



Revista EIA
ISSN 1794-1237
e-ISSN 2463-0950
Año XVIII/ Volumen 18/ Edición N.35
Enero-Junio de 2021
Reia35005 pp. 1-10

Publicación científica semestral
Universidad EIA, Envigado, Colombia

**PARA CITAR ESTE ARTÍCULO /
TO REFERENCE THIS ARTICLE /**
Villa Ramírez, R.; Bernal Medina, L. F.
(2021). Alimentación de trucha Arco
Iris (*Oncorhynchus mykiss*) mediante
ensilado químico de víscera de trucha
en la fase de ceba. Revista EIA, 18(35),
Reia35005.
pp. 1-10.
<https://doi.org/10.24050/reia.v18i35.1468>

✉ *Autor de correspondencia:*

Villa Ramírez, R. (Rigoberto):
Docente investigador Facultad
Ciencias Agroindustriales
Correo electrónico:
rivilla@uniquindio.edu.co

Recibido: 26-08-2020
Aceptado: 28-10-2020
Disponible online: 01-01-2021

Alimentación de trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) mediante ensilado químico de vísceras de trucha en la fase de ceba

✉ RIGOBERTO VILLA RAMÍREZ¹
LUIS FERNANDO BERNAL MEDINA¹

1. Universidad del Quindío

Resumen

En la Unidad Piscícola Truchas Cócora en el municipio de Salento Quindío, se alimentaron truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) con tres diferentes concentrados húmedos elaborados a partir de ensilado de vísceras de trucha arco iris y tres concentrados comerciales (núcleos), en 320 peces. Se elaboró y utilizó un ensilaje químico de viseras de trucha arco iris durante la fase de ceba, para el análisis de los datos se empleó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones cada uno; las variables a medir fueron ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, analizadas mediante el análisis de varianza (Anova); encontrándose que en tratamiento control (T4), presenta la mayor ganancia de peso (129,7) mientras que el T1 fue el de menor ganancia de peso (120 g), aunque el análisis de varianza mostro que no existen diferencias estadísticas significativos para ninguna de las variables en estudio.

Palabras Claves: Ensilaje, Transformación, Aumento de peso, Peces, Alimentación, Vísceras.

Feeding Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) by chemical silage of trout in the fattening phase

Abstract

In the Truchas Cócora Piscine Unit in the municipality of Salento Quindío rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) were fed with three different wet concentrates made from silage of rainbow trout viscera and three commercial concentrates (cores), in 320 fish. A chemical silage of rainbow trout visors was elaborated and used during the fattening phase, for the analysis of the data a completely randomized design was used, with four treatments and four repetitions each; the variables to be measured were weight gain, feed consumption and feed conversion,

analyzed by the analysis of variance (Anova); being that in control treatment (T4), it presents the highest weight gain (129.7 gr) while T1 was the lowest weight gain (120 g), although the analysis of variance showed that there are no significant statistical differences for none of the variables under study.

Key Words: Ensilage, Transformation, Weight gain, Fish

1. Introducción

La baja en la pesca de captura en el mundo ha conseguido que la producción acuícola se constituya como una fuente o alternativa de proteína para la seguridad alimentaria mundial (FAO, 2009) y a la vez, una actividad generadora de empleo e ingresos.

La piscicultura, se define como aquella acción dedicada al cultivo de peces bajo técnicas de manejo e implementación de buenas prácticas para inducir mejoras genéticas, incubación, nutrición, reproducción y sanidad de las especies, la cual ha venido creciendo de manera extraordinaria durante las últimas décadas; por ejemplo, los cultivos de cachama, trucha y tilapia en los últimos años han perfeccionado e incrementado su producción (29 %, 6 % y 12 %) respectivamente (FAO, 2003; FAO, 2010). Sin embargo, si se descartan los precios de infraestructura y de equipos, el alimento o concentrado dominan el principal rubro en las explotaciones con un 44 % (Espinal *et al.*, 2005)

La trucha es una especie que pertenece a la familia salmónidae, oriunda de aguas de bajas temperaturas de Norteamérica; demandando de 9 a 12°C para la obtención de alevinos y de 12 a 18°C en el período de engorde. En Colombia se adapta muy bien y su explotación se realiza en áreas que están por encima de los 2000 m de altura (Betancur *et al.*, 2010).

Actualmente, una de las mejores especies producidas en Colombia es la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), con las diferentes variedades conocidas como Mann (Gran Bretaña), Kamloop (originaria de Washington), entre otras (Ministerio de Agricultura, 2009)

En los cultivos de truchas se ha observado una muy buena adaptabilidad a las características de agua y temperaturas en algunas zonas del país; en la actualidad, en Colombia coexisten más de 72 granjas o unidades industriales. Las regiones de mayor desarrollo en tecnología y capacidad de producción están ubicadas en Antioquía, Tolima, Huila, Cauca, Cundinamarca, Risaralda, Santander, Norte de Santander, Boyacá, Nariño y Quindío (Acuatic, 2013), convirtiéndola en el tercer grupo de peces más cultivada, después de las tilapias y las cachamas (Quintero *et al.*, 2011; MADR, 2016)

Uno de los problemas ambientales más vistosos en las producciones acuícolas es el eviscerado provenientes del sacrificio de los peses y el impacto que soporta éste con la disposición de las vísceras; existe mucha información registrada por los organismos nacionales de tipo estadístico productivo, pero no se registra ninguna clase de información acerca de la disposición final o manejo de subproductos producidos del faenado, como por ejemplo vísceras y carcasa cuando el producto final son los filetes. Se sabe que es posible emplear este tipo de residuos en la producción de harinas, aceites, concentrados proteicos, hidrolisados proteicos, colágeno, quitosán y ensilajes (Gonçalves, 2011)

La elaboración del ensilaje de pescado es una práctica de escasa inversión, tecnológicamente simple, económica, ambientalmente amigable (Renata 2013; Ramasamy, 2013; Arruda, *et al.*, 2009). Por su alto contenido de proteína, y mediante hidrólisis se obtienen péptidos y aminoácidos de alta calidad y digestibilidad (Hisano

et al., 2013) que se digieren más rápido que la proteína entera. (J.V Norgaard *et al.*, 2015). Así mismo, el producto es más palatable para la alimentación animal. (Fernández *et al.*, 2015).

El ensilado de pescado es utilizado en reemplazo de la harina de pescado en la formulación de raciones para aves (Berenz *et al.*, 1994; Betancourt *et al.*, 2005; Al-Marzooqi *et al.*, 2010), peces (Barreto-Curiel *et al.*, 2016) y cuyes (Mattos *et al.*, 2003), con resultados satisfactorios.

La presente investigación procuró alimentar trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) con tres diferentes concentrados húmedos elaborados a partir de ensilados de vísceras de trucha arco iris y tres concentrados comerciales (núcleos), con el fin de medir la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

2. Materiales y Métodos

2.1. Área de Estudio

La fase experimental se llevó a cabo en la unidad de producción de Truchas Cocora, ubicada a 11 Km del municipio de Salento, departamento del Quindío, a una altitud de 2300 m, con una temperatura promedio de 12°C; los diferentes análisis bromatológicos se realizaron en los laboratorios de Universidad Tecnológica de Pereira.

2.2. Elaboración del ensilaje de viseras

El ensilado se elaboró a partir de la mezcla de vísceras de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, a las cuales se les adicionó ácido acético en una proporción del 3,5 % en peso y melaza en una relación del 10%.

Se realizó una molienda muy fina en una máquina marca javar garantizando el contacto del pescado con el ácido acético. El material es puesto en recipientes plásticos cerrados en un proceso anaerobio a temperatura de 15°C por 15 días , para completar la licuefacción, resultado de esta composición se obtuvo un ensilado (proteína líquida) que posteriormente fue mezclado con un concentrado comercial utilizado como núcleo, previamente molido y darle una consistencia en polvo con el fin de obtener una mezcla homogénea, a continuación la emulsión obtenida es pasada por el molino que le da a la papilla una forma de pellet, obteniendo finalmente un alimento húmedo que seguidamente es empacado en bolsas herméticamente cerradas.

2.3. Tratamientos

Se realizaron cuatro tratamientos cada uno con 80 peces, con cuatro repeticiones por procedimiento para un total de 320 peces.

Se utilizó el ensilado químico de vísceras de trucha arco iris en la alimentación de trucha arco iris, durante el periodo de ceba, a razón de 40% del total de la ración diaria de alimento suministrado.

Los tratamientos 1, 2, y 3 se les suministro el ensilado químico de viseras en reemplazo del proteolítico reforzado de Agrinal Colombia S.A, y concentrados de SOLLA, PURINA y FINCA como reemplazo del núcleo de Agrinal Colombia S.A, para cada tratamiento respectivamente. El 60% de la alimentación restante es concentrado comercial de SOLLA.

El tratamiento 4, fue el control, al cual se le suministro el concentrado húmedo utilizado tradicionalmente por la empresa fabricado con vísceras de trucha arco iris, el proteolítico reforzado de Agrinal Colombia S.A y el núcleo de Agrinal Colombia S.A. (tabla 1)

Tabla 1. Tipo de dieta para cada tratamiento durante el trabajo de campo

TRATAMIENTO	DIETA
1	40% Concentrado húmedo a partir de vísceras de trucha arco iris, ácido acético y concentrado de SOLLA 60% Concentrado comercial de SOLLA.
2	40% Concentrado húmedo a partir de vísceras de trucha arco iris, ácido acético y concentrado de PURINA 60% Concentrado comercial de SOLLA.
3	40% Concentrado húmedo partir de vísceras de trucha arco iris, ácido acético y concentrado de FINCA 60% Concentrado comercial de SOLLA finca
4 CONTROL	40% Concentrado húmedo a partir de vísceras de trucha arco iris, proteolíticos reforzados de Agrinal Colombia S.A y núcleo de Agrinal Colombia S.A 60% Concentrado comercial de SOLLA.

La investigación con los peces fue realizada en dos tanques rectangulares de cemento con 2,50 metros de ancho, 20 metros de largo y 1,50 metros de profundidad, con agua en renovación constante; en cada tanque fueron depositadas dos jaulas (una por tratamiento) con 2 metros de ancho por 2 metros de largo y 1 metro de profundidad. Cada jaula fue dividida en 4 partes iguales por una malla para cada repetición.

El experimento se realizó con 320 peces, los cuales tenían un peso inicial de 180 gr, durante 60 días, los alevinos se dividieron en los cuatro tratamientos y se les suministrada el alimento a los peces en horas de la mañana (ensilado químico), el 60% restante es repartido en horas de la tarde (concentrado comercial de Solla, Purina y Finca), esta dieta es suministrada durante los 60 días de la experiencia.

2.4. Variables analizar

Ganancia de Peso: esta variable se expresa en gramos, la fórmula de esta es:

$$GTP = PI - PF$$

Donde:

GTP: ganancia total de peso en gramos.

PI: peso al inicio del trabajo de campo.

PF: peso al final del trabajo de campo.

Conversión Alimenticia: es la cantidad de alimento que un animal debe consumir para aumentar un gramo de peso durante el trabajo de campo. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$CA = CTA / GTP$$

Donde:

CA: conversión alimenticia

CTA: consumo total de alimento

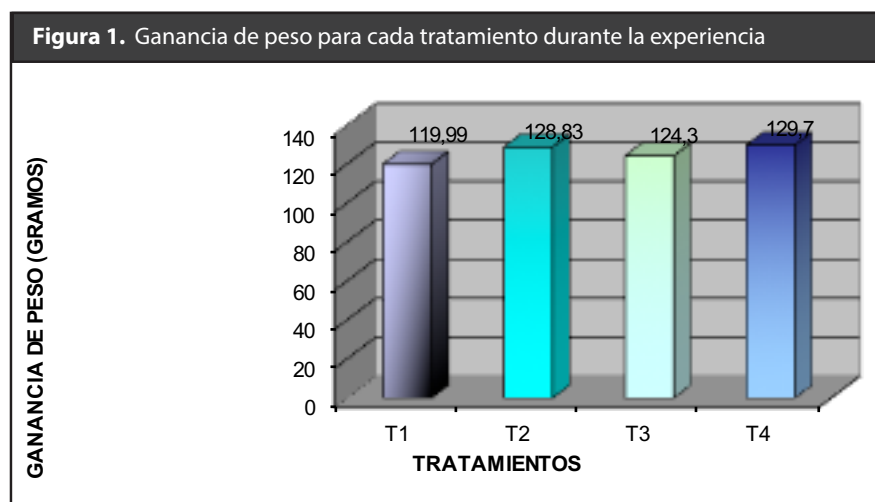
GTP: ganancia total de peso

Los datos de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia se sometieron al análisis de medias por mínimos cuadrados (LS Means) en un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento (Littell *et al.*, 2002). Los resultados son expresados por medias y error estándar de la media (EEM). Las diferencias fueron consideradas estadísticamente significantes cuando $p < 0.05$, para encontrar diferencias entre medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey, Los datos fueron analizados en el programa Statgraphics Centurión.

3. Resultados

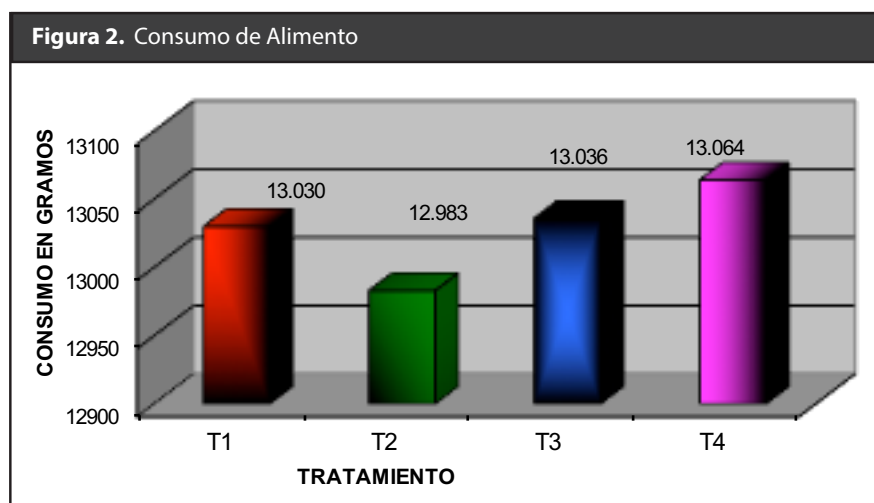
3.1. Ganancia de Peso

El tratamiento control (T4), presentó la mayor ganancia de peso (129,7 g) durante el período de análisis, siendo el T2 el que mayor ganancia de peso obtuvo entre tratamientos (128,8 gramos) y estando muy cerca del control con tan solo una diferencia de 0,9 gramos. El que presentó menor ganancia de peso frente al control fue el T1 con 120 gramos, seguido del T3 con 124,3 gramos, **figura 1**.



3.2. Consumo de alimento

Según los análisis estadísticos realizados a los resultados obtenidos para la variable consumo de alimento no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos y el control, **figura 2**.



El consumo entre los tratamientos fue muy similar, siendo el control quien presenta un mayor consumo de alimento, con 13.064 gramos durante los 60 días de duración del ensayo. El tratamiento 2 arroja el menor consumo comparado con el control, con un consumo total de 12.983 gramos y un consumo día de 215 gramos, frente a un consumo día del control de 218 gramos.

Los tratamientos 1 y 3 tuvieron comportamientos muy similares de consumo de alimento con 13.030 y 13.036 gramos para cada uno.

3.3. Conversión Alimenticia

La conversión alimenticia es un factor de gran importancia para la evaluación del comportamiento productivo en una explotación, por ello determinamos la conversión para cada uno de los tratamientos y para el control, donde se encontró que la conversión más baja la obtuvo el tratamiento 2 (1,58) frente al control, cuya conversión fue de 1,57. Por el contrario, la conversión más alta estuvo dada por el tratamiento 1 con un factor de conversión de 1,7, seguido del tratamiento 3 que reportó conversiones de ,64.

El mayor consumo de alimento es para los peces alimentados con el concentrado húmedo a partir de vísceras de trucha arco iris, el proteolítico reforzado y el núcleo de Agrinal Colombia S.A (tratamiento control 4) aunque no hubo diferencia significativa ya que el menor consumo de alimento fue para los peces alimentados con el concentrado húmedo a partir de vísceras de trucha arco iris, ácido acético y concentrado comercial de Purina como núcleo (tratamiento 2), con una diferencia en consumo de tan solo 20 gramos.

Las ganancias de peso reflejaron el consumo, los resultados de los tratamientos 1, 2 y 3 con concentrado húmedo a partir de vísceras de trucha arco iris, ácido acético y los concentrados de SOLLA, PURINA Y FINCA, (como núcleos) respectivamente para cada tratamiento, comparados frente al control (T4) no se observaron en los valores del análisis de la varianza diferencias estadísticamente significativas, encontrando una diferencia en gramos de 9.7, 0.87 y 5.4 en orden para cada tratamiento respecto al control con la mayor ganancia de peso.

La conversión de los peces alimentados con las dietas suministradas durante los 60 días del trabajo de campo no fueron superiores significativamente respecto al control, el índice de conversión entre tratamientos y frente al control es similar.

4. Discusión

La distribución final de los sobrantes provenientes del beneficio del cultivo de la trucha arco iris en las explotaciones piscícolas, se limita simplemente a labores de sepultar y encalar estos subproductos, sin contar con la posibilidad de cambiarlos o atribuirles un valor agregado, además; del impacto ambiental que pueden generar; autores como (Machado 1998; Ferraz de Arruda, *et al.*, 2017), afirman que la eliminación de los residuos del beneficio de las explotaciones piscícolas de forma incorrecta crean impactos ambientales, sanitarios y económicos nefastos; por lo que el ensilaje químico de las vísceras se muestra como una alternativa bio-ambiental y económicamente posible (Borghesi *et al.*, 2006a; Goosen, *et al.*, 2016), ya que estos residuos se pueden transformar en alimentos de alto valor proteico para alimentar diversos animales (Berenz, 2003 & Ferraz de Arruda, *et al.*, 2017), también se puede reemplazar la harina de peces en fórmulas de raciones disminuyendo las pre mezclas minerales y elementos esenciales (aminoácidos, vitaminas y ácidos grasos) que hacen parte de los silos procedentes de residuos de peces (Espíndola, 1999, 2002; Ristic *et al.*; 2002; Goosen, *et al.*, 2016; Khan, S.H. & Iqbal, J. 2016).

De acuerdo con Hall (1985) y Ngoc-Diep (2009), el ensilaje de desechos de peces puede parecerse mucho a la harina de pez, pero la mejoría está en su habilidad para ser degradada a nivel ruminal; en el proceso de la fermentación, la proteína es mediamente hidrolisada en aminoácidos libres (lisina y triptófano), péptidos que molecularmente son más fáciles de asimilar, aumentando la digestibilidad (Vidotti, *et al.*, 2003; Olsen & Toppe 2017). Es por ello que Haard, *et al.* (1985) consiguieron reducir la hidrolisis proteica y la descomposición oxidativa del aceite de pescado haciendo una mezcla del ensilado con heno para ser empleado en la alimentación de pequeños rumiantes.

El consumo de alimento es un componente fundamental ligado a la ganancia de peso y a la conversión alimenticia, la adición de melaza en el proceso de elaboración del ensilaje químico pudo ayudar en el incremento de la digestibilidad del alimento, aumentando el consumo y optimizando las ganancias pesos. (Fortanelli, 1996); Linares, *et al.*, 2003); Maynard, *et al.*, 1983)

5. Conclusiones

- La utilización de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) para la producción de ensilados, aumenta el aprovechamiento de la proteína animal, a la vez que minimiza los efectos de la contaminación ambiental. En general, las técnicas empleadas son simples, requieren baja inversión y mínima mano de obra directa.
- El uso de ensilados permite el aprovechamiento de los desechos de la actividad piscícola en la elaboración de alimentos para animales. Por su alto contenido proteico, puede ser utilizado como reemplazo de un porcentaje de la ración de los peces o directamente como un complemento en la alimentación animal.
- Bajo las condiciones en que se realizó el ensayo, el ensilado a partir de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y ácido acético utilizado para la elaboración de concentrado húmedo, reemplazó eficazmente como fuente proteica animal a la harina de pescado en términos de ganancia de peso, consumo de alimento, eficiencia proteica, conversión alimenticia, porcentaje de pérdidas por eviscerado y desespinado y calidad de la canal.

5. Agradecimientos

A la unidad piscícola Truchas Cocora por permitir la realización de esta investigación.

6. Referencias

- Acuatic, R. (2013). Historia de la acuicultura en Colombia. Recuperado el febrero de 2018, http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/37_9.pdf
- Al-Marzooqui W, Al-Farsi MA, Kadim IT, Mahgoub O, Goddard JS. 2010. The effect of feeding different levels of sardine fish silage on broiler performance, meat quality and sensory characteristics under closed and open-sided housing systems. *Asian Austral J Anim Sci* 23: 1614-1625. Doi: 10.5713/ajas.2010.10119
- Barreto-Curiel F, Parés-Sierra G, Correa-Reyes G, Durazo-Beltrán E, Viana MT. 2016. Total, and partial fish meal substitution by poultry by-product meal (petfood grade) and enrichment with acid fish silage in aqua feeds for juveniles of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Lat Am J Aquat Res* 44: 327-335. DOI: <http://10.3856/vol44-issue2-fulltext-13>
- Betancur, J.L., Carlos Mario Rivera, C.N., Echeverri, V., Trujillo, H.T., Taborda, C.G. 2010. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la trucha arcoiris en el departamento de Antioquia. Aso acuícola y Min Agricultura. Bogotá. 220 p.
- Betancourt L, Díaz GJ, Aguilar X, 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. *Livest Res Rural Develop* 17(9). [Internet]. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd17/9/beta17106.htm>
- Berenz Z, Romero F, Beoutis G. (2003). Utilización del ensilado de residuos de pescado en dietas para pollos de carne. *Bol Inv Inst Tec Pes* 4(1): 91-104.
- Borghesi, R., Ferraz de Arruda, L., Portz, L., Oetterer, M. (2006), Coeficiente de digestibilidad aparentada energía e nutrientes das silagens ácida, biológica e enzimática pela tilápia do nilo. In: Congreso Latinoamericano de Alimentação Animal, 2., São Paulo, Anais. São Paulo: Cbna-Amena.
- Espinal Cf, Martínez Hj, Gonzales Fa. 2005. Cadena de la piscicultura en Colombia. Observatorio agrocadenas Colombia. Ministerio de agricultura y desarrollo rural. documento de trabajo nro. 106. [internet]. <http://www.agrocadenas.gov.co>
- Espíndola Filho, A. (1999). Utilização do resíduo sólido de peixe, camarão e bivalves como ingrediente de ração para aqüicultura. São Paulo: Universidad e Presbiteriana Mackenzie. Tese (Doutorado em Zootecnia) –Universidad e Presbiteriana Mackenzie
- FAO. (2003). Normatividad Acuicultura. Recuperado el 2013, de <http://www.fao.org/fi/old-site/FCP/es/COL/body.htm>
- FAO. (2009). The state of world fisheries and aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. Pp. 196
- FAO. (2010). State of world aquaculture: inland Water resources and aquaculture service Fishery resources division FaO. Fisheries-Technical Paper. 218 p.
- FAO, (2012). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. (en línea) (citado 18 enero, 2012), Disponible en internet. <URL: http://www.marviva.net/publicaciones/estado_mundial_de_la_pesca_y_acuicultura_fao_2012.pdf
- FAO (2013), Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia. (En línea) (citado 28 de enero 2013), Disponible en internet: http://www.ceniagua.org/archivos/Diagnostico_para_revision_Dic_5_2011_v1.pdf
- Fernández Herrero, Vittone M. (2015), Salomone A. Biological silage of *Merluccius hubbsi*. Amino acid composition, degree of hydrolysis and peptides size. *Biological Sciences and*

- Pharmaceutical Research, Vol.3(6), pp.57-62, June 2015. ISSN 2350-1588. <http://dx.doi.org/10.15739/ibspr:013>
- Ferraz de Arruda, Lia, Borghesi, Ricardo, Portz, Leandro, Cyrino, José Eurico Possebon, & Oetterer, Marília. (2009). Fish silage in black bass (*Micropterus Salmoides*) feed as an alternative to fish meal. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(5), 1261-1266. Retrieved July 18, 2015, from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151689132009000500025&lng=en&tlng=en. 10.1590/S1516-89132009000500025.
- Ferraz de Arruda, L., Borghesi, R. y Oetterer, M. (2017). 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. Ciência, tecnologia, inovação e legislação*. 1.ed, Sao Paulo Editora Atheneu. 607 p. ISBN: 978-85-388-0197-9
- 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.
- 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.
- Hisano, Hamilton, & Pietro, Pamela Souza de. (2013). Growth performance and digestibility of juvenile Nile tilapia fed diets containing acid silage viscera of Surubim catfish. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 35(1), 1-6. Retrieved August 18, 2015, from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180786722013000100001&lng=en&tlng=en. 10.4025/actascianimsci.v35i1.14470..
- J.V. Norgaard, J.K. Petersen, D.B. Tørring, H. Jørgensen, H.N. Lærke, (2015) Chemical composition and standardized ileal digestibility of protein and amino acids from blue mussel, starfish, and fish silage in pigs, *Animal Feed Science and Technology*, Volume 205, July 2015, Pages 90-97, ISSN 0377-8401, <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.04.005>. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840115001169>)
- 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 biohidrogenación ruminal. XXXI Reunión Anual de la AMPA, Phoenix, Arizona, EE. UU., 193-198.
- Littell RC, Stroup WW, Freund RJ, (2002). *SAS for linear models*. 4th ed. USA: SAS Inst. Cary, NC. 329 p.
- Machado, T. M. (1998). Silagem biológica de pescado. En Carvalho Filho, J. (Ed.) *Panorama da aquíicultura* (pp.30-32). Rio de Janeiro.
- Mattos CJ, Chauca FL, San Martín F, Carcelén CF, Arbaiza FT. (2003). Uso del ensilado biológico de pescado en la alimentación de cuyes mejorados. *Rev Inv Vet Perú* 14: 89-96. DOI: <http://10.15381/rivep.v14i2.1612>.
- Maynard, L. A., Loosli, J. K., Hintz, H. F. y Warner, R. G. (1983). *Nutrición animal*. México: Mc Graw-Hill.
- Ministerio de Agricultura. (2009). TRUCHA ARCO IRIS EN COLOMBIA. Recuperado el 18 de 03 de 2018, de http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/200946111918_Boletin13.pdf.
- 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.aspxMo>

- 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.
- 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.
- Quintero, L.G., Pardo, G.B., Quintero, A.M. (2011). Manual técnico para la producción de peces de consumo a pequeña escala en el departamento de Cundinamarca. Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 100pg.
- Ramasamy Ramasubburayan, Palanisamy Iyapparaj, Kanaharaja Joselin Subhashini, Manohar Navin Chandran, Arunachalam Palavesam & Grasian Immanuel (2013) Characterization and Nutritional Quality of Formic Acid Silage Developed from Marine Fishery Waste and their Potential Utilization as Feed Stuff for Common Carp *Cyprinus carpio* Fingerlings. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 13: 281-289 (2013). DOI: http://10.4194/1303-2712-v13_2_10 ISSN 1303-2712. http://www.trjfas.org/pdf/issue_13_02/0210.pdf
- 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.
- Tomczak-Wandzel Renata, Mędrzycka Krystyna. (2003). Preparation, composition and properties of fish silage produced with post-coagulation sludge. *Environment Protection Engineering*. Vol. 39.No. 4(2013) DOI: <http://10.5277/epe130404>
- 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.