

Nutritional effect of the chemical silage of fish by-products in broiler (*Gallus domesticus* al.) feeding

Efecto nutricional del ensilado químico de subproductos piscícolas en la alimentación de pollos de engorde (*Gallus domesticus* al.)

Yeny Garcés¹, C. Perea¹, N. F. Valencia², J. L. Hoyos¹ and J. A. Gómez²

¹Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias, Popayán, Colombia

²Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia

Email: yjgarcesc@unal.edu.co

The present study was aimed at assessing the nutritional effect of including chemical silage of rainbow trout (*Oncorhynchus mikiss*) viscera (0, 10, 20 and 30 %) in broiler chick (*Gallus domesticus* al.) diets. A completely randomized design was used and the productive and economical parameters were determined. There were significant differences ($P < 0.05$) in feed consumption, live weight gain, feed conversion index, mortality, carcass yield, economic conversion index and economic profitability index. The best results were obtained in diets including 10 and 20 % silage. Results demonstrated that the chemical silage had a high nutritional value constituting a protein and alternative energy source for broiler feeding.

Key words: viscera, productive parameters, growth, alternative feeding

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto nutricional de la inclusión de ensilado químico de vísceras de Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mikiss*) (0%, 10%, 20% y 30%) en dietas para de pollos de engorde (*Gallus domesticus* al.). Mediante un diseño completamente al azar se determinaron parámetros productivos y económicos. Se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en el consumo de alimento, ganancia de peso, índice de conversión alimentaria, mortalidad, rendimiento en canal, índice de conversión económica y de rentabilidad económica. Se obtuvieron los mejores resultados en dietas con inclusión del 10 y 20 % de ensilado. Los resultados demostraron que el ensilado químico tuvo alto valor nutricional y constituye una fuente proteica y energética alternativa para la alimentación en pollos de engorde.

Palabras clave: vísceras, parámetros productivos, crecimiento, alimentación alternativa

In Colombia, the poultry industry in the last year has achieved moving into a second place of the gross domestic product (GDP) in the agricultural sector of the country. This is due to the business growth and to the high demand of poultry products among which chicken meat outstands (Jaimes *et al.* 2010). In broiler production, nutrition is an important factor since poultry feeding is subjected to the high input cost and to the transfer of raw materials for the elaboration of new products. This originates the increase of feed prices and for that reason alternative raw matters are searched for that can contribute protein and energy with better feed efficiency at lower cost. In this way the raw matter dependence with extremely high prices decreases (FAO 2012).

The by-products of the fish industry turned into silage through a chemical fermentation generate suitable characteristics for animal nutrition. It allows recycling wastes and decreases the negative impact to the environment (Gallego 2006). Silages are an important source of protein, fatty acids and high quality energy and can attain substituting partially or totally the utilization of conventional raw matters for the preparation of poultry diets. In addition, its low cost permits obtaining greater efficiency and profitability in the activity (Solano 2005).

Nonetheless, prior to recommending silages in animal feeding, trials must be carried out for assessing, in biological terms, the effects of its inclusion. Thus, the

En Colombia, la industria avícola ha logrado en los últimos años ubicarse en el segundo lugar del producto interno bruto (PIB) en el sector pecuario del país. Esto se debe al crecimiento empresarial y a la alta demanda de los productos avícolas, entre los que se destaca la carne de pollo (Jaimes *et al.* 2010). En la producción de pollo de engorde, la nutrición es un factor importante porque la alimentación de las aves está sujeta al alto costo de los insumos y al desvío de las materias primas para la elaboración de nuevos productos. Esto genera aumento en los precios de los alimentos, por lo que se buscan materias primas alternativas que aporten proteína y energía con mejor eficiencia alimentara, a más bajo costo. Disminuye así la dependencia de materias primas, cuyos precios son sumamente altos (FAO 2013).

Los subproductos de la industria piscícola, convertidos en ensilado a través de una fermentación química, generan características idóneas para la nutrición animal. Permiten el reciclaje de desechos y disminuyen los impactos negativos en el medio ambiente (Gallego 2006). Los ensilados son una fuente importante de proteína, ácidos grasos y energía de alta calidad, y pueden llegar a sustituir, parcial o totalmente, la utilización de materias primas convencionales en la elaboración de las dietas para alimentación avícola. Además, su bajo costo permite obtener mayor eficiencia y rentabilidad en la actividad (Solano 2005).

No obstante, antes de recomendar los ensilados en la alimentación animal, se deben realizar pruebas que evalúen,

objective of this study was to evaluate the nutritional effect of the chemical silage of trout viscera in chick broiler feeding as a better quality alternative and lower cost.

Materials and Methods

This study was developed at the Faculty of Agricultural Sciences of the University of Cauca, Colombia at a height of 1780 masl, a mean temperature of 19°C, 80 % of relative humidity and an annual rainfall of 1800 mm. For the preparation of the chemical silage, viscera of rainbow trout were used. Formic acid (2.5 %) was added and later mixed. The product was stored for 12 d in 60 kg capacity plastic containers where stability was attained (Tunubalá and Hurtado 2013).

For evaluating the nutritional effect of the chemical silage (CS) in broiler feeding, productive parameters were determined such as: feed consumption (FC) weight gain (WG), feed conversion index (FCI), mortality (AM), carcass yield (CY), economic conversion index (ECI) and economic profitability index (EPI) (Gómez *et al.* 2014 and Gómez 2006). One hundred twenty eight one day old chick broilers (females) of the Cobb 500 line were used with an average weight of 42.8 ± 3.4 g. Chicks were distributed in 16 cages in a completely randomized design with four treatments and four replications. Each replicate (cage with 8 birds) was taken as the experimental unit. Treatments evaluated were: CT – control (0 % CS), T1 (10 % CS), T2 (20 % CS) and T3 (30 % CS). The nutritional composition of the evaluated treatments is shown in table 1.

Broilers were evaluated for a period of 42 d. FC and AM were registered daily, WG every 8 d. The FCI, the same as the CY, ECI and EPI were established at the end of the experiment. Every one of the variables determined was analyzed by the application of an analysis of variance by repeated measurements

en términos biológicos, los efectos de su inclusión. Debido a ello, el objetivo de este estudio fue valorar el efecto nutricional del ensilado químico de vísceras de trucha en la alimentación de pollos de engorde, como alternativa alimentaria de mejor calidad y menor costo.

Materiales y Métodos

Este estudio se desarrolló en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad del Cauca, Colombia, a una altura de 1780 m snm, temperatura media de 19 °C, humedad relativa de 80 % y precipitación de 1800 mm anuales. Para la preparación del ensilado químico, se utilizaron vísceras de Trucha arcoíris. Se les adicionó 2.5 % de ácido fórmico y luego, se mezclaron. El producto se almacenó durante 12 d en recipientes plásticos con capacidad para 60 kg tiempo en el cual se logró la estabilidad (Tunubalá y Hurtado, 2013).

Para valorar el efecto nutricional del ensilado químico (EQ) en la alimentación de pollos de engorde, se determinaron parámetros productivos, tales como: consumo de alimento (CA), ganancia de peso (GP), índice de conversión alimenticia (ICA), mortalidad (MA), rendimiento en canal (RC), índice de conversión económica (ICE) e índice de rentabilidad económica (IRE) (Gómez 2006 y Gómez *et al.* 2014). Se utilizaron 128 pollos de engorde (hembras) de la línea Cobb 500, con peso promedio de 42.8 ± 3.4 g de 1 d de edad. Los pollos se distribuyeron en 16 jaulas en un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro réplicas. Cada réplica (jaula con ocho aves) se tomó como una unidad experimental. Los tratamientos evaluados fueron: TC - control (0 % inclusión de EQ), T1 (10 % inclusión de EQ), T2 (20 % inclusión de EQ) y T3 (30 % inclusión de EQ). La composición nutricional de los tratamientos evaluados se presenta en la tabla 1.

Los pollos se avaluaron durante un período de 42 d. El CA y MA se registraron diariamente, la GP cada 8 d. El ICA, al igual que el RC, ICE e IRE, se determinaron al final del ensayo. Cada una de las variables determinadas,

Table 1. Nutritional composition

Nutrients	CT (0 % CS)	T1 (10 % CS)	T2 (20 % CS)	T3 (30 % CS)
Dry matter, %	90.16	91.08	91.55	92.44
Ash, %	7.88	7.39	7.22	6.67
Crude protein, %	22.17	22.10	22.18	22.16
Lysine, %	1.31	1.21	1.18	1.08
Methionine, %	0.63	0.54	0.50	0.41
Ether extract, %	9.10	11.40	15.72	21.67
Crude fiber, %	3.54	3.83	2.25	1.35
NFE ¹ , %	57.31	55.28	52.63	48.15
EM ² , Mcal/Kg	3.11	3.19	3.07	3.15
Calcium, %	1.40	0.86	0.93	0.90
Phosphorus, %	0.59	0.44	0.37	0.33

¹NFE (nitrogen free extract) = $100 - (CP + ash + EE + CF)$

²ME (metabolizable energy for birds) = $\{(31.02 * CP) + (78.87 * EE)\}$

($P < 0.05$). Duncan's test was used for mean comparison ($\alpha < 0.05$). The statistical program employed was SAS (Statistical Analysis System), version 9.4.

Results and Discussion

The analysis of variance allowed observing that treatments evaluated showed significant differences ($P < 0.05$) for FC, WG, FCI, AM, ECI and EPI. From Duncan's test various groups per variable (table 2) were obtained.

Economic profitability index. Results indicated

se analizó mediante la aplicación de un análisis de varianza por medidas repetidas ($P < 0.05$). Se utilizó el Test de Duncan para la comparación de medias ($\alpha < 0.05$). El programa estadístico empleado fue SAS (Statistical Analysis System), versión 9.4.

Resultados y Discusión

El análisis de varianza permitió observar que los tratamientos evaluados presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) para el CA, GP, ICA, MA, ICE e IRE. El test de Duncan permitió obtener varios grupos por variable (tabla 2).

Los resultados indicaron que los pollos mostraron

Table 2. Productive parameters

Variables	CT (0 % CS)	T1 (10 % CS)	T2 (20 % CS)	T3 (30 % CS)
FC, g	4238.0 ± 317.66 ^a	4104.3 ± 332.77 ^a	3915.9 ± 83.33 ^a	3053.5 ± 333.99 ^b
WG, g	2120.2 ± 105.19 ^b	2365.0 ± 192.25 ^a	2129.9 ± 80.39 ^b	1613.6 ± 64.36 ^b
FCI	2.0 ± 0.14 ^a	1.7 ± 0.04 ^b	1.8 ± 0.09 ^{ab}	1.9 ± 0.15 ^{ab}
AM, %	1.6 ± 1.10 ^a	0.6 ± 0.75 ^{ab}	1.4 ± 0.39 ^a	0.0 ± 0.0 ^b
CY, %	76.2 ± 1.44 ^a	79.1 ± 4.17 ^a	78.2 ± 9.69 ^a	73.6 ± 0.94 ^a
ECI, \$/kg	1744.8 ± 120.34 ^a	1328.3 ± 31.42 ^b	1312.5 ± 64.54 ^b	1203.9 ± 90.79 ^b
EPI, \$/kg	4170.4 ± 363.47 ^b	6304.7 ± 566.65 ^a	5706.3 ± 962.81 ^a	4109.2 ± 178.66 ^b

(FC) feed consumption, (WG) weight gain, (FCI) feed conversion index, (AM) mortality, (CY) carcass yield, (ECI) economic conversion index and (EPI) economic profitability index

that broilers showed acceptability to the diets with CS inclusion (table 2). There were no undernourishment symptoms or anomalies. In addition, all treatments manifested weight gain in broilers. As a higher CS percentage was included in the diets, fat deposition increased but feed consumption decreased. This was due to the increase in the energy that permitted covering the energetic requirements with less feed intake (Pérez *et al.* 1974). This confirms that the extra fat addition promotes growth and improves feed utilization by the animal.

Gómez *et al.* (1974) studied the inclusion of red *Oreochromis spp.* viscera silage in broiler feed during the starter stage. These authors found that the inclusion of fish silage did not affect significantly feed palatability. On the contrary, Al-Marzooqi *et al.* (2010) on studying the effect of sardine silage on broiler feeding reported that by including between 10 and 20 % FC increased. Therefore, up to 20 % soybean meal could be replaced without affecting poultry yield. Possibly, this effect is due to the fact that the protein of the sardine silage has better quality and amino acid contents than soybean meal. According to Betancourt *et al.* (2006) evaluating the trout viscera silage on the productive performance of broilers (weight at 21 d), found preferences for the feed when included 20 % fish silage. Perhaps this effect could be produced by higher diet palatability.

For WG, on including 10 % CS in the diets, there was better weight gain but decreasing it when the inclusion

aceptabilidad a las dietas con inclusión de EQ (tabla 2). No se manifestaron síntomas de desnutrición o anomalías. Además, todos los tratamientos presentaron aumento de peso en los pollos. A medida que se incluyó mayor porcentaje de EQ en las dietas, aumentó la incorporación de grasas, pero disminuyó el consumo de alimento. Esto se debió al incremento en la energía, que permitió abastecer sus necesidades energéticas con menos ingesta de alimento (Pérez *et al.* 1974), lo que afirma que la adición extra de grasas promueve el crecimiento y mejora la utilización del alimento por parte del animal.

Gómez *et al.* (2014) evaluaron la inclusión de ensilado de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en la alimentación de pollos de engorde para la etapa de inicio. Encontraron que la inclusión de ensilado de pescado no afectó negativamente la palatabilidad del alimento. Por el contrario, Al-Marzooqi *et al.* (2010), al estudiar el efecto de ensilado de Sardina en la alimentación en pollos de engorde, informaron que al incluir entre 10 % y 20 % aumentó el CA, por lo que se podría reemplazar hasta en 20 % la harina de soya, sin afectar el rendimiento de las aves. Posiblemente, este efecto se deba a que la proteína del ensilado de Sardina presenta mejor calidad y contenido de aminoácidos que la de soya. Según Betancourt *et al.* (2006), al evaluar el ensilaje de vísceras de trucha en el comportamiento productivo (peso a los 21 d) en pollos de engorde, se constataron preferencias por el alimento, cuando se incluyó 20 % de ensilaje de pescado. Este efecto puede ser producido, posiblemente, por mayor palatabilidad de la dieta.

Para la GP, al incluir 10 % de EQ en las dietas,

percentage increased (table 2). Kjos *et al.* (2000) remarked that on increasing silage inclusion in broiler diets fat deposition increases which negatively affects growth. A similar performance was shown in this study, where diets with higher silage inclusion percentage had lower weight gain.

Gómez *et al.* (2014) reported weight gain decrease as silage was included, indicating that although fish silage is a raw matter with high amino acid contents and adequate available amino acid profile for the utilization by the animal with less energy expense, this was not reflected in the WG of broilers. Sotto *et al.* (2024) studied the inclusion (0, 10, 20 and 30 %) of a mixture with biological fish silage in quail diets during the growth-fattening stage. These authors did not find significant differences between the treatments evaluated. Quails gain more weight with the inclusion of 10 % of the mixture.

Similar results obtained Al-Marzooqi *et al.* (2010), who found that chickens that had more final weight and higher daily weight gain were those consuming 10 and 20 % inclusion of fish silage, while animals consuming 0 and 30 % inclusion attained lower daily weight gains. Betancourt *et al.* (2006) evaluating the effect of trout viscera silage (0, 10 and 20 %) on the productive performance of broilers found higher weight at slaughtering by including 20 % trout viscera ensilage in broilers.

In this respect, better FCI in the treatments with CS inclusion were attained showing treatment T1 the best value (table 2). Kjos *et al.* (2000) found better FCI values in the diets with the inclusion of fish silage which suggests that fish silage is a good protein source for broilers and that can substitute protein sources as fish meal. Gómez *et al.* (2014) reported similar FCI in the diets including *Oreochromis spp.* (1.85, 1.85 and 1.9) for inclusions of 10, 20 and 30 %, respectively, although there were no significant differences between treatments. Ramírez *et al.* (2013) on evaluating the effect of the biological fish silage on yield and quality characteristics of quail meat (*Coturnix coturnix japonica*) referred that fish silage including in quail diets did not affect significantly the FCI. Although there were no statistical differences, it could be observed that treatments T1 (79.1 %) and T2 (78.2 %) showed higher percentage of CY (table 2). According to COBB (2012) and Abdullah *et al.* (2010) carcass yield is influenced by various factors. The most relevant are weight, age, nutrition and sex of the chickens. That is to say that at higher animal live weight, at higher age and at higher protein level in the diet of female chickens, higher carcass yield will be obtained.

Similar results were obtained by Ramírez *et al.* (2013) who reported that the inclusion (0, 10, 20 and 30 %) of an ensiled mixture of fish-soybean meal

se obtuvo mejor ganancia de peso, pero disminuyó al incrementarse el porcentaje de inclusión (tabla 2). Kjos *et al.* (2000) comentan que, al aumentar la inclusión de ensilaje en la dietas para pollos, aumenta la incorporación de grasa, lo que afecta negativamente el crecimiento. Un comportamiento similar se presentó en este estudio, donde las dietas con mayor porcentaje de inclusión de ensilaje mostraron menor ganancia de peso.

Gómez *et al.* (2014) informaron disminución de la ganancia de peso, a medida que se incluyó el ensilado, lo que indica que, si bien el ensilado de pescado es una materia prima con alto contenido de ácidos grasos y adecuado perfil de aminoácidos disponibles para la utilización por el animal con menos gasto de energía, esto no se reflejó en la GP de los pollos de engorde. Sotto *et al.* (2014) estudiaron la inclusión (0 %, 10 %, 20 % y 30 %) de una mezcla con ensilado biológico de pescado en dietas para codorniz durante la etapa de crecimiento-ceba. Estos autores no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Las codornices ganaron mayor peso con la inclusión del 10 % de la mezcla.

Resultados similares obtuvieron Al-Marzooqi *et al.* (2010), quienes encontraron que los pollos que tuvieron mayor peso final y mayor ganancia de peso diario fueron aquellos que consumieron 10 y 20 % de inclusión de ensilado de pescado, mientras que los animales que consumieron 0 y 30 % de inclusión lograron menores ganancias de peso diario. Betancourt *et al.* (2006), al evaluar el efecto del ensilaje de vísceras de trucha (0 %, 10 % y 20 %) en el comportamiento productivo en pollos de engorde, encontraron mayor peso, al sacrificio al incluir 20 % de ensilado de vísceras de trucha en pollos de engorde.

En ese sentido, se logró mejores valores de ICA en los tratamientos con inclusión de EQ, siendo el tratamiento T1 el que obtuvo el mejor valor (tabla 2). Kjos *et al.* (2000), encontraron mejores valores de ICA en las dietas con inclusión de ensilado de pescado, lo que sugiere que el ensilado de pescado es una buena fuente proteica para los pollos de engorde y que se puede sustituir por fuentes proteicas como la harina de pescado. Gómez *et al.* (2014) informaron similares ICA en las dietas con inclusión de ensilado de Tilapia (1.85, 1.85 y 1.9) para inclusiones de 10, 20 y 30 %, respectivamente, aunque no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Ramírez *et al.* (2013), al evaluar el efecto del ensilado biológico de pescado en el rendimiento y características de calidad de carne de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*), refirieron que la inclusión de ensilaje de pescado en las dietas de codorniz no afectó negativamente el ICA.

Aunque no se presentaron diferencias estadísticas, se pudo observar que los tratamientos T1 (79.1 %) y T2 (78.2 %) mostraron mayor porcentaje de RC (tabla 2). Según COBB, (2012) y Abdullah *et al.* (2010), el rendimiento en canal está influenciado por varios factores. Los de mayor relevancia son el peso, la edad, la nutrición y el sexo de los pollos. Es decir, que a mayor peso vivo del animal, a mayor edad y a mayor nivel de

for quails did not affect carcass yield. These authors concluded that carcass yield is not negatively affected by the addition of fish silage in the diets. On the contrary, Sotto *et al.* (2014) on evaluating diets that contained a mixture of fish silage found that the inclusion of up to 20 % of the mixture did not affect carcass yields of birds.

AM occurred in the study was not attributable to the effects of the silage in the feed, since the highest value was observed in the CT. Together with the above mentioned, the treatment with higher CS inclusion (T4) had no mortality. General AM was of 14.06 %, that caused by the ascitic syndrome was 7.81 % and the rest by other death causes as crushing (6.25 %). Hammoumi *et al.* (1998) in a trial for characterizing fermented fish wastes (fish silage) in broiler feeding with the inclusion of 0, 25 and 50 % in the diets, reported that there was no mortality or abnormal symptoms in any of the treatments.

The ECI is the cost of the concentrate required for producing one kilogram of poultry meat. To higher CS inclusion (10, 20 and 30 %), lower is the ECI (\$1328.3, \$1312.5 and \$1203.9, respectively). According to Moñino (2002) on including CS in broiler diets the economic expense decreases per kilogram of feed regarding the diets prepared with conventional raw matters.

In the EPI it was observed that on including 10 and 20 % CS there is higher profitability (\$6304.7 and \$5706.2, respectively). Al-Marzooqi *et al.* (2010) studied that effect on the feeding of different silage levels on broiler yield, indicating that it is economically profitable including up to 20 % fish silage in the diet in replacement of soybean meal. Gómez *et al.* (2014) evaluated silage inclusion and found that diets with 10, 20 and 30 % were less expensive up to 20 % regarding the control diet.

Treatments with the inclusion of 10 (T1) and 20 % (T2) of CS showed higher yield mainly in indicators such as WG, FCI and CY. This is due to the inclusion of silage in the diets.

With the inclusion of CS in broiler diets, cost decreases and economic profitability of the feed improves which makes the silage of trout viscera a raw matter of great potential for the nutrition of broilers.

Acknowledgements

We are indebted to the University of Cauca, research group ASUBAAGROIN, to the National University of Colombia, Palmira Headquarters, Animal Nutrition Laboratory and to the General Royalty System and APROPESCA.

proteína en la dieta de pollos de sexo hembra, se obtendrá mayor rendimiento en canal.

Similares resultados obtuvieron Ramírez *et al.* (2013), quienes informaron que la inclusión (0 %, 10 %, 20 % y 30 %) de una mezcla ensilado de pescado-harina soya (1:1) para las codornices no afectó el rendimiento en canal. Estos autores concluyeron que el rendimiento en canal no se ve afectado negativamente por la adición de ensilado de pescado en las dietas. Por el contrario, Sotto *et al.* (2014), al evaluar dietas que contenían mezcla de ensilado de pescado, encontraron que la inclusión de hasta 20 % de la mezcla no afecta el rendimiento en canal de las aves.

La MA ocurrida en el estudio no fue por efectos del ensilado en el alimento, debido a que el valor más alto se observó con el TC. Aunado a lo anterior, el tratamiento con mayor inclusión de EQ (T4) no presentó mortalidad. La MA general fue de 14.06 %, la causada por el síndrome ascítico fue de 7.81 %, y el resto por otras causas de muerte como aplastamiento 6.25 %. Hammoumi *et al.* (1998), en un ensayo donde caracterizaron desechos de pescado fermentado (ensilado de pescado) en la alimentación de pollos de engorde, con inclusión de 0, 25 y 50 % en las dietas, informaron que no hubo mortalidad ni síntomas anormales en ninguno de los tratamientos.

El ICE es el costo del concentrado requerido para producir un kilogramo de carne de pollo. A mayor inclusión de EQ (10%, 20% y 30%), menor es el ICE (\$1328.3, \$1312.5 y \$1203.9 respectivamente). Según Moñino (2002), al incluir EQ en dietas para pollos de engorde, disminuye el gasto económico por kilogramo de alimento con respecto a las dietas elaboradas con materias primas convencionales.

En el IRE se observó que al incluir 10 % y 20 % de EQ se obtiene mayor rentabilidad (\$ 6304.7 y \$ 5706.2, respectivamente). Al-Marzooqi *et al.* (2010) estudiaron el efecto en la alimentación de diferentes niveles de ensilado en el rendimiento de pollos de engorde, lo que indica que es económicamente rentable incluir hasta 20 % de ensilado de pescado en la dieta, en sustitución de la harina de soya. Gómez *et al.* (2014) evaluaron la inclusión de ensilado y encontraron que las dietas con 10, 20 y 30% fueron menos costosas hasta en 20 % con respecto a la dieta control.

Los tratamientos con inclusión de 10 (T1) y 20 % (T2) de EQ presentaron rendimiento superior, principalmente en parámetros como la GP, ICA y RC. Esto se debe a la inclusión del ensilado en las dietas.

Con la inclusión de EQ en las dietas para pollos de engorde, disminuye el costo y mejora la rentabilidad económica del alimento, lo que hace del ensilado de vísceras de trucha una materia prima con gran potencial para la nutrición de pollos de engorde.

Agradecimientos

Se agradece a la Universidad del Cauca, grupo de investigación ASUBAGROIN, a la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Laboratorio de Nutrición Animal y al Sistema General de Regalías y APROPESCA.

References

- Abdullah, Y., Muwalla, M., Maharmeh, O., Matarneh, K. & Abu, M. 2010. Effects of Strain on Performance, and Age at Slaughter and Duration of Post-chilling Aging on Meat Quality Traits of Broiler. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 23:1645
- Agudelo, C., Ortega, R. & Hoyos, J. 2010. Determinación de parámetros cinéticos de dos inóculos lácticos: *Lactobacillus plantarum* A6 y bacterias ácido lácticas de yogurt. *Bioteología en el Sector agropecuario y agroindustrial* 8:10
- Al-Marzooqi, W., Al-Farsi, M., Kadim, I., Mahgoub, O. & Goddard, J. 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-Aust. J. Anim. Sci.* 23:1614
- Betancourt, L., Díaz, G., Aguilar, X. & Ríos, J. 2006. Efecto del ensilaje de vísceras de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) sobre el comportamiento productivo y el contenido de ácidos omega-3 en hígado, muslos y pechuga, de pollos de engorde. Facultad de Zootecnia, Universidad de La Salle. Available: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/9/beta17106.htm>
- COBB. 2012. Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde. Available: http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-500-guides/cobb500_bpn_supp_spanish.pdf?sfvrsn=2
- FAO. 2013. Revisión Del Desarrollo Avícola. ISBN 978-92-5-308067-0 (PDF)
- Gallego, M. 2006. Producción más limpia en la industria alimentaria. *Producción + Limpia*, 1: 87
- Gómez, J. 2006. Contribución al estudio de estrategias de alimentación en dorada *Sparus aurata*, L. PhD Thesis. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Gómez, G., Ortiz, M., Perea, C. & López, F. 2014. Evaluación del ensilaje de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en alimentación de pollos de engorde. *Rev. Bio. Agro* 12:1692
- Hammoumi, A., Faid, M., El-Yachioui, M. & Amarouch, H. 1998. Characterization of fermented fish waste used in feeding trials with broilers. *Process Biochemistry* 33:423
- Jaimes, J., Gómez A., Álvarez, D., Soler, D., Romero, J. & Villamil L. 2010. Las enfermedades infecciosas y su importancia en el sector avícola. *Revista de Medicina Veterinaria* N° 20
- Kjos, N., Herstad, O., Øverland, M. & Skrede, A. 2000. Effects of dietary fish silage and fish fat on growth performance and meat quality of broiler chicks. Department of Animal Science, Agricultural University of Norway, P. O. Box 5025, N-1432 Ås
- Larrea, J. 2009. Caracterización y mejoramiento de la producción de carne de pollo de ceba para la amazonía bajo el sistema YACHANA-B. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Facultad De Ciencias Pecuarias. Riobamba Ecuador
- Merino, E. 2009. Determinación de una función de producción en pollos de engorde usando una dieta con componentes locales. Zamorano, Honduras
- Mojica, A. & Paredes, J. 2005. Ensayos sobre economía regional. Características del sector avícola colombiano y su reciente evolución en el departamento de Santander.
- Moñino, A., Tomás, A., Fernández, M., Pérez, L., Espinós, F., Tiana, A. & Jover, M. 2002. Estudio del crecimiento, del aprovechamiento nutritivo y de la productividad económica de la dorada *Sparus auratus* L., 1758 alimentada con piensos comerciales de diferente contenido en proteína y lípidos. *Boletín. Instituto Español de Oceanografía* ISSN: 0074-0195 © Instituto Español de Oceanografía, 2002. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 18: 275
- Pérez, J., Gutiérrez, L. & Guacarán, P. 1974. Niveles de grasa cruda en dietas para pollos de engorde. *Agronomía Tropical*. 24:193
- Ramírez, J., Ibarra, J., Arce, F., Rosas, P., Ulloa, J., Matsumoto, K., Vallejo, B. & Mazorra, M. 2013. Preparation of Biological Fish Silage and its Effect on the Performance and Meat Quality Characteristics of Quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Brazilian Archives Of Biology And Technology An International Journal* 56:1002. Solano, G., Salcedo, Mary L. & Ramírez, R. 2005. Dietas para pollos en ceba de subproductos de la agroindustria local. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*. Vol VI, N° 2.
- Sotto, V., Oberto, R., López, B. & Uña, F. 2014. Inclusión de la harina de *Pennisetum purpureum* enriquecida con ensilado biológico de pescado en dietas para codorniz en la etapa de crecimiento-ceba. *Rev. Prod. Anim.* 26 (2)
- Tovar, R. 2012. Prácticas de manejo en la cría de pollos de engorde en una granja comercial ubicada en la localidad de Morón, municipio de Santa Bárbara, Estado de Monagas.
- Tunubalá, E. & Hurtado, G. 2013. Evaluación del proceso de fermentación de ensilado biológico a partir de vísceras de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), adquiridas de la asociación de productores piscícolas del municipio de Silvia Cauca. Tesis de Ingeniería de alimentos. Universidad Cooperativa de Colombia. Sede Popayán

Received: