niveles (Factor B: EVC y EVP)

En donde,

Y_{ijk} : respuesta observada del nivel j de A, nivel k de B en la repetición i.

μ : media general

α_j : efecto aditivo del nivel j de A

β_k : efecto aditivo del nivel k de B

$(\alpha\beta)_{jk}$: efecto aditivo de la combinación del nivel j de A con el nivel k de B, constituye el efecto de la interacción AB

ε_{ijk} : error aleatorio $\varepsilon_{ij} \sim N(0; \delta^2)$

Para identificar las diferencias significativas se aplicó una prueba de Tukey (5%), los valores son expresados como media y desviación estándar (DS). Los análisis estadísticos se realizaron a través del programa estadístico SAS® V9.2. Para las variables microbiológicas y nutricionales se utilizó un análisis descriptivo.

3.5 METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA INCLUSIÓN DEL SILO EN UNA DIETA PARA POLLOS DE ENGORDE.

3.5.1 Tratamientos: posterior al análisis de los resultados obtenidos en las variables microbiológicas, organolépticas y de composición nutricional, se eligió el ensilaje de vísceras pasteurizadas (EVP), ya que el perfil microbiológico evidenciando que EVP posee una menor carga de organismos mesófilos lo cual brinda una mayor seguridad para su inclusión en la alimentación animal y con el cual se elaboraron los siguientes tratamientos:

CC: concentrado sin inclusión de ensilaje de vísceras pasteurizadas.

CVP4: concentrado con inclusión del 4% de ensilaje de vísceras pasteurizadas.

CVP8: concentrado con inclusión del 8% de ensilaje de vísceras pasteurizadas.

3.5.2 Diseño y elaboración de la dieta: para el diseño de la dieta (tabla 3) se tuvo en cuenta los requerimientos para la línea de aves Cobb en etapa de levante (día 11 al 22 de edad) y los ingredientes disponibles en el municipio de Málaga; la dieta fue formulada mediante la herramienta Solver del programa Microsoft Excel®. En la tabla 4 se puede observar el aporte nutricional de las dietas en comparación con los requerimientos alimenticios para la línea Cobb, donde se evidencia que no hay diferencias numéricas entre tratamientos para distintos nutrientes.

Inicialmente se formuló una dieta solo con los ingredientes típicos de la zona y sobre esta se formularon dos dietas con diferentes niveles de inclusión del ensilaje previamente seleccionado (4 y 8 %). Para la inclusión del silo en la ración se tuvo en cuenta recomendaciones de la industria donde sugieren una inclusión no mayor al 10% de ensilaje de vísceras, debido a que a nivel industrial se han detectado que inclusiones mayores pueden ser perjudiciales para la digestión de las aves; además existen otros factores a considerar como la calidad y cantidad de vísceras, ya que estas pueden afectar la calidad de la dieta por ser características dependientes al lugar de origen.

Tabla 3. Tabla 3. Composición de las dietas para la alimentación de pollos de engorde en la etapa de levante (día 11 al 22).

Ingredientes	CC%	CVP4%	CVP8%
Torta de soya	38.262	36.707	35.151
Grano de maíz	55.527	52.794	50.060
Aceite	2.654	2.991	3.328
Vísceras	0.000	4.000	8.000
Sal	0.300	0.300	0.300
Carbonato de Ca	1.015	1.011	1.007
Fosfato tricalcico	1.942	1.898	1.854
Premezcla	0.300	0.300	0.300

Concentrado sin inclusión de ensilaje de vísceras de pecado (CC). Concentrado con inclusión del 4% de ensilaje de vísceras pasteurizadas (CVP4). Concentrado con inclusión del 8% de ensilaje de vísceras pasteurizadas (CVP8).

Tabla 4. Aporte nutricional de las dietas elaboradas.

Nutriente	Recomendado	CC	EVP4%	EVP8%
EM (kcal/kg)	3086.0	2950.0	2950.0	2950.0
Proteína bruta (%)	20.0	21.0	21.0	21.0
Fibra bruta (%)		3.5	3.4	3.2
Grasa (%)		2.7	3.3	3.8
Lisina digestible	1.1	1.0	1.0	1.0
Cenizas (%)		3.0	3.2	3.3
Calcio (%)	0.8	0.9	0.9	0.9
Fosforo (g/kg)		0.7	0.7	0.7
Fosforo digestible	0.4	0.5	0.4	0.5

Para la elaboración de los concentrados se calculó la cantidad de alimento necesaria para la etapa de levante de los animales y de la misma manera la disponibilidad de las materias primas para su fabricación. Posteriormente se pesó cada uno de los ingredientes en recipientes individuales y se mezclaron de la siguiente manera:

Paso 1: se mezcló en un recipiente la sal, el carbonato de calcio, el fosfato tricalcico y la premezcla mineral (Mezcla 1).

Paso 2: se mezcló el aceite de girasol con la harina de soya (Mezcla 2).

Paso 3: se homogenizo la mezcla1 con el maíz (Mezcla3).

Paso 4: se combinó la mezcla 2 con la mezcla 3.

Paso 5: a la mezcla resultante del paso anterior se añadió el EVP (cuando fue necesario), se homogenizo hasta eliminar todos los grumos y lograr una apariencia uniforme.

3.5.3 Instalaciones y material biológico: días antes de la llegada de los animales se realizaron labores de limpieza y desinfección del galpón y de todos

los equipos (comederos y bebederos), seguido a esto se hizo un precalentamiento de la instalación para ajustar la temperatura óptima para los animales.

Fueron seleccionados 50 pollos de la línea Cobb de cinco días de nacidos, los cuales se instalaron en un galpón de tres metros de largo por cuatro metros de ancho, el cual fue acondicionado con un sistema de calefacción con dos bombillos de 70W para el mantenimiento de la temperatura. Se instaló un techo de plástico transparente con el fin de garantizar la entrada de luz, de igual forma se colocó un sistema de cortinas que permitió la liberación de gases y entrada de oxígeno al lugar.

La etapa de iniciación tuvo una duración de cinco días (del día cinco al día diez de edad) dentro de los cuales se suministró concentrado comercial Solla® inicio, que se brindó en dos raciones (6am y 1pm) de acuerdo a la guía de manejo de la línea Cobb (tabla 5), el consumo de agua fue a voluntad.

Tabla 5. Consumo de alimento sugerido para la línea Cobb del día 11 al 22 de edad.

Edad en días	Consumo diario de alimento (g)
11	54
12	58
13	64
14	68
15	75
16	81
17	87
18	93
19	98
20	105
21	111
22	117

Fuente: COBB® 2015.

En el galpón previamente descrito se instalaron nueve jaulas de madera forradas en malla plástica (60 centímetros de largo * 80 centímetros de ancho* 80 centímetros de alto); con el fin de garantizar el bienestar y el correcto desarrollo de los animales se proporcionó el espacio vital sugerido por la guía de manejo de la línea (10 pollos por metro cuadrado)¹⁸; cada una contó con un bebedero y un comedero longitudinal, fabricados en tubos de PVC de 3 pulgadas por 50 centímetros de largo.

¹⁸AVIAGEN. Manual de manejo pollo de carne [Online] Bogotá, Colombia: Aviagen Group, 2014. p.1.[Consultado en Enero de 2016] Disponible en: http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spansh_TechDocs/Manual-del-pollo-Ross.pdf

3.5.4 Diseño experimental para la evaluación del efecto de la inclusión del ensilaje en la dieta: una vez terminó el periodo de iniciación se eligieron 45 pollos y se distribuyeron al azar entre los tratamientos. Cada tratamiento estuvo conformado por tres repeticiones y cada repetición por 5 pollitos, es decir que cada tratamiento contó con 15 aves.

Durante el periodo experimental se trató que las aves se encontraran en confort, contando con disponibilidad de agua, control de temperatura y limpieza de las unidades experimentales. La oferta del alimento se realizó de acuerdo a la guía de manejo de la línea Cobb¹⁹, suministrándolo diariamente en dos raciones, 6 am y 1 pm.

Para el seguimiento de los parámetros productivos se halló el peso de los animales en tres periodos, para lo cual fue necesario inducir un ayuno el día anterior, ofreciéndoles una sola ración de alimento; además los individuos fueron supervisados diariamente para registrar el estado de salud, desperdicio de alimento, comportamiento y cualquier evento que se pudiera presentar durante el periodo de estudio.

3.5.5 Variables para la evaluación del efecto de la inclusión del ensilaje en la dieta

Parámetros productivos

Consumo: para el análisis de esta variable se halló la diferencia diaria entre la oferta y el residuo de alimento en cada unidad experimental, teniendo en cuenta el porcentaje de materia seca y con ello calcular el consumo acumulado en esta etapa (día 11 al 22 de edad).

¹⁹COBB. Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde. [Online] Bogotá, Colombia: COBB-VANTRESS,2015.p.1 [Consultado en Enero de 2015] Disponible en: http://www.cobbvantress.com/languages/guidefiles/fa21799020c94ab1a54e3bd02d974594_es.pdf

Ganancia de peso: para esta variable se registró el peso inicial (día 0), el peso intermedio (día 6), y el pesaje final (día 12) correspondientes a la etapa de levante (día 11 al 22 de edad), mediante una báscula digital.

Conversión y eficiencia alimenticia: estas se hallaron teniendo en cuenta el consumo acumulado en base seca para la etapa de levante y la ganancia de peso corporal obtenida en dicha etapa.

Porcentaje de mortalidad: se calculó llevando a cabo una inspección visual diaria donde se registraron los eventos afines al parámetro.

Indicadores morfométricos del tracto gastrointestinal: para el análisis de estas variables se identificaron y sacrificaron 3 individuos al azar por cada repetición, posteriormente fueron eviscerados y se registraron los siguientes parámetros con el fin de poder calcular los índices viscerosomático y hepatosomático:

Peso visceral: a través de una balanza analítica se determinó el peso de las vísceras, sin incluir buche y riñones por facilidad en el proceso de eviscerado.

Peso del hígado: posterior al pesaje de las vísceras se separó el hígado junto con la vesícula biliar (con líquido) y se registró su peso en una balanza analítica.

Longitud intestinal: se calculó desdoblado cuidadosamente el intestino y con ayuda de una regla se tomó la longitud que comprende desde el píloro hasta la cloaca.

Índice visceromático (IVS): este índice relaciona el peso corporal con el peso visceral y da un indicativo del desarrollo normal del individuo.

$$IVS = 100 * \frac{PESO VÍSCERAS}{PESO CORPORAL}$$

Índice hepatosomático (IHS): Esta variable nos permite dar una estimación aproximada del estado de salud, dado que describe la relación entre el tamaño del cuerpo y el tamaño del tejido hepático.

$$IHS = 100 * \frac{PESO\ DEL\ HIGADO}{PESO\ CORPORAL}$$

3.5.6 Diseño estadístico: para el análisis de las variables productivas y fisiológicas se empleó un análisis de varianza con un modelo completo al azar:

Modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

i: repeticiones, 3 jaulas por cada tratamiento (parámetros productivos) y 9 individuos por tratamiento (parámetros morfométricos)

j: niveles de los tratamientos (3)

En donde,

Y_{ij} : observaciones de la unidad experimental i que recibió el tratamiento j

μ : media total

τ_j : parámetro único debido al tratamiento j

ε_{ij} : error experimental

Los supuestos de este modelo son material experimental homogéneo y error de muestro como una variable aleatoria independiente con distribución normal, media 0 y varianza común, los cuales se probaron mediante Shapiro-Wilk para la normalidad del error y homogeneidad de varianzas a través de una prueba de Levene (Martínez y Martínez, 2011). Las diferencias significativas se evaluaron con una prueba de polinomios ortogonales (5%). Los valores son expresados como media y desviación estándar (DE).

El análisis estadístico se realizó a través del programa SAS® V9.2.

3.6 PARÁMETROS ECONÓMICOS

Como complemento a las variables descritas anteriormente se evaluó y comparó el costo de producción del ensilaje y el valor final de la dieta, con el objeto de determinar la relación costo beneficio de la alternativa nutricional.

Costos variables de producción: equivalentes al valor de las materias primas utilizadas en cada uno de los tratamientos.

Costos fijos de producción: se tuvo cuenta el uso de las instalaciones, la maquinaria, los equipos, los costos de administración y servicios.

Costos totales de producción: equivalente a la suma de los costos variables y los costos fijos de producción.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

El proceso de fermentación anaerobio que ocurre en un ensilaje permite conservar alimentos y garantizar una calidad y durabilidad del producto final. Gracias a la adecuada manipulación durante la elaboración del EVC y EVP se logró una disminución en la presencia de microorganismos indeseables que alteran la vida útil del producto, disminuyendo problemas sanitarios al ser incluidos en la alimentación animal. En la tabla 6 se puede observar y comparar la carga microbiana de la materia prima principal vísceras crudas (VC) con respecto al EVC y EVP, apreciándose una reducción en los microorganismos mesófilos en un 71.43% y 78.57% respectivamente, de igual forma para los microorganismos coliformes y el recuento de Mohos y levaduras se encontró una alta disminución en ambos tratamientos.

Tabla 6. Descripción microbiológica para VC, EVC, EVP al día 30 de elaboración.

PARÁMETRO	VC	EVC	EVP	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
Microorganismos mesófilos (ufc/g)	4,200	1,200	900	Menos de 10	100.000.000
Microorganismos coliformes (ufc/g)	600	Menos de 10	Menos de 10	Menos de 10	100,000
Escherichia coli (ufc/g)	240	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Clostridium sulfito reductores (ufc/g)	Menos de 10	Menos de 10	Menos de 10	Menos de 10	200
Recuento de Mohos y levaduras (ufc/g)	400	Menos de 10	Menos de 10	Menos de 10	100,000
Salmonella spp (ufc/25 g)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

VC (vísceras crudas). EVC (Ensilaje biológico de vísceras de pescado). EVP (ensilaje biológico de vísceras de pescado pasteurizado).

Es importante resaltar la eliminación total de la contaminación por *Escherichia coli*, probablemente gracias a la acidez generada en el proceso de fermentación anaerobia. Para los parámetros de presencia de sulfitos reductores y *Salmonella* no se encontraron diferencias cuantitativas entre las VC y los ensilajes.

El proceso de elaboración de los dos ensilajes mostro una alta eficiencia respecto a la disminución de microorganismos mesófilos, ya que la literatura reporta experiencias con valores mayores, como en el caso de Toledo (2006)²⁰, quien encontró una población de 298000 ufc/g presente en el ensilaje. En el presente trabajo se atribuye esta disminución, a la limpieza de las vísceras y a la asepsia durante los procedimientos, sin embargo otros estudios realizados con vísceras de tilapia reportan valores menores (<10 ufc) en el producto final (Barón y Cardozo, 2014). Las diferencias entre los dos tratamientos para esta variable (microorganismos mesófilos) podría explicarse por la exposición a la elevada temperatura a la que fue sometido el EVP proporcionando una mejor calidad y perfil microbiológico, parámetro que brinda una mayor confianza al momento de usar el ensilaje en la alimentación animal.

Como se analizará en la siguiente sección, se considera que la disminución en el valor de pH favorece el desarrollo de los microorganismos ácido-lácticos en los ensilados y previene la putrefacción del producto, lo que se puede constatar con la disminución general de microorganismo coliformes y la ausencia de *Salmonella* al final del tiempo de fermentación.²¹

Gracias a los resultados obtenidos en el análisis microbiológico se puede determinar que tanto el EVC como el EVP cumplen con la norma técnica

²⁰Ibíd. p.19

²¹HERNÁNDEZ, Spanopoulos; [... y otros] Producción de ensilados biológicos a partir de desechos de pescado, del ahumado de atún aleta amarilla (*thunnus albacares*) y del fileteado de tilapia (*Oreochromis sp*), para la alimentación de especies acuícolas. En: Revista Mexicana de Ingeniería Química, 2010. vol.9, no.2, p. 170-174.

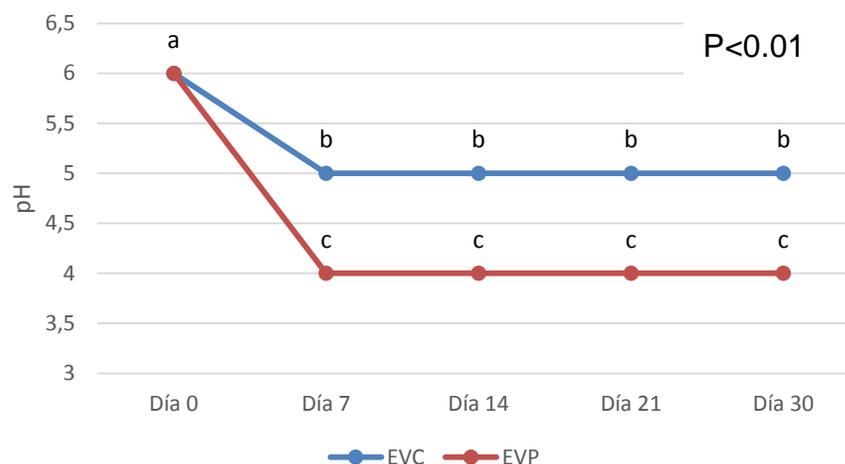
colombiana (NTC) 2107, por ende son aptos para ser usados en la formulación de raciones para la alimentación avícola.

4.2 VARIACIÓN EN LA ACIDEZ DEL ENSILAJE BIOLÓGICO DE VÍSCERAS DE PESCADO

Conforme a un adecuado proceso de fermentación, el pH de los dos tipos de ensilaje mostró un descenso propio al tipo de producto, pues se ha demostrado que valores de pH cercanos a 4 garantizan una mayor actividad de las enzimas presentes²² y por tanto una mayor estabilidad del ensilaje. En la gráfica 2 se exponen los valores del pH durante los 30 días de almacenamiento, apreciándose al inicio (día 0) un pH de 6 en los dos tratamientos; una semana más tarde (día 7) se encontró un descenso significativo ($p < 0,01$) en los dos ensilajes respecto al pH inicial. Sin embargo, el pH de EVP presentó un valor menor ($p < 0,01$) respecto a EVC, comportamiento que permaneció durante el periodo de evaluación. Esto quiere decir que se presentó una interacción entre el tiempo y el tipo de tratamiento.

²²BELLO, Rafael. Experiencias con Ensilado de Pescado en Venezuela. [Online] Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela Caracas, 2015. p.1. [Consultado en Marzo de 2016] Disponible en: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/APH134/cap1.htm>

Grafica 1. Variación en la acidez de los silos biológicos de vísceras de pescado.



Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.01$) entre y dentro de tratamientos.

Contrario a lo que se esperaba, en las semanas siguientes no se evidenció un cambio en el pH, es decir que los valores alcanzados al día 7 se mantuvieron constantes hasta el día 30, en los dos tratamientos.

La rápida estabilización del pH en los dos productos, constituye una condición ideal para evitar la descomposición del producto y garantizar una alta vida útil²³. Es probable que el rápido descenso y la estabilización del pH en el presente estudio se deba a la calidad de la materia prima y la inocuidad en los procesos de elaboración, tal como lo menciono Bello (1990), el buen estado de la materia prima influye directamente en el descenso del pH, ya que a mayor carga de microorganismos degradadores mayor debería ser la cantidad de bacterias ácido lácticas inoculadas al producto para que se dé una correcta disminución en los niveles del pH y evitar procesos de fermentación indeseables.²⁴

²³ Ibíd.p.45

²⁴ Ibíd.p.45

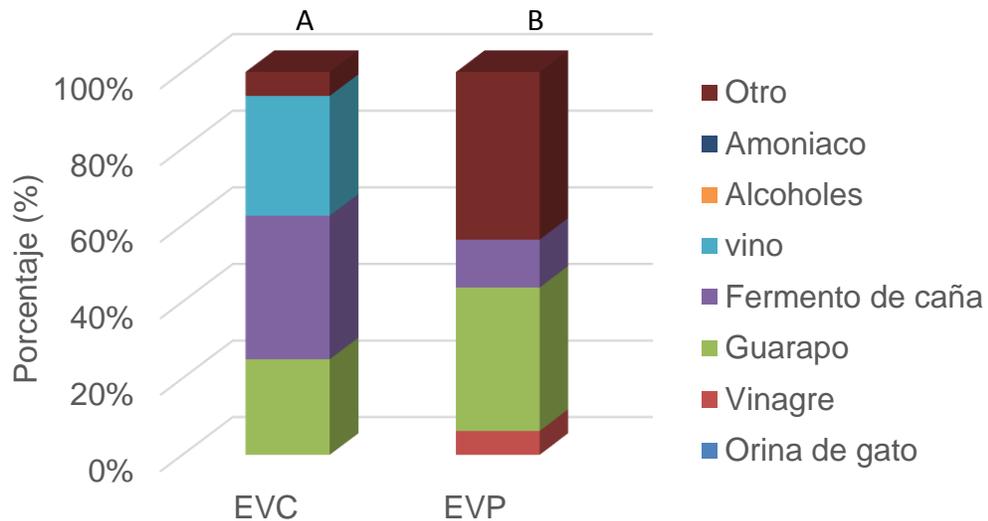
4.3 VARIABLES ORGANOLÉPTICAS

4.3.1 Olor: una vez se elaboraron los ensilajes (día 0) presentaron un olor característico a pescado fresco, a medida que transcurrió el experimento se percibieron cambios en el aroma indicando que se presentaba un proceso de fermentación anaerobia; finalizado el ensayo (día 30) a través del panel sensorial se identificó que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos, el ensilaje de vísceras crudas (EVC) tuvo como aroma característico el fermento de caña con una participación del 37.5%, seguido por el olor a vino con un valor de 31.25% y el olor a guarapo con un 25%, lo que señala que el p ianel sensorial detecto en este ensilaje un olor principalmente agradable y dulce (grafica 3).

Contrario a lo anterior, en el ensilaje de vísceras pasteurizadas (EVP) se encontró una respuesta controversial, ya que predominó el olor a pescado y a guarapo, 43.75% y 37.5% respectivamente, el aroma a pescado probablemente se debió a la concentración del aroma por el proceso de cocción. Sin embargo en ambos tratamientos se apreciaron olores agradables y similares a los de un buen proceso de fermentación lo que indica el buen estado y la calidad del producto final, como lo señalaron Lessi *et al.*, (1989) el olor a pescado en conserva es normal en ensilados biológicos de pescado²⁵ y también es de esperar los olores similares de ensilados de forrajes como el fermento de caña muy probablemente por la inclusión de melaza en la formula.

²⁵ LESSI, E.; XIMENES C. Obtención de ensilado biológico, trabajos presentados en la segunda consulta de expertos sobre tecnología de productos pesqueros en América Latina. [Online] Montevideo, Uruguay: FAO, 1989. p.64. 11-15. [Consultado en Marzo de 2016] Disponible en: https://books.google.com.co/books?id=7eSHJ_dBJxYC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false

Grafica 2. Olores presentes en EVC y EVP (%)



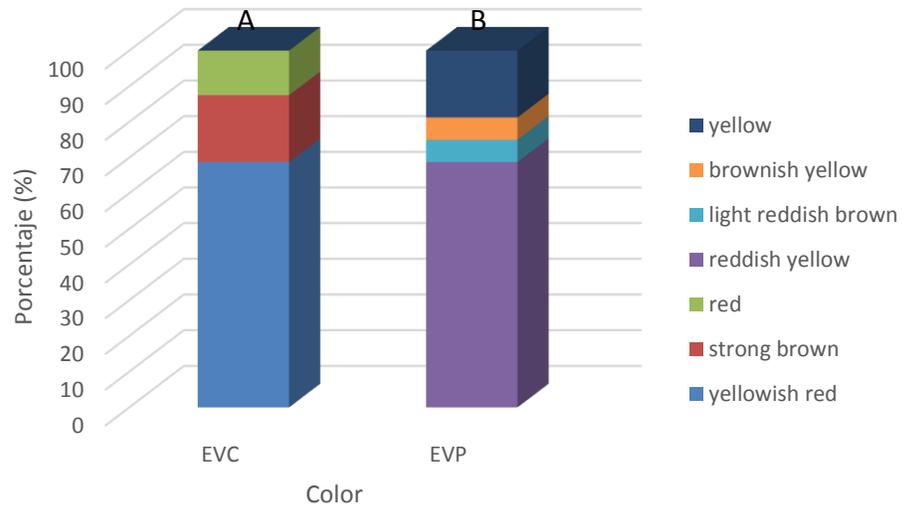
Otro: olor a pescado en conserva

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos.

4.3.2 Color: a pesar de que los tratamientos se elaboraron a partir de las mismas materias primas y en iguales proporciones, desde el día cero de elaborados los ensilajes presentaron coloraciones distintas y esta diferencia se mantuvo hasta el día treinta. Al comparar el color de los ensilajes con el atlas del color Munsell, se demostraron diferencias significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos (grafica 4), sobresaliendo el color yellowish red (rojo amarillento) con un 68.75% y el color reddish yellow (amarillo rojizo) con un 68.75% para EVC y EVP respectivamente, es probable que dicha diferencia se deba al proceso de pasteurización, en donde al someter al calor las proteínas de origen animal (mioglobina) sufren una desnaturalización que genera como consecuencia un cambio de color²⁶, lo cual pudo influenciar un tono más oscuro en EVP.

²⁶ HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, Mario; SASTRE GALLEGO, Ana. Tratado de nutrición. [Online] Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, 1999. p.265. [Consultado en Marzo de 2016] Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=SQLNJOsZClwC&printsec=frontcover&dq=Tratado+de+nutrici%C3%B3n&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiTybqC1YzNAhXCSCYKHfnDAX4Q6AEIJDAA#v=onepage&q=Tratado%20de%20nutrici%C3%B3n&f=false>

Grafica 3. Colores predominantes en EVC y EVP (%)

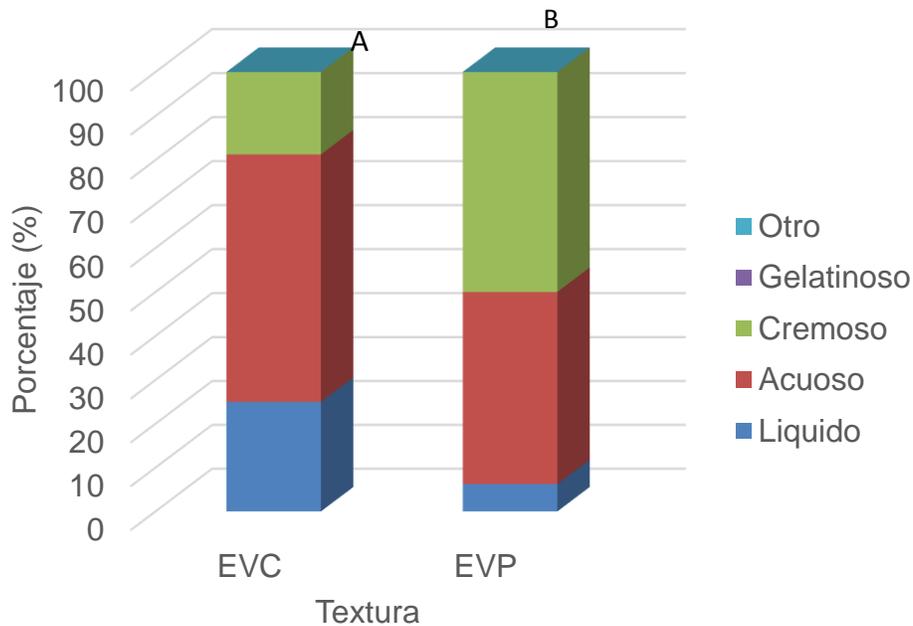


Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos.

4.3.3 Textura: una vez elaborados los ensilajes presentaron una textura pastosa influenciada muy posiblemente por las materias primas usadas en su elaboración, para el día treinta esta textura se hizo más líquida indicando que se produjo un proceso de hidrólisis proteica que generó la exudación de líquido intracelular de las vísceras por acción de las enzimas proteolíticas como lo menciona Bello (1994)²⁷. Al analizar los resultados obtenidos por el panel sensorial, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.01$). En el EVC predominó una textura acuosa con un 56.25% mientras que en el EVP la textura que predominó fue la cremosa con un 50%, seguida muy de cerca por la textura acuosa (43.75%) (Grafica 5).

²⁷Ibíd., p.46

Grafica 4. Texturas apreciables para EVC y EVP (%).



Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos.

La literatura consultada no es concluyente respecto a las características organolépticas que debe o no debe tener un ensilaje biológico de vísceras de pescado, siendo el olor probablemente la característica más llamativa por ser un indicador del estado del producto. Seguidamente, sea la textura una variable de interés, pues esta influirá en la facilidad de manipulación de la materia prima en posteriores usos, para el caso particular de este trabajo la textura acuosa y cremosa no afectó el proceso de mezcla y homogeneización del producto; finalmente, el color es probablemente una característica que no influye drásticamente en el uso posterior del ensilaje, ya que se sugiere mezclarlo con otro tipo de ingredientes, por lo que el color final del producto a elaborar estaría en función de la mezcla de los distintos componentes. Por tanto a partir de estos resultados se considera que la apariencia ideal de los ensilajes será aquella que facilite su posterior uso en la alimentación animal sin afectar la relación consumo-

animal, no obstante, son los ingredientes del ensilaje los que contribuyen principalmente en el aspecto final.

4.4 PARÁMETROS NUTRICIONALES

En la tabla 7 se observa el análisis proximal y el valor de energía bruta para las vísceras frescas y los dos ensilajes. Se destaca el mayor porcentaje de materia seca del EVP comparado con el EVC, debido posiblemente al proceso de cocción de las vísceras, donde por evaporación es eliminada gran parte del líquido contenido, promoviendo a elevar así su contenido de materia seca.

Tabla 7 . Composición química proximal de EVC y EVP al día 30 de elaboración

Parámetro	VF		EVC		EVP	
	Base Húmeda	Base seca	Base Húmeda	Base seca	Base Húmeda	Base seca
Materia seca (%)	37,0		54,6		69,5	
Proteína cruda (%)	11,4	30,9	18,8	34,5	22,3	32,0
Extracto etéreo (%)	22,4	60,6	13,2	24,2	16,8	24,1
Cenizas (%)	0,8	2,3	6,0	11,0	7,0	10,1
Calcio (%)	0,03	0,09	0,34	0,62	0,41	0,59
Fosforo (%)	0,19	0,50	0,31	0,58	0,34	0,49
Energía bruta (mcal/kg)		7,8		5,8		6,2

VC (vísceras crudas). EVC (Ensilaje biológico de vísceras de pescado). EVP (ensilaje biológico de vísceras de pescado pasteurizado).

Se puede observar también que los valores en base seca para proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), cenizas (CZ), calcio (Ca) y fósforo (P) tienden ligeramente a ser mayores en el EVC, sin embargo de manera general se logra apreciar una alta similitud en el contenido de nutrientes entre los dos ensilajes.

Al examinar esta variables en la materia prima principal (VF), se observa un menor porcentaje de PC comparado con el EVC y el EVP, probablemente el incremento de este nutriente en los ensilados se deba al aporte de proteína no solo de las vísceras sino también de los otros ingredientes, como es el caso de la melaza, según las tablas de alimentación del FEDNA (s.f.) el contenido de proteína bruta de la melaza de caña es de 4.3% aproximadamente, asimismo, por ser el ensilado de vísceras una importante fuente microbiana (bacterias ácido lácticas, *Streptococcus lactis* y *cremoris* presentes en el kumis) estas podrían también aportar al contenido de proteína.

El valor del EE de la materia prima es mucho mayor que el producto elaborado a partir de esta. Lo cual se podría explicar por el efecto de combinación de las vísceras con los demás ingredientes, causando una menor concentración de los lípidos, además es posible que las bacterias hagan un uso importante de este nutriente con el objeto de dar continuidad al proceso de fermentación, formado ácidos grasos volátiles (acético, butílico y propionico) que son liberados en el proceso de desgasificación junto con otros gases como el CO₂, O₂ y CH₄²⁸.

Es importante resaltar que el valor del calcio se incrementó en los ensilajes comparado con las VC, lo cual puede explicarse por el tipo de procedimiento de elaboración de los ensilajes y por la adición de melaza, ya que el FEDNA (s.f) reporta una valor de 0.65% de calcio en la melaza de caña, de manera similar el kumis de alpina reporta un 15% de calcio en su composición nutricional; a diferencia de lo observado para el calcio, el contenido de fosforo presentó un valor similar tanto en los ensilajes como en la materia prima (VC).

Determinar la cantidad de macrominerales (Ca y P) en los ingredientes para la elaboración de dietas para aves es de gran importancia, ya que se debe tener en

²⁸MONTAÑO, A; REJANO, L. Transformaciones bioquímicas durante la fermentación de productos vegetales. En: Revista del Consejo superior de Investigaciones Científicas, 1992. vol.43, no.6, p.354.

cuenta el requerimiento nutricional de la relación Ca: P (2: 1²⁹), en el presente ensayo se encontró una relación 1: 1 para EVC y 1.2: 1 para EVP. Con lo que se tiene un referente para el correcto balance de una dieta.

Con referencia al valor de energía bruta, es clara la diferencia que existe en este ensayo entre las VF y los ensilajes, lo cual se puede explicar por la variación en el contenido de los nutrientes energéticos, específicamente el contenido de lípidos cuya cantidad es superior en la materia prima, siendo este el de mayor valor energético (7.8 mcal/kg). A pesar de la diferencia numérica en el valor de EB entre los dos ensilajes, se considera que a nivel nutricional cualquiera de ellos podría incluirse en la alimentación animal de especies monogástricas específicamente en la de pollos de engorden donde los requerimientos de energía bruta están por el orden de 3.08 mcal/kg en la etapa de levante.

El contenido porcentual en base seca de proteína de 33.25% +/- 1.77 y extracto etéreo de 24.15% +/- 0.07 para EVC y EVP, son relativamente cercanos a los obtenidos por Betancourt *et al.*, (2016) en donde evaluaron un ensilaje de vísceras de trucha y obtuvieron valores de proteína y extracto etéreo de 20.4% y 53.5% respectivamente³⁰. En otro estudio realizado por BARON y CARDOZO (2014) donde se empleó como materia prima las vísceras de tilapia, encontraron valores para proteína y extracto etéreo de 20% y 37.4% respectivamente³¹. Los resultados del análisis proximal para proteína (18.6%) y extracto etéreo (5.31%) en un ensilaje de residuos de sardina obtenidos por BERENZ (1994)³² demuestran una alta diferencia con el material del presente estudio, posiblemente atribuida a la

²⁹ Ibid.,p.47

³⁰BETANCOURT, L... [y otros.]. 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. En: Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2005, vol.17, no.9.p.1.

³¹Ibid.p.30

³²BERENZ, Ziska. Utilización del Ensilado de Residuos de Pescado en Pollos. [Online] Callao, Perú: Instituto Tecnológico Pesquero del Perú,2015.p.1 [Consultado en Marzo de 2016] Disponible en: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/APH134/cap2.htm>

especie usada como materia prima y a las partes de los residuos que se tomaron de la misma.

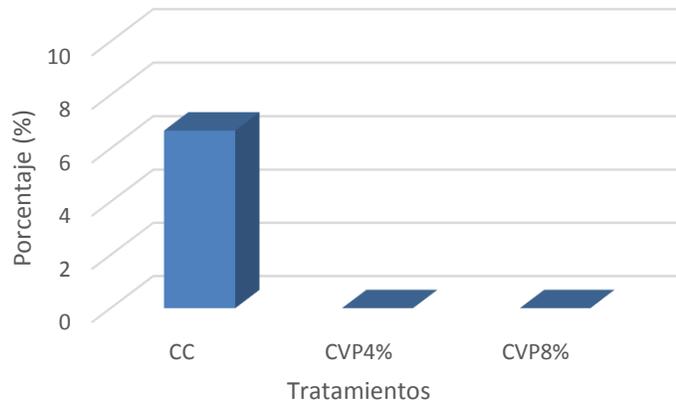
Una vez reunidos todos los resultados que describen las características físicas, químicas y biológicas de los ensilajes, se decide seleccionar el EVP para su evaluación en una dieta para pollos de engorde.

4.5 PARÁMETROS PRODUCTIVOS

4.5.1 Mortalidad: a lo largo del experimento se registró la muerte de un solo individuo, al día ocho del experimento, que correspondía al tratamiento sin inclusión de ensilaje (CC), el cual representó el 6.66% de la población del tratamiento (Grafica 6).

Es probable que esta mortalidad no sea consecuencia de las dietas suministradas, sino que se deba al afecto de otros factores no controlados o condiciones propias del individuo, razón por la cual se infiere que las dietas suministradas no ejercen algún efecto nocivo en la salud de los individuos.

Grafica 5. Mortalidad (%)



CC: concentrado sin inclusión de ensilaje de vísceras de pecado. CVP4: Concentrado con inclusión del 4% de ensilaje de vísceras pasteurizadas, CVP8: Concentrado con inclusión del 8% de ensilaje de vísceras pasteurizadas.

4.5.2 Ganancia de peso corporal: el peso corporal de los pollos se determinó en los días 1, 7 y 12 de la etapa de levante y para el análisis de esta variable se tuvo en cuenta la ganancia de peso inicial, la ganancia de peso intermedia y la ganancia de peso total.

Desde el comienzo del ensayo la ganancia de peso de los pollos se vio afectada por un atraso en su crecimiento, pues al comparar el peso inicial promedio de los tratamientos CC, CVP4%, CVP8% (al día 11 de edad) con los valores sugeridos por el manual de la línea Cobb se pone al descubierto que las aves estaban por debajo en un 64.4%, 66.2%, 65.8% respectivamente, tendencia que se mantuvo constante hasta el final del experimento (día 22 de edad) (ver tabla 8). Posiblemente esta condición se debió a la calidad de los animales y al manejo que estos recibieron en sus primeros días de vida, es decir antes de llegar a las instalaciones experimentales.

Tabla 8. Comparación entre el peso recomendado y los pesos reportados en los tratamientos.

Tratamiento	Peso (g)					
	Día 11		Día 17		Día 22	
Recomendado	321.0	Peso (%) [*]	651.0	Peso (%) [*]	1023.0	Peso (%) [*]
CC	114.4	64.4	196.2	69.9	399.4	61.0
CVP4%	108.6	66.2	206.9	68.2	376.1	63.2
CVP8%	109.7	65.8	197.4	69.7	363.1	64.5

* Porcentaje de peso corporal de los animales del experimento por debajo del recomendado en la guía de manejo de la línea Cobb.

Los datos obtenidos en el ensayo no evidencian diferencias ($p>0.05$) en la ganancia de peso inicial (peso intermedio - peso inicial), sin embargo si se presentaron diferencias significativas ($p<0.05$) para la ganancia de peso existente entre el peso final y el peso intermedio (GP intermedia), periodo en el que las aves del CC exhibieron un mayor crecimiento, como se puede ver en la tabla 9. En contraste, en la ganancia de peso total no se hallaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre tratamientos, sin embargo, numéricamente se observa que las aves del tratamiento control lograron un mayor peso corporal.

La ganancia de peso de las aves que consumieron las dietas con inclusión de silo en la etapa de levante disminuye linealmente en la medida que se aumenta la inclusión de silo ($p=0.0039$). Esta respuesta se podría explicar por el nivel de exigencia que tienen las aves en términos de aminoácidos, probablemente el perfil de aminoácidos de EVP no cumple con los requerimientos que tienen los pollos en este punto de la etapa de levante.

Tabla 9. Ganancia de peso entre tratamientos.

Tratamiento	GP Inicial	GP Intermedia	GP Total
CC	409.0 ^a	1016.0 ^a	1425.0 ^a
CVP4%	491.3 ^a	846.3 ^b	1337.6 ^a
CVP8%	438.3 ^a	828.3 ^b	1266.7 ^a

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos

CC: concentrado sin inclusión de ensilaje de vísceras de pecado. CVP4: Concentrado con inclusión del 4% de ensilaje de vísceras pasteurizadas, CVP8: Concentrado con inclusión del 8% de ensilaje de vísceras pasteurizadas.

4.5.3 Consumo: de acuerdo a la guía de manejo de la línea Cobb el consumo de alimento en la etapa de levante (día 11 al 22 de edad) debe ser de 1011 gramos por pollo, condición que no se alcanzó en los animales del experimento, los cuales presentaron una ingesta de alimento de acuerdo al peso corporal, reflejando así una disminución considerable en el consumo acumulado de alimento respecto al recomendado: hasta un 51% para CC y CVP4%, y un 54.4% para CVP8% (tabla 10).

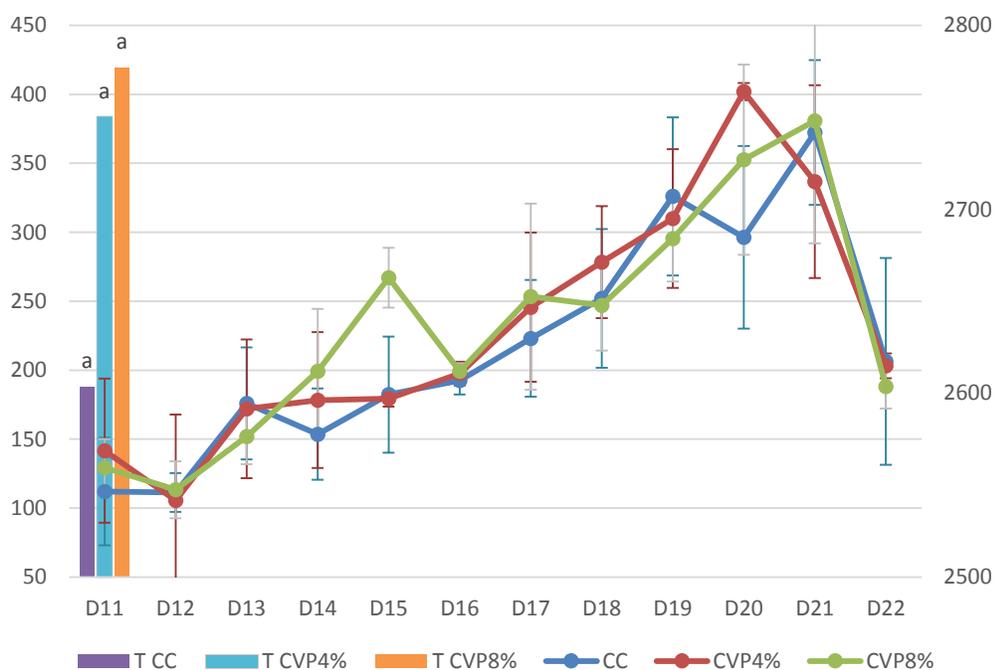
En la gráfica 7 se puede apreciar el consumo de las aves en las dietas CC, CVP4% y CVP8%, observándose un comportamiento similar y sin diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tres tratamientos, con algunas variaciones que pudieron obedecer a condiciones propias de las aves como respuesta al medio ambiente.

Tabla 10. Comparación entre el consumo recomendado y el consumo reportados en los tratamientos

Tratamiento	Consumo (g)			
		DIA 11	DIA 22 ACUMULADO	
Recomendado	54	Consumo (%)*	1011	Consumo (%)*
CC	21.8	59.7	495.3	51.0
CVP4%	28.3	47.5	495.1	51.0
CVP8%	25.9	52.1	459.9	54.5

* Porcentaje de consumo por debajo del recomendado en la guía de manejo de la línea Cobb.

Grafica 6. Consumo promedio/día (eje principal) y promedio acumulado (eje secundario) de las aves en la etapa de levante



Letras iguales indican diferencias no significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos.

CC: concentrado sin inclusión de ensilaje de vísceras de pecado. CVP4: Concentrado con inclusión del 4% de ensilaje de vísceras pasteurizadas, CVP8: Concentrado con inclusión del 8% de ensilaje de vísceras pasteurizadas.

El bajo consumo presentado en los días 16 y 22 se debe a una restricción en la oferta del alimento (50% de la ración) acompañada de 17 horas de ayuno, este valor es tomado del término medio de lo mencionado por Quishpe (2006) quien afirma que la excreción máxima se produce 8 horas después de la ingesta de la dieta y la evacuación total se produce alrededor de 30 horas post ingesta³³ con la finalidad de tomar un registro del peso corporal más preciso. Dicha restricción fue necesaria para que los pollos evacuaran gran parte del contenido intestinal y con ello obtener un valor más preciso del peso corporal posterior a la restricción, además de facilitar la manipulación de las vísceras de los individuos sacrificados al finalizar el ensayo.

El bajo nivel de consumo presentado por los pollos, en promedio 483.42g +/- 43.86g en base seca por ave durante el periodo experimental para los tres tratamientos, con lo esperado según la guía de manejo de la línea (1011g) posiblemente puede estar asociado a la presentación del alimento, ya que los pollos prefieren el consumo de semillas o de alimento en forma de pellet para esta etapa y en el presente experimento el alimento ofrecido tuvo una presentación tipo harina, que pudo haber generado un efecto depresivo en el consumo por parte de los individuos. De acuerdo la literatura la eficacia del consumo depende en gran medida del tamaño y forma de las partículas, igualmente el bajo consumo también se puede atribuir a que las aves son sensibles a los cambios de la presentación del alimento especialmente cuando no se realiza un periodo de acostumbramiento previo, el cual no tuvo lugar en el experimento, este factor probablemente también influyo en el bajo consumo de alimento³⁴.

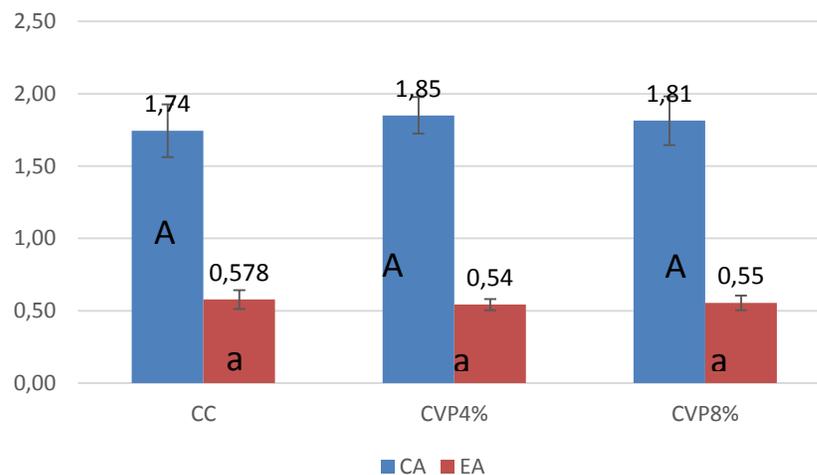
4.5.4 Conversión alimenticia (CA) y eficiencia alimenticia (EA): entre los tratamientos no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en las variables

³³ QUISHPE, Gabriela. Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura. [Online].Zamorano, Honduras: Universidad de Zamorano, 2006. p.12. [Consultado en Marzo de 2016] Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/930/1/T2297.pdf>

³⁴ Ibíd.p.53

de CA y EA (gráfica 8), lo cual indica que la inclusión del ensilaje en sus diferentes niveles no afecta negativamente estos parámetros. No obstante, este análisis se hace sin tener en cuenta el consumo y el peso de los animales, lo que se quiere resaltar aquí es que a pesar de los parámetros ya descritos existe una relación aceptable entre las dos variables.

Gráfica 7. Conversión y eficiencia alimenticia acumulada.



Letras iguales indican diferencias no significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos.

CC: concentrado sin inclusión de ensilaje de vísceras de pecado. CVP4: Concentrado con inclusión del 4% de ensilaje de vísceras pasteurizadas, CVP8: Concentrado con inclusión del 8% de ensilaje de vísceras pasteurizadas.

Aunque los valores de conversión alimenticia recomendados por la línea cobb para los días de estudio (11-22) sean mucho menores (1.37) que los resultados obtenidos en el presente estudio, estos valores son similares a los obtenidos por Gómez *et al.*, (2014) quienes sustituyeron del 10% de concentrado comercial por ensilaje biológico de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis spp*) observando un valor para CA de 1.85.

BERENZ (1990) realizó una dieta para pollos de engorde en la etapa de iniciación con un nivel de inclusión del 22% de ensilado biológico de pescado encontrando una conversión de 1.47 en base seca

BETANCOURT *et al.*, (2006) realizaron un estudio para evaluar el efecto de la inclusión del ensilaje biológico de vísceras de trucha en niveles de 0, 10 y 20% en una dieta para pollos de engorde en la etapa de finalización y obtuvieron conversiones muy similares (1.69 para 10 y 20% de inclusión y 1.76 sin inclusión de ensilaje) a las encontradas en el presente trabajo, concluyendo que los niveles de inclusión de este material en las raciones para animales pueden ser económicamente rentables³⁵.

4.6 INDICADORES MORFOMÉTRICOS DEL TRACTO GASTROINTESTINAL

4.6.1 Índice viscerosomático (IVS) e Índice hepatosomático (IHS): en el análisis de estos índices no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos (tabla 11), lo que indica que las distintas dietas ofrecidas no influyeron negativamente en el desarrollo de los diferentes órganos y tejidos. La importancia de usar estos índices como referencia, radica en que fisiológicamente es posible causar un efecto o cambio en los órganos del tracto gastro intestinal ya sea directamente por los componentes presentes en las dietas o por factores estresantes que pueden inducir en algunas ocasiones la presencia de hígados grasos. Asimismo a nivel fisiológico estos parámetros son indicadores del estado de salud y desarrollo de los individuos.

³⁵ *Ibíd.* p.54

Tabla 11. Índice visceromático y hepatosomático evaluado para CC, CPV4%, y CPV8%.

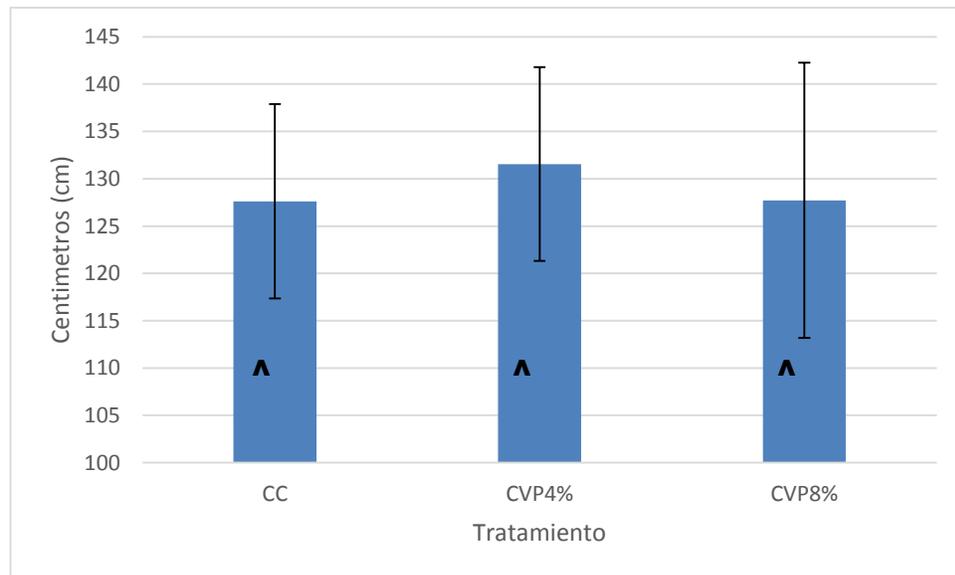
Tratamiento	IVS	IHS
CC	21.01 ± 1.79 ^A	4.28 ± 0.59 ^a
CVP4%	18.4 ± 3.92 ^A	4.12 ± 1.15 ^a
CVP8%	21.35 ± 3.84 ^A	4.30 ± 1.00 ^a

Letras iguales indican diferencias no significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos.

IVS: índice viscerosomático. IHS: índice hepatosomático. CC: concentrado sin inclusión de ensilaje de vísceras de pecado. CVP4: Concentrado con inclusión del 4% de ensilaje de vísceras pasteurizadas, CVP8: Concentrado con inclusión del 8% de ensilaje de vísceras pasteurizadas.

4.6.2 Longitud intestinal (LI): en la gráfica 9 se puede apreciar la talla promedio del intestino de las aves la cual no presento diferencias significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos, lo que hace referencia a que las dietas ofrecidas no incidieron en el crecimiento normal de estos tejidos.

Gráfica 8. Longitud intestinal (LI).



Letras iguales indican diferencias no significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos.

CC: concentrado sin inclusión de ensilaje de vísceras de pecado. CVP4: Concentrado con inclusión del 4% de ensilaje de vísceras pasteurizadas, CVP8: Concentrado con inclusión del 8% de ensilaje de vísceras pasteurizadas.

En promedio las aves presentaron una talla de 129+/-11.5 cm de longitud intestinal y 23.0+/-2.7 cm de longitud cecal (los dos ciegos).

Ya se ha documentado que el tamaño del tracto gastro intestinal (TGI) puede variar de manera natural entre especies, de acuerdo al hábito de alimento, por ejemplo aves herbívoras se caracterizan por un intestino delgado de mayor tamaño en comparación con aves acuáticas, asimismo factores externos como infecciones parasitarias o el uso de medicamentos también pueden ocasionar cambios en la talla del TGI (Duke, 1999), quiere decir esto que el análisis del uso de ingredientes no frecuentes en las dietas puede acompañarse por indicadores fisiológicos que permitan hacer un diagnóstico completo del efecto de nuevas dietas sobre el bienestar del animal.

4.7 PARÁMETROS ECONÓMICOS

4.7.1 Análisis económico de la producción de EVC y EVP: para determinar los costos de producción totales de los ensilajes se tuvo en cuenta los costos variables y los costos fijos de producción.

Costos variables: para el análisis de estos costos se tuvo en cuenta el valor comercial de las materias primas requeridas para la elaboración de los ensilajes, en donde cabe resaltar que el alto costo de las vísceras (tabla 12) corresponde al transporte de las mismas y junto al BHT inciden en los mayores costos de producción. El resto de las materias primas usadas en la elaboración del EVC y EVP son de fácil consecución en la región y su valor comercial es estándar.

Tabla 12. Costos variables de producción expresados en moneda colombiana (COP) por kilogramo para EVC y EVP.

MATERIA PRIMA	Costo (COP) kg	Cantidad kg	PRECIO (COP) kg EVC y EVP
VISCERAS*	641.06	0.75	480.8
MELAZA	700	0.15	105
KUMIS	5.200	0.02	104
BHT	22.150	0.01	221.5
SAL	1.000	0.02	20
ME	502	0.05	25.10
TOTAL		1	956.4

*Equivalente al valor del transporte desde el sitio de colecta.

Costos fijos: para el cálculo de estos costos se tuvo en cuenta como primera medida la mano de obra requerida para la elaboración del producto, esta se estableció teniendo en cuenta el valor de la hora diurna legal vigente para el año 2015 en Colombia, seguido de esto se le dio un valor al uso de las instalaciones, equipos, servicios públicos y servicios administrativos referido al 1% del costo variable para la elaboración los ensilajes (tabla 13).

Tabla 13. Costos fijos de producción expresados en moneda colombiana (COP) por kilogramos para EVC y EVP.

COSTOS FIJOS	VALOR O RANGO	EVC	EVP
Valor hora diurna laboral (COP)	2684.8		
Minutos de producción por silo	38	850.2	850.2
Costos fijos y mantenimiento (COP)	1%	9.6	9.6
Administración y dirección (COP)	1%	9.6	9.6
Costo por pasteurización (COP)		0	350.07
Otros (servicios, etc.) (COP)	1%	9.6	9.6
Costo fijo total por Kg de silo (COP)		878.9	1.228,94

Costos totales: estos se hallaron teniendo en cuenta la sumatoria de los costos variables y los costos fijos de producción como se puede apreciar en la tabla 14.

Tabla 14. Costos totales de producción expresados en moneda colombiana (COP) por kilogramos de EVC y EVP.

ITEM	EVC	EVP
Costos de producción variables (COP)	956.4	956.4
Costos de producción fijos (COP)	878.9	1,228.94
Costo de producción total (COP)	1835.2	2185.3

Cabe resaltar que si no se tiene en cuenta el costo de las vísceras que fue asumido por gastos de transporte los ensilados tendrían una reducción en el costo de producción total de un 27% y 23% para EVC y EVP respectivamente, posiblemente se puede lograr un menor costo de producción si la fabricación de estos ensilados es llevada a mayores proporciones y en los respectivos lugares de colecta.

Al hacer una comparación con los costos reportados por Barón y Cardozo (2014) se evidencia una disminución del costo total en un 35.3% para la producción de

los ensilajes, esto debido a que el costo de las materias primas usadas en el presente ensayo fue menor.

4.7.2 Análisis económico de la producción de CC, CVP4% y CVP8%: para determinar los costos de producción totales de los concentrados elaborados se tuvo en cuenta los costos variables y los costos fijos de producción de los mismos.

Costos variables: para determinar estos costos se usó el costo total hallado del el ensilaje y de igual forma se tuvo en cuenta el valor comercial de las materias primas utilizadas para la elaboración de cada uno de los concentrados como se puede observar en la tabla 15.

Tabla 15. Costos variables expresados en moneda colombiana (COP) por kilogramos para CC, CVP4% y CVP8%.

INGREDIENTES	VALOR KG	CANT.	CC	CANT.	CVP4%	CANT.	CVP8%
Torta de soya							
(COP)	2.000,0	0.383	765.3	0.367	734.1	0.352	703.0
Grano de maíz	1.700,0	0.555	943.9	0.528	897.5	0.501	851.0
Aceite	4.633,0	0.027	122.9	0.030	138.6	0.033	154.2
EVP	2.185,3	-	-	0.040	87.4	0.080	174.8
Sal	1.000,0	0.003	3.0	0.003	3.0	0.003	3.0
Carbonato de							
Ca	300,0	0.010	3.0	0.010	3.0	0.010	3.0
Fosfato							
tricalcico	1.600,0	0.019	31.1	0.019	30.4	0.019	29.7
	10.000,						
Premezcla	0	0.003	30.0	0.003	30.0	0.003	30.0
Costo variable/Kg (COP)		1.00	1.899,26	1.00	1.924,00	1.00	1.948,74

Costos fijos de producción: para obtener el valor de estos costos se asumió la mano de obra requerida para la elaboración de los concentrados, esta se

estableció teniendo en cuenta el valor de la hora diurna legal vigente para el año 2016 en Colombia, consecutivamente se le dio un valor al uso de las instalaciones, equipos, servicios públicos y servicios administrativos referido al 1% del costo variable para la elaboración los ensilajes (tabla 16).

Tabla 16. Costos fijos de producción expresados en moneda colombiana (COP) por kilogramos para CC, CVP4% y CVP8%.

COSTOS FIJOS	VALOR			
	O	CC	CVP4%	CVP8%
	RANGO			
Valor hora diurna laboral (COP)	2,872.70			
Minutos de producción por silo	15.00	718.18	718.18	718.18
Costos fijos y mantenimiento (COP)	1 %	18.99	19.24	19.49
Administración y dirección (COP)	1 %	18.99	19.24	19.49
Otros (servicios, etc.) (COP)	1%	18.99	19.24	19.49
Costo fijo total por Kg (COP)		775.15	775.90	776.64

Costos totales: para el cálculo de estos costos se tuvo en cuenta la adición entre los costos variables y los costos fijos de producción como se puede observar en la tabla 17.

Tabla 17. Costos totales de producción expresados en moneda colombiana (COP) por kilogramo de CC, CVP4%, y CVP8%.

ITEM	CC	CVP4%	CVP8%
Costos de producción variables (COP)	1,899.262	1,924.001	1,948.740
Costos de producción fijos (COP)	775.15	775.90	776.64
Costo de producción total (COP)	2,674.41	2,699.90	2,725.38

Contrario a lo esperado los costos totales de producción fueron numéricamente más altos para las inclusiones con el 4% y 8% de EVP que el CC, estos valores son atribuibles al costo de producción del EVP que fue superior a muchas de las materias primas usadas valor que se podría reducir si se tiene en cuenta la eliminación del costos de transporte, sin embargo aunque no se encontraron diferencias significativas en el consumo y la ganancia de peso de pollos evaluados se recomienda la fabricación y posterior inclusión de EVP en las formulaciones para dietas de pollos de engorde del día 11 al 22 con el fin de reducir el impacto ambiental que generan los residuos de pesquería anteriormente mencionados tal cual como lo menciona MARTINEZ (2003), quien argumenta que evitar que grandes volúmenes de vísceras sean arrojadas a las fuentes hídricas es importante, pues de esta manera se elimina el impacto que las mismas pueden representar para los cuerpos de agua receptores.³⁶

³⁶PRADA, Renson. Producción de un ensilado biológico a partir de vísceras de pescado de las especies *prochilodus mariae* (coporo), *pseudoplatystoma fasciatum* (bagre rayado) y *phractocephalus hemiliopterus* (cajaro). [Online] Arauca, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2003. p.14. [Consultado en marzo de 2016] Disponible en: [http://www.bdigital.unal.edu.co/10518/1/PRODUCCION%20DE%20UN%20ENSILADO%20BIOLOGICO%20A%20PARTIR%20DE%20VISCERAS%20DE%20PESCADO%20DE%20LAS%20ESPECIES%20Prochilodus%20mariae%20\(coporo\),%20Pseudoplatystoma%20fasciatum%20\(bagre%20rayado\)%20y%20Phractocephalus%20hemiliopterus%20\(cajaro\).pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/10518/1/PRODUCCION%20DE%20UN%20ENSILADO%20BIOLOGICO%20A%20PARTIR%20DE%20VISCERAS%20DE%20PESCADO%20DE%20LAS%20ESPECIES%20Prochilodus%20mariae%20(coporo),%20Pseudoplatystoma%20fasciatum%20(bagre%20rayado)%20y%20Phractocephalus%20hemiliopterus%20(cajaro).pdf)

5. CONCLUSIONES

El proceso de pasteurización aplicado a las vísceras proporcionó al ensilaje una mejor calidad microbiológica, y por lo tanto este producto genera una mayor confiabilidad para su utilización en la alimentación animal.

El adecuado proceso de elaboración de ensilaje se vio reflejado en un producto con características sensoriales propias. Asimismo el proceso de cocción no alteró negativamente el olor, color y textura del producto. El descenso del pH generado por el proceso de fermentación, confiere a los ensilados una mayor preservación que permite almacenar este tipo de productos por un largo periodo de tiempo; así mismo esta bondad también depende en gran medida de la aplicación de las BPM.

Dado el lento desarrollo que exhibieron los animales fue similar en los tres grupos experimentales, se atribuye a la presentación física del alimento la que influyo en esta respuesta. Sin embargo es probable que a una mayor edad los requerimientos nutricionales no puedan ser cubiertos por dietas con inclusión de ensilado.

Al incluir en la formulación de los concentrados EVP al 4% y 8% no se encontraron mayores diferencias en los costos de producción comparados con CC; lo cual indica el uso de cualquiera de estas formulaciones es una alternativa en la alimentación animal.

6. RECOMENDACIONES

Se sugiere que el manejo de las vísceras (limpieza y lavado) y la elaboración del ensilaje biológico, se realicen directamente en las explotaciones acuícolas con el fin de minimizar fuentes de contaminación y costos por concepto de transporte.

Es importante tener en cuenta no solo los requerimientos nutricionales del pollo de engorde, sino que también la presentación del alimento debe tener concordancia con la edad del animal, ya que a medida de que el animal se desarrolla así mismo el tamaño de su pico lo hará y consecuente a esto el animal tendrá la habilidad de tomar partículas de alimento más grandes; por esta razón se sugiere que en la elaboración de concentrados caseros se realice la peletización y con esto evitar bajos niveles de consumo.

Para la elaboración de los concentrados se recomienda la inclusión de ingredientes propios de la zona para minimizar los costos de producción por conceptos de alimentación.

Hay que tener en cuenta que los niveles de inclusión de EVP en la dieta no superen el 10%, ya que niveles superiores alteran el desarrollo fisiológico de los individuos.

Se recomienda realizar un aminograma a los ensilajes para al momento que se deseen incluir en una dieta se pueda balancear de acuerdo a los requerimientos de la especie monogástrica a trabajar.

BIBLIOGRAFIA

AVIAGEN. Manual de manejo pollo de carne [Online] Bogotá, Colombia: Aviagen Group, 2014. 1p. [Consultado en Enero de 2016] Disponible en: http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spansh_TechDocs/Manual-del-pollo-Ross.pdf

BARÓN, Evelin Yurley; CARDOZO, Luis Ricardo. Estandarización de un ensilaje biológico de vísceras de pescado con adición de microorganismos eficientes (me) para uso en la alimentación animal. Trabajo de grado Zootecnia. Málaga: Universidad Industrial de Santander. Programa de Zootecnia. 2014. 127p.

BELLI, Jorge Enrique. Estabilidad aeróbica y día óptimo de uso del ensilado biológico de pescado para la alimentación animal. [Online]. Trabajo de grado Médico Veterinario Zootecnista. Veracruz: Universidad Veracruzana. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2009. 92p. [Consultado en Diciembre de 2015] Disponible en: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/107/1/JORGE%20ENRIQUE%20BELLI%20CONTRERAS.pdf>

BELLO, Rafael. Experiencias con Ensilado de Pescado en Venezuela. [Online] Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela Caracas, 2015. 1p. [Consultado en Marzo de 2016] Disponible en: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/APH134/cap1.htm>

BETANCOURT, L.; [...y otros]. 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. En: Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2005, vol.17, no.9.1p.

BERENZ, Ziska. Utilización del Ensilado de Residuos de Pescado en Pollos. [Online] Callao, Perú: Instituto Tecnológico Pesquero del Perú, 2015.1p. [Consultado en Marzo de 2016] Disponible en: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/APH134/cap2.htm>

CENTRO NACIONAL PARA LA MEDICINA COMPLEMENTARIA Y ALTERNATIVA. Antioxidantes. [Online] Rockville Pike, Bethesda: Biblioteca nacional de medicina EE.UU, 2015. 1p. [Consultado en Diciembre de 2015] Disponible en: <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/antioxidants.html>

COBB. Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde. [Online] Bogotá, Colombia: COBB-VANTRESS, 2015. 1p. [Consultado en Enero de 2015] Disponible en: http://www.cobbvantress.com/languages/guidefiles/fa21799020c94ab1a54e3bd02d974594_es.pdf

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA Decreto 2256 (4, octubre, 1991). Por el cual se reglamenta la ley 13 de 1990 Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1991. no. 40165. 1p.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 13. 15, enero, 1990). Por la cual se dicta el Estatuto General de Pesca. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1990. no. 39143. 5p.

COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Resolución 1056 (17, abril, 1996). Por la cual se dictan disposiciones sobre el control técnico de los Insumos Pecuarios y se derrocan las Resoluciones No.710 de 1981, 2218 de 1980 y 444 de 1993. Bogotá, D.C: ICA, 1996. 32p.

COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Resolución 1414. (26, mayo, 2006). Por la cual se establece el registro ante el ICA, de productores de camarón y de peces para consumo humano con destino a la exportación. Bogotá, D.C: ICA, 2006.1p.

EFFECTIVE MICROORGANISMS. Activación del EM•1® [Online] Bogotá, Colombia: Effective MicroorganismsTM, 2015. 1p. [Consultado en Enero de 2016] Disponible en: http://em-la.com/activacion_del_emy1%C2%AE.php?idioma=1

GOMEZ, Gilma; [... y otros]. Evaluación del ensilaje de vísceras de tilapia roja (*oreochromis spp*) en alimentación de pollos de engorde. En: Revista Bio agro, 2014, vol.12, no.1. 1p.

HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, Mario; SASTRE GALLEGO, Ana. Tratado de nutrición. [Online] Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, 1999. 287p. [Consultado en Marzo de 2016] Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=SQLNJOSZClwC&printsec=frontcover&dq=Tratado+de+nutrici%C3%B3n&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiTybqC1YzNAhXCSCYKHfnDAX4Q6AEIJDA#v=onepage&q=Tratado%20de%20nutrici%C3%B3n&f=false>

HERNÁNDEZ, Spanopoulos; [... y otros] Producción de ensilados biológicos a partir de desechos de pescado, del ahumado de atún aleta amarilla (*thunnus albacares*) y del fileteado de tilapia (*Oreochromis sp*), para la alimentación de especies acuícolas. En: Revista Mexicana de Ingeniería Química, 2010. vol.9, no.2, 174p.

LESSI, E.; XIMENES C. Obtención de ensilado biológico, trabajos presentados en la segunda consulta de expertos sobre tecnología de productos pesqueros en América Latina. [Online] Montevideo, Uruguay: FAO, 1989. 64p. [Consultado en Marzo de 2016] Disponible en: https://books.google.com.co/books?id=7eSHJ_dBJxYC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false

MERINO, Mario; [... y otros]. Diagnóstico del estado de la acuicultura en Colombia. [Online]. Bogotá, Colombia: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, 2013. 12p. [consultado en Diciembre de 2015] Disponible en: http://www.aunap.gov.co/files/Diagnostico_del_estado_de_la_acuicultura_en_colombia.pdf

MONTAÑO, A; REJANO, L. Transformaciones bioquímicas durante la fermentación de productos vegetales. En: Revista del Consejo superior de Investigaciones Científicas, 1992. vol.43, no.6, 354p.

ORGANIZACIÓN PARA LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Desarrollo de la acuicultura [Online] Quebec, Canadá: FAO, 2015. 1p. [Consultado en Diciembre de 2015] Disponible en: <http://www.fao.org/aquaculture/es/>

PADILLA, Palmira. Técnica del ensilado biológico de residuos de pescado para ración animal. En: Revista Folia amazónica, 1996. vol.8, no.2, 150p.

PRADA, Renson. Producción de un ensilado biológico a partir de vísceras de pescado de las especies prochilodus mariae (coporo), pseudoplatystoma fasciatum (bagre rayado) y phractocephalus hemiliopterus (cajaro). [Online] Arauca, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2003. 20p. [Consultado en marzo de 2016] Disponible en: [http://www.bdigital.unal.edu.co/10518/1/PRODUCCION%20DE%20UN%20ENSILADO%20BIOLOGICO%20A%20PARTIR%20DE%20VISCERAS%20DE%20PESCADO%20DE%20LAS%20ESPECIES%20Prochilodus%20mariae%20\(coporo\),%20Pseudoplatystoma%20fasciatum%20\(bagre%20rayado\)%20y%20Phractocephalus%20hemiliopterus%20\(cajaro\).pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/10518/1/PRODUCCION%20DE%20UN%20ENSILADO%20BIOLOGICO%20A%20PARTIR%20DE%20VISCERAS%20DE%20PESCADO%20DE%20LAS%20ESPECIES%20Prochilodus%20mariae%20(coporo),%20Pseudoplatystoma%20fasciatum%20(bagre%20rayado)%20y%20Phractocephalus%20hemiliopterus%20(cajaro).pdf)

QUISHPE, Gabriela. Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura. [Online].Zamorano, Honduras: Universidad de Zamorano, 2006. 38p. [Consultado en Marzo de 2016]Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/930/1/T2297.pdf>

TOLEDO PEREZ, José; LLANES IGLECIAS, José. Estudio comparativo de los residuos de pescado ensilados por vías bioquímica y biológica. En: Revista AquaTIC, 2006. vol.25, 33p.

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. La respuesta animal a los recursos alimenticios no convencionales. [Online] Bogotá, Colombia: UNAD, 2015. 1p. Consultado en Diciembre de 2015] Disponible en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/200012/Nutricion_animal_exe/leccin_26.html

WATTIAUX, Michel. Introducción al proceso de ensilado. En: Revista Novedades Lácteas, 2014. vol.52, 12p.