

Silo de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) como suplemento en alimentación de ovinos¹

Carlos A David-Ruales², Oswaldo Bedoya-Mejía³, Leónidas Millán-Cardona⁴

Resumen

Introducción. Uno de los impactos de la acuicultura sobre el medio ambiente es la producción de desechos (vísceras, piel, escamas, etc.), hacer silo a partir de vísceras puede ser una opción ambiental válida y puede servir para la alimentación de otros animales. **Objetivo.** El proyecto evaluó el efecto del silo de vísceras de pescado en ovinos de engorde. **Materiales y métodos.** Se evaluaron 20 ovinos en dos grupos aleatorios, con peso promedio inicial de 17 ± 2 kg durante un periodo experimental de 5 meses. Fueron alimentados con pasto maralfalfa (*Pennisetum spp*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*), en estado fresco, y uno de los grupos recibía adicionalmente ensilaje a una razón del 3.5% del total de la dieta. **Resultados.** El silo mostró por microbiología cero UFC; los bromatológicos indican PB de 39.88%, E.E del 16.8% y cenizas del 5%; el pH fue de 3,5. Los animales fueron pesados mensualmente para identificar las ganancias de peso. El sexo, el tiempo y el ensilaje presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) respecto al peso. Las interacciones no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$). **Conclusión.** Los resultados preliminares indican que se puede utilizar silo de vísceras para alimentación de ovinos, se sugieren más investigaciones que determinen digestibilidad y otros niveles de inclusión.

Palabras clave: ensilaje, subproductos, truchas.

Silo from viscera of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) as a supplement for sheep feeding

Abstract

Introduction. One of the impacts of aquaculture on the environment is the production of waste (guts, skin, scales, etc.), building silo from guts can be a valid environmental option and can be used to feed other animals. **Objective.** The project evaluated the effect of fish viscera silage in fattening sheep. **Materials and methods.** 20 sheep were evaluated in two random groups, with initial average weight of 17 ± 2 kg for a period of 5 months. They were fed on fresh Maralfalfa (*Pennisetum spp*) and buttercup (*Tithonia diversifolia*), fresh, and one group additionally received silage at a rate of 3.5% of the total diet. The animals were weighed monthly to identify weight gain. **Results.** The silo showed for Microbiology UFC zero, the bromatologicals analysis indicates PB of 39.88%; E.E.16.8% and 5% ash; the pH was 3,5 Sex, time and silage show significant differences ($p < 0.05$) on the weight. The interactions were not significantly different ($p > 0.05$). **Conclusion.** Preliminary results indicate that silage can be used for feeding sheep, further

1 Artículo original derivado del proyecto denominado Utilización de subproductos derivados del beneficio de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) del municipio de Jardín (suroeste antioqueño), en ensilajes biológicos para la alimentación de ovinos de la convocatoria de la Corporación Universitaria Lasallista, realizado entre febrero de 2012 y febrero de 2013.

2 Magíster en Acuicultura de la Universidad de los Llanos, docente de la Corporación Universitaria Lasallista. Correo electrónico: cadavid@lasallistadocentes.edu.co ORCID: 0000-0002-3071-9919

3 Magíster en Ciencias Animales de la Universidad de Antioquia, docente de la Corporación Universitaria Lasallista. Correo electrónico: osbedoya@lasallistadocentes.edu.co ORCID: 0000-0002-8768-3742

4 Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Nacional, sede Medellín, docente de la Corporación Universitaria Lasallista. Correo electrónico: lemillan@lasallistadocentes.edu.co ORCID: 0000-0002-6401-7763

2-3 Grupo de Investigación en Producción, Desarrollo y Transformación Agropecuaria (GIPDTA), Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias, Corporación Universitaria Lasallista, Caldas-Antioquia, Colombia.

4 Grupo de Investigación G3IN, Facultad de Ingenierías. Corporación Universitaria Lasallista, Caldas-Antioquia, Colombia.

research is suggested to determine digestibility and other levels of inclusion.

Keywords: silage, products, trout.

Silo de vísceras de trucha arco-iris (*Oncorhynchus mykiss*) como complemento para alimentación de ovinos

Resumo

Introdução. Um de dos impactos da aquicultura no ambiente é a produção de resíduos (vísceras, pele, escamas, etc), fazer silo de vísceras pode ser uma opção ambiental válido e pode ser usado para alimentar outros animais. **Objetivo.** O projeto avaliou o efeito da silagem de vísceras de peixe em ovinos de engorda. **Metodologia.** 20 ovelhas foram avaliados em dois grupos ao acaso, com peso médio inicial de 17 ± 2 kg para um período experimental de 5 meses. Eles foram alimentados con maralfalfa capim (*Pennisetum spp*) e botão de ouro (*Tithonia diversifolia*), frescos, e um grupo recebeu adicionalmente silagem a uma taxa de 3,5 % da dieta total. Os animais foram pesados mensalmente para identificar o ganho de peso. **Resultados.** O silo mostrou zero UFC em microbiologia; os análises bromatológicos indicam PB de 39,88 %. EE 16,8 % e 5 % de cinzas; o pH foi de 3,5. Sexo, tempo e silagem apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) no peso. As interações não foram significativamente diferentes ($p > 0,05$). **Conclusão.** Os resultados preliminares indicam que a silagem pode ser usada para alimentar as ovelhas, mas mais pesquisas são sugeridas para determinar a digestibilidade e outros níveis de inclusão.

Palavras-chave: silagem, produtos, truta.

producción de 109.300 (t) en el año 2016, representadas principalmente por tilapia roja y plateada (61,25%), cachama (20.15%), trucha (15.35%) y otras especies exóticas y nativas continentales (3.25%); Antioquia produce el 6% del total nacional, es decir, aproximadamente 6589 (t), de las cuales 1.006 (t), corresponden a la trucha (MADR, 2016), lo que corresponde a una producción mensual de 83,89 (t), producción que se genera esencialmente en la región norte y suroeste. Variedad de información es registrada por los entes nacionales de tipo estadístico productivo, pero no se registra ningún tipo de información acerca de la disposición final o manejo de subproductos originados del faenado, como por ejemplo vísceras y carcasa cuando el producto final de venta son los filetes. Se sabe que es posible utilizar este tipo de residuos para la producción de harinas, aceites, concentrados proteicos, hidrolisados proteicos, colágeno, quitosán y ensilajes (Gonçalves, 2011), pero en la actualidad el aprovechamiento de este tipo de subproductos en Colombia es aún incipiente y para la zona de estudio no se registra ningún tipo de proceso relacionado con esta actividad. Por citar un ejemplo, tan solo una empresa dedicada a la producción de trucha genera alrededor de ochocientos kilos de vísceras, los cuales son dispuestos previo tratamiento con cal en huecos y luego cubiertos con tierra para su proceso de descomposición natural. Es conocido el impacto que se produce con la mala disposición de este tipo de residuos, de ahí que la necesidad por mejorar el sistema de utilización de los mismos se convierta en una solución económico y ambientalmente amigable (Maia Junior, 1998); por lo tanto se pretendió con la implementación del proyecto estandarizar la producción de ensilajes biológicos, evaluar la posibilidad de su inclusión en dietas para ovinos y tratar de disminuir la carga orgánica derivada del beneficio de la trucha arco iris.

Introducción

Según la FAO, la acuicultura sigue creciendo más rápidamente que cualquier otro sector de producción de alimentos de origen animal, con un incremento promedio anual del 8% (SOFIA, 2016), representando para muchos países un renglón importante de su economía teniendo en cuenta que dentro de la producción acuícola, la acuicultura continental sustenta el mayor porcentaje. En Colombia, la acuicultura es el sector pecuario con mayor crecimiento, el promedio anual es cercano al 9,01% con una

Materiales y métodos

El presente proyecto contó con la aprobación y aval del Comité de Ética y Experimentación con Animales de la Corporación Universitaria Lasallista.

Localización

La evaluación de los ovinos se realizó en la finca La Negra, localizada en el municipio de Santo Domingo, departamento de Antioquia, a 80 km de la capital Medellín; ubicada a una altura de 1.175 m.s.n.m, con una temperatura promedio anual de 27°C.

Materia prima y obtención del ensilaje

Del proceso de faenado de la trucha se obtuvieron 660 kg de vísceras, las cuales se molieron (molino industrial M-12 CITALSA); se les agregó 160 gr de melaza por kg de vísceras; 0,25% de ácido sórbico (peso/peso) y 0,5% de antioxidante (peso/peso). Se almacenaron en canecas plásticas de 35 gal con cierre hermético; a cinco canecas se les agregó además una mezcla de *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* y *Lactobacillus lactis* con base en el patrón de Mc Farlam 10-3. El tiempo de ensilaje duró 30 días (Abimorad, et al., 2009; Vidotti, et al., 2002).

Análisis de laboratorio

Se tomaron muestras de vísceras molidas al inicio y al final del experimento, con el fin de realizar los análisis microbiológicos, para lo cual se utilizaron medios selectivos para bacterias lácticas, levaduras (Chou y Weimer; 1999) y coliformes (colorimetría); se realizaron diluciones hasta 10-3 y se inocularon con 0,1ml de la dilución 10-3, se incubaron a 37° C por 48 horas. Para los análisis bromatológicos del forraje se analizó una muestra compuesta ofrecida durante el periodo de evaluación, la cual se secó a 60°C durante 48 horas (Horno Memmert), se molieron a 1 mm y se analizaron para determinar sus concentraciones de materia seca (MS) en un determinador de humedad (Mettler Toledo 11280), energía bruta (EB) por bomba calorimétrica (Parr 6200) y cenizas (MI) por incineración a 550° C (Mufla Memmert) y de acuerdo con los procedimientos descritos por la AOAC (1995), proteína bruta (PB) por el método Kjeldahl (Equip. VelpScientifica VDK 142) y fibra bruta según la metodología de Van Soest, et al., (1991) (Equip. Velp Fiwe Scientifica). Para el análisis bromatológico del silo se obtuvo una muestra por triplicado al final de los 30 días aplicando la metodología descrita por AOAC (1995). Todas las pruebas se realizaron en los laboratorios de la Corporación Universitaria Lasallista.

Animales y dietas experimentales

Fueron evaluados 20 ovinos destetos de 2 meses de edad (8 machos – 12 hembras) de un cruce Santa Inés por criolla con un peso promedio inicial de 17 ± 2 kg durante un periodo experimental de 5 meses. Se formaron dos grupos aleatorios que eran alimentados con una dieta constituida por

pasto maralfalfa (*Pennisetum spp*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en estado fresco, y uno de los grupos recibía adicionalmente ensilaje a una razón del 3.5% del total de la dieta. Los animales fueron pesados mensualmente para identificar las ganancias de peso, teniendo en cuenta el Peso final (Pf), menos el Peso inicial (Pi), sobre el tiempo de muestreo.

Diseño estadístico

Para el análisis de los datos se empleó un modelo multifactorial con tres factores, donde los factores fueron: tiempo (1, 2, 3, 4 y 5), sexo (M, H) y ensilaje (con, sin). Además, se emplearon 5 réplicas por cada uno de los tratamientos. El nivel de confianza fue del 95% y se empleó la técnica de comparaciones múltiples de Duncan a las variables que resultaron significativas. Los datos fueron analizados en el programa Statgraphics Centurión, licencia amparada por la Corporación Universitaria Lasallista.

Resultados

De las diez canecas que se prepararon, cinco presentaron características ideales de color, olor y textura, las cuales fueron a las que no se les añadió el fermento de cepas mixtas, las otras cinco tuvieron problemas de contaminación, lo cual se reflejaba en su olor típico de descomposición, además de tener agregados de hongos y una textura pastosa; probablemente se deba a contaminación en el proceso o contaminación del fermento. Se puede concluir que un periodo de 30 días en recipientes de plástico con cierre hermético permite obtener un silo de calidad para ser incluido en la dieta base.

Con respecto a el análisis microbiológico del silo, en las tres réplicas de las primeras muestras se encontraron tanto coliformes totales como fecales; además de levaduras y la presencia de bacterias lácticas (1010UFC/ml); después de los 30 días de ensilaje, en la muestra final solo se detectaron Bacterias Lácticas (106 UFC/ml) sin presencia de levaduras y coliformes; los resultados sugieren que en el proceso de fermentación de las vísceras se disminuye drásticamente la población de microorganismos patógenos y se mantienen organismos naturalmente fermentadores e inocuos que pueden ser incluidos en suplementos y/o dietas para el consumo animal. El pH promedio encontrado para las muestras que presentaron las condiciones calidad para ser usadas como suplemento nutricional fue de

3,5±0,19.

Los análisis bromatológicos de la dieta base y del silo se describen en la tabla 1. El valor biológico registrado en la tabla 1 para los parámetros analizados en el silo muestra datos interesantes que deben tenerse en cuenta para la formulación de suplementos, o incluso como componente básico de una dieta.

Tabla 1. Resultados del análisis bromatológico de la dieta base y del silo

Parámetro	Maralfalfa (<i>Pennisetum spp</i>)	Botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>)	Silo
Proteína cruda (PC)	6,34%	16%	39,88%
Extracto etéreo (EE)	2,2%	1,7%	16,8%
Cenizas (C)	11%	12%	5%
Materia seca (MS)	15%	16%	42,7%
Energía bruta (EB)	3000 Kcal/Kg	3900 Kcal/Kg	2450 Kcal/Kg
Fibra cruda (FC)	57%	4%	

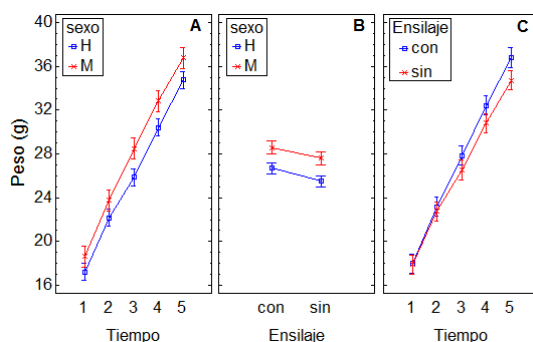
La evaluación del silo en los animales experimentales no causó condiciones de estrés como reflejo de la etología del animal confinado; los ovejoes aceptaron las dietas con el ensilaje sin ningún tipo de restricción, por lo tanto, se puede asegurar la palatabilidad del mismo; no causó diarreas ni comportamientos extraños en los corrales. Los ovinos alimentados con el silo de vísceras presentaron una ganancia promedio durante el periodo experimental de 126 gr/día, mientras que los animales control alcanzaron una ganancia de 111 gr/día. Todos los animales evaluados superaron los 30 kg de peso vivo al final del periodo experimental, sin embargo los mayores pesos (38 y 39 kg) se presentaron en el lote alimentado con vísceras de pescado. En la tabla 2, se muestran los resultados del análisis de varianza en relación con el peso, en esta tabla se puede observar cómo el sexo, el tiempo y el ensilaje presentan diferencias significativas ($p < 0,05$) respecto al peso. Las interacciones no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) y el coeficiente de variación fue $r^2 = 93,10\%$

Tabla 2. Análisis de varianza con relación al peso, con un nivel de confianza del 95%

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado	Valor-P
Medio				
A: Sexo	96,5207	1	96,5207	0,0000
B: Tiempo	3888,46	4	972,114	0,0000
C: Ensilaje	31,416	1	31,416	0,0048
A*B	5,05823	4	1,26456	0,8514
A*C	0,254204	1	0,254204	0,7950
B*C	15,7841	4	3,94603	0,3841
A*B*C	3,93807	4	0,984517	0,9007
Residuo	299,091	80	3,73864	
Total	4340,52	99		

La figura 1 es útil para interpretar cómo se relacionan los niveles de los factores entre sí; se puede observar en la figura 1A como los machos presentan un peso significativamente mayor después del segundo tiempo de pruebas comparado con las hembras. La figura 2A presenta la misma situación que la figura 1A, donde los machos presentan mayor peso que las hembras estando o no con ensilaje. Y en la figura 3A se puede observar como los animales que fueron alimentados con ensilaje presentan mayor ganancia de peso en el periodo 5 comparado con los animales que no se alimentaron con ensilaje.

Figura 1. Peso vs tiempo, ensilaje y sexo, Intervalos LSD
Fuente: elaborada por los autores



Discusión

La disposición final de los residuos derivados del beneficio de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la mayoría de piscícolas se reduce a la labor de enterrar y encalar este tipo de subproductos, sin tener en cuenta la posibilidad de transformarlos o darles valor agregado, además de la generación y liberación de lixiviados con su correspondiente impacto ambiental; según varios autores (Machado 1998; Ferraz de Arruda, et al.,

2007; Olsen y Toppe, 2017), el descarte de residuos que provienen del beneficio de la actividad piscícola de forma incorrecta puede ocasionar impactos ambientales, sanitarios y económicos negativos; por lo tanto el ensilaje biológico o químico se presenta como alternativa bio-económica viable (Borghesi et al., 2006a; Goosen, et al., 2016) ya que puede transformar los residuos en alimentos de alto valor biológico para los animales (Berenz, 2003; Ferraz de Arruda, et al., 2007; Mo, et al., 2018), además pueden substituir la harina de peces en la formulación de raciones reduciendo la necesidad de utilizar pre-mezclas minerales y otros componentes esenciales como aminoácidos, vitaminas y ácidos grasos que están presentes en los silos provenientes de residuos de peces (Espíndola, 1999, 2002; Ristic et al.; 2002; Goosen, et al., 2016; Khan, S.H. & Iqbal, J. 2016). Para el presente estudio, la oportunidad de reducción mensual de residuos de la piscícola es de 900 kg (con base en la producción de 7 Ton/mes) de vísceras mensuales a través de la transformación en silo. Los resultados obtenidos en el presente estudio del análisis bromatológico para proteína cruda (PC) 39,88%, son similares a los obtenidos por Ferraz de Arruda, et al., (2009), quienes trabajaron con residuos fermentados de sardina (*Micropterus salmoides*) y encontraron un tenor proteico de 39,06%; en otro trabajo de ensilaje de vísceras con el percido (*Scomber japonicus*) el tenor proteico encontrado fue menor (31,9%), pero dentro del rango del 30% de PC; por otro lado en un experimento con ensilaje ácido de residuos de filete de tilapias, el porcentaje de PC fue del 48% (Moraes de Oliveira, et al., 2008), la explicación para este valor elevado con respecto a las anteriores referencias radica probablemente en la materia prima utilizada, este hecho lo registra Pinto de Carvalho, et al., (2006), quienes utilizando residuos del proceso de tilapia, incluyendo cabezas, vísceras y músculo, obtienen valores menores (29,46 % PC) a lo reportado por Moraes de Oliveira. Para los valores de EE encontrados en el presente estudio 16,8%; los mismos autores reportan valores similares 17,09%, que son considerados altos, Ferraz de Arruda, et al. (2009) reporta valores más bajos (8,24%), estas diferencias al igual que las encontradas en PC se deben probablemente a la materia prima, el trabajo realizado por Betancourt y colaboradores (2005), soporta en cierta medida esta afirmación, quienes trabajando con vísceras de trucha arco iris encuentran tenores proteicos de 20,4% y de 53,5% en grasa. En cuanto al pH, Vidotti et al. (2003) sostiene que el pH por debajo de 4 mantiene el ensilaje en condiciones aptas para que no ocurran procesos de descomposición

del mismo; valores similares fueron reportados por Vásquez-Zuluaga (2015), quien encuentra para ensilaje biológico de vísceras de la especie *Piaractus brachypomus* (cachama blanca) un valor promedio de 3,51; otros autores (Vidotti, et al., 2002), reportan para ensilaje fermentado de diferentes residuos de peces de agua dulce valores de pH entre 4,06 a 4,48 y para ensilaje químico valores entre 2,5 a 2,82; para ambos casos los autores sostienen que las condiciones fueron satisfactorias para la conservación del producto.

Según Hall (1985) y Ngoc-Diep (2009), el ensilaje de residuos de peces puede tener muchas semejanzas a la harina de pez, pero la ventaja está en su mayor facilidad para ser degradada a nivel ruminal, en vista de que, en el proceso fermentativo, la proteína es parcialmente hidrolisada en aminoácidos libres, principalmente lisina y triptófano, péptidos cuya estructura molecular es más fácil de asimilar, incrementando la digestibilidad de la misma (Vidotti, et al., 2003; Olsen & Toppe 2017). En este sentido, Haard, et al. (1985) lograron disminuir la hidrólisis proteica y la rancidez oxidativa del aceite de pescado elaborando una mezcla de este producto ensilado con heno para ser utilizado en la alimentación de pequeños rumiantes.

Por otro lado, el uso de silos en ovinos que son rumiantes básicamente pastoreadores que basan su consumo de materia seca principalmente en los forrajes y leguminosas presentes en el potrero, podría estar relacionado con el incremento del consumo, al generar una sobreoferta de alimento (Vargas, et al., 1992), se reporta que el consumo de materia seca en estos animales puede variar desde 2.5 hasta 3.5 % con respecto a su peso vivo (Rojas, et al., 1984). El consumo de alimento es un factor fundamental asociado a la ganancia de peso y a la conversión alimenticia. Aunque este trabajo no contenía la medición de consumo, sí se pudo constatar la aceptación del silo de vísceras por parte de los animales incluidos en el experimento. En este aspecto Yamamoto et al., (2007) reportan valores de 3,5% en la ingesta de materia seca con respecto al peso vivo en ovinos alimentados con ensilaje de peces. Sin embargo, Barroga, et al., (2001) determinaron que el consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo no se veía afectado por los niveles proteicos de la dieta en ovinos estabulados.

Para este trabajo la variable sexo afectó directamente la ganancia de peso, siendo mayor en los machos que en las hembras, lo cual concuerda con otros reportes en ovinos (Guerra,

D. y A. Ramírez. 1997; Macedo, R. y V. Arredondo 2008).

En la producción intensiva de ovinos se han reportado diferencias en consumo y ganancia de peso con diferentes alimentos integrales (Mendoza, et al., 2007) debido principalmente a la concentración de nutrientes y al uso de distintos aditivos que impactan el metabolismo y la composición de la dieta, influyendo directamente en la digestibilidad de la materia seca (Salinas, et al., 2011) y por ende en el consumo de alimento. Barroga, et al., (2004) afirman que el uso de silo de pescado en la alimentación de corderos favorece el crecimiento y la ganancia de peso debido principalmente a un aumento en la digestibilidad de la proteína consumida y una mayor producción de propionato como fuente de energía a nivel ruminal.

La adición de melaza durante el proceso de ensilaje pudo favorecer el grado de digestibilidad del alimento, aumentando el consumo y mejorando las ganancias de peso en este experimento. En este sentido Maynard, et al., (1983) y Linares, et al., (2003) reportan que los microorganismos ruminales digieren fácilmente el almidón, el azúcar de caña y las melazas, lo cual puede aumentar la degradabilidad ruminal y favorecer el consumo de alimento Fortanelli (1996)

Adicionalmente Yamamoto, et al., (2007) reportan un aumento en la digestibilidad principalmente del extracto etéreo cuando los ovinos son alimentados con ensilaje de peces, lo cual puede favorecer la utilización de la energía y la proteína disponible en el alimento. En este sentido Offer y Husain (1987) reportaron que al alimentar terneros con ensilaje de pescado no se deprime la digestibilidad de la dieta en componentes fundamentales como energía y materia orgánica.

Conclusiones

Nutricionalmente, el silo de residuos de vísceras de trucha tiene un alto valor biológico, aunque y aún se necesitan muchos estudios para estandarizar la técnica y obtener más información sobre los niveles de inclusión, digestibilidad y perfil de ácidos grasos como datos básicos, los cuales pueden llegar a trabajarse en la formulación de dietas para animales. En este sentido, las investigaciones con subproductos de la industria piscícola en la alimentación de pequeños rumiantes son incipientes, pero demuestran un potencial enorme para los investigadores del sector pecuario.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la Vicerrectoría de Investigación y al Centro de Laboratorios de la Corporación Universitaria Lasallista, por los recursos aportados que permitieron el desarrollo del proyecto. A Truchas del Jardín por aportar la materia prima para la elaboración del silo y a la finca Ovinos La Negra por facilitarnos sus instalaciones y animales experimentales.

Referencias

- Abimorad, E., Strada, W., Canelo, S., García, F., Castellani, D., da Rocha, M. (2009). Silagem de peixeemração artesanal para tilápia-do-nilo. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 44 (5), 519-525.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (1995). *Official methods of analysis*. 16th ed. Arlington, Virginia: AOAC.
- Barroga, A.J., Pradhan, R., Tobioka, H. (2001) Evaluation of Fish Silage-Sweet Potato Mixed Diet with Italian Ryegrass Silage as Basal Ration on Nitrogen Utilization and Energy Balance in Growing Lambs. *Animal Science Journal* 72 (3), 189-197.
- Barroga, A.J., Pradhan, R., Tobioka, H. (2004) Comparative evaluation of the effects of fish silage mixed diets in lambs. *The philippine agricultural scientist*, 87 (4), 373-382.
- Berenz, Z. (2003), Utilización del ensilado de residuos de pescado en pollos. Recuperado de <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/aga/agap/ap h134/cap2.htm>
- Betancourt, L., Díaz, G. J., Aguilar, X. y Ríos, J. (2005). 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. *LivestockResearchfor Rural Development* 17(9).
- Borghesi, R., Ferraz de Arruda, L., Portz, L., Oetterer, M. (2006), Coeficiente de digestibilidade aparentada energia e nutrientes das silagens ácida, biológica e enzimática pela tilápia do nilo. In: *Congresso Latinoamericano de Alimentação Animal*, 2., São Paulo., Anais. São Paulo: Cbna-Amena.
- Chou, L.S. y Weimer, B., (1999). Isolation and characterization of acid- and bile-tolerant isolates from strains of *Lactobacillus acidophilus*. *J Dairy Sci.*, 82, 23-31.

- Espíndola Filho, A. (1999). Utilização do resíduo sólido de peixe, camarão e bivalves como ingrediente de ração para aquicultura. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie. Tese (Doutorado em Zootecnia) –Universidade Presbiteriana Mackenzie.
- Espíndola Filho, A. (2002). Tecnologia de processamento de resíduos de pescado/silagem ácida e o agronegócio. In: Encontro Internacional de Agronegócios em Pesca e Aquicultura, 1., 2002, Santos: Secretaria de Agricultura e do Abastecimento/SP e SEBRAE, 2002. 84p.
- Ferraz de Arruda, L., Borghesi, R., Portz, L., Possebon-Cyrino, J. E. y Oetterer M. (2009). Fish Silage in Black Bass (*Micropterus Salmoides*) Feed as an Alternative to Fish Meal. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 52(5), 1261-1266.
- Ferraz de Arruda, L., Borghesi, R. y Oetterer, M. (2007). Use of fish waste as silage - A Review. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50(5), 879-886.
- Fortanelli, HLM. (1996). Digestibilidad ruminal de materia seca en dietas integrales para ovinos con distintos ensilajes de caña adicionados con urea y melaza. Tesis Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.
- Gonçalves, A. A. (2011). Tecnología do pescado. Editora Atheneu.
- Goosen, N. J., de Wet, L. F. y Gorgens, J.F. (2016). Rainbow trout silage as immune stimulant and feed ingredient in diets for Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Aquaculture Research*, 47, 329-340.
- Guerra, D. y Ramírez, A. (1997). Factores de ajuste para el peso a los 90 días en corderos Pelibuey. *Rev. Cub. Reprod. Anim.*, 23, 31-36.
- Hall, G. M., Keeble, D., Ledward, D. A. y Lawrie, R. A. (1985). Silage from tropical fish 1. Proteolysis. *J. Food Technol.*, 20, 561 – 572.
- Haard, N. F., Kariel, N., Herzberg, G., Woodrow-Feltham, L. A. y Winterb, K. (1985). Stabilisation of Protein and Oil in Fish Silage for Use as a Ruminant Feed Supplement. *J. Sci. Food Agric.*, 36, 229-241.
- Khan, S. H. y Iqbal, J. (2016). Recent advances in the role of organic acids in poultry nutrition. *Journal of Applied Animal Research*, 44, 359-369.
- Linares, C. P., Salinas, C. H. J., Hernández, B. D. (2003). Digestibilidad in situ y degradabilidad ruminal de raciones con distintos niveles de lípidos de baja bihidrogenación ruminal. XXXI Reunión Anual de la AMPA, Phoenix, Arizona, EE. UU., 193-198.
- Macedo, R. y V. Arredondo (2008). Efecto del sexo, tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos pelibuey en manejo intensivo. *Arch. Zootec.* 57(218), 219-228.
- Machado, T. M. (1998). Silagem biológica de pescado. En Carvalho Filho, J. (Ed.) *Panorama da aquicultura* (pp. 30-32). Rio de Janeiro.
- Maia Júnior, W. M. (1998). Adequação do processamento de silagens de resíduos de tilápia, caracterização dos lipídios e da fração seca empó. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, (Mestrado).
- Maynard, L. A., Loosli, J. K., Hintz, H. F. y Warner, R. G. (1983). *Nutrición animal*. México: Mc Graw-Hill.
- Mendoza, M. G. D., Plata, P. F. X., Ramírez, M. M., Mejía, D. M. A., Lee, R. H. y Bárcena, G. R. (2007). Evaluación de alimentos integrales para el engorde intensivo de ovinos. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 1, 66-72.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. MADR. (2016). Sistema de Información del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado de <https://www.minagricultura.gov.co/paginas/default.aspx>
- Mo, W. Y., Man, Y. B. y Wong, M. H. (2018). Use of food waste, fish waste and food processing waste for China's aquaculture industry: Needs and challenge. *Science of the Total Environment*, 635-643.
- Moraes de Oliveira M., de Sousa Gomes Pimenta, M. E., da Silva Camargo, A. C., Pimenta, C. J. y Rosa-Logato, P. V. (2008). Silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápias para girinos de rã-touro (*Rana catesbeianashaw*, 1802) digestibilidade e desempenho. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, 32(2), 618-625.
- Ngoc-Diep, M. T. (2009). Utilisation of fish or crab silage protein for cobia (*Rachycentron canadum*) – effects on digestion, amino acid distribution, growth, fillet composition and storage quality. Dissertation for the degree philosophiae doctor (PhD) at the University of Bergen.
- Offer, N. W. y Husain, R. A. K. (1987). Fish Silage as a Protein Supplement for Early Weaned Calves. *Animal Feed Science and Technology*, 17, 165-177.
- Olsen, R. L. y Toppe J. (2017). Fish silage hydrolysates: Not only a feed nutrient, but also a useful feed additive. *Trends in Food Science & Technology*, 66, 93-97.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. (2016). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Departamento de pesca y Acuicultura de la FAO. Roma: FAO.

- Pinto de Carvalho, G. G., Vieira-Pires, A. J., Mattos-Veloso, C., Ferreira da Silva, F. y Aparecida de Carvalho, B. M. (2006). Silagem de resíduo de peixes em dietas para alevinos de tilápia-do-nylo. R. Bras. Zootec., 35(1), 126-130.
- Ristic, M. D., Filipovic, S. S. y Sakac, M. L. J. (2002) Liquid protein feedstuffs from freshwater fish byproducts as a component of animal feed. Romanian Biotechnological Letters, 7, 729-736.
- Rojas, J., U. de Chávez, M. I. y Fernández, R. (1984). Capacidad comparativa de digestión entre ovinos y caninos. Zootecnia Tropical, 2(1 y 2), 20-29.
- Salinas, J., Gutiérrez, J. C., García, R., López, R. y Duarte, A. (2011) Digestibilidad in situ de la materia seca de tres dietas para ovinos de engorde. Agronomía Mesoamericana, 22(2).
- Vargas, J. E., Rodríguez, O., Murgueitio, E. y Preston, T. R. (1992). Efecto del nivel de oferta del co-gollo de caña sobre el consumo y el ecosistema ruminal en ovejas africanas. Livestock Research for Rural Development, 4(1).
- Vásquez-Zuluaga, S. A. (2015). Estudio del proceso de ensilaje de vísceras de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) utilizando el método químico y el biológico con melaza y suero lácteo como sustrato. Tesis de Maestría en Ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia.
- Vidotti, R. M., Carneiro, D. J. y Macedo Viegas, E. M. (2002). Acid and fermented silage characterization and determination of aparente digestibility coefficient of crude protein for Pacu *Piaractus mesopotamicus*. Journal of the Aquaculture Society, 33(2), 57-62.
- Vidotti, R. M., Viegas, E. M. M. y Carneiro, D. J. (2003). Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. Anim. Feed Sci. Technol., 105, 199 – 204.
- Yamamoto, S. M., García, A., Vidotti, R. M., Homem, A. C., Bonilha, R. S. y Buzzulini, C. (2007). Desempenho e digestibilidade dos nutrientes em cordeiros alimentados com dietas contendo silagem de resíduos de peixe. R. Bras. Zootec., 36(4), 1131-1139, (supl.)