

Artículo Original. Mayo-Agosto 2018; 8(2): 59-67. Recibido: 21/01/2018 Aceptado: 02/03/2018.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2018.82.5>

Aprovechamiento de subproductos avícolas como fuente proteica en la elaboración de dietas para rumiantes

Use of poultry by-products as a protein source in the preparation of ruminant diets

Cabrera-Núñez Amalia* amacabrera@uv.mx Daniel-Renteria Iliana ilidaniel@uv.mx Martínez-Sánchez César cesamartinez@uv.mx Alarcón-Pulido Sara saalarcon@uv.mx Rojas-Ronquillo Rebeca rebrojas@uv.mx Velázquez – Jiménez Saw velazquez@uv.mx

¹Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana. Tuxpan, México.
*Autora responsable y de correspondencia: Cabrera – Núñez Amalia. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana; Carretera Tuxpan-Tampico Km. 7.5, Colonia universitaria, Tuxpan, Veracruz, México, CP 92890.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de los subproductos avícolas, sobre la ganancia de peso y rendimiento de la canal, bajo un sistema de estabulación. Se emplearon 30 novillonas Cebú x Suizo, con un peso aproximado de 300 kg y 30 meses de edad, que fueron asignadas, bajo un diseño completamente aleatorio en tres tratamientos. T1 (testigo) concentrado energético; T2 concentrado energético+ 30% pollinaza y T3 concentrado energético + 30% de harina de ave. La composición del concentrado energético se basó en sorgo molido, maíz en grano, salvado de trigo, paca molida y sal mineral. Cada tratamiento se ofreció dos veces al día a razón del 3% del peso vivo durante 90 días. El promedio de ganancia diaria de peso ($p \leq 0.05$) fue 0.964, 1.04, 1.15 kg/animal, respectivamente. Se observó un efecto significativo ($p \leq 0.05$) sobre el porcentaje de rendimiento de la canal de 47.02; 49.08 y 52.03 %, para T1, T2 y T3, respectivamente. Los resultados indican que la suplementación a base de harina de ave promovió un mayor rendimiento productivo en las novillonas suplementadas bajo un sistema de estabulación.

Palabras clave: subproductos avícolas, dietas, proteína, rumiantes.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of poultry by-products, on the weight gain and yield of the carcass, under a stabling system. 30 Cebu x Swiss heifers, weighing approximately 300 kg and 30 months of age were used, which were assigned, to a completely randomized design in three treatments. T1, (control) energy concentrate; T2, energy concentrate + 30% Poultry manure and T3, energy concentrate + 30% poultry meal. The composition of the energy concentrate was based on ground sorghum, corn grain, wheat bran, ground bales and salt blocks of minerals. Each treatment was offered twice a day at a rate of 3% of the live weight for 90 days. The average daily weight gain ($p \leq 0.05$) was .964, 1.04, 1.15 kg / animal, respectively. A significant effect ($p \leq 0.05$) was observed on the percentage of yield of the channel of 47.02; 49.08 and 52.03%, for T1, T2, and T3, respectively. The results indicate that supplementation based on poultry meal promoted a higher productive-yield in heifers supplemented under a stabling system.

Keywords: poultry by-products, diets, protein, ruminants.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales factores que contribuyen hoy en día a mantener la calidad del medio ambiente, es el aprovechamiento de subproductos de origen animal; por lo que resulta prioritario buscar fuentes alternativas nutricionales que permitan reducir costos sin afectar de manera adversa la producción. Las actividades agroindustriales generan desperdicios que pueden ser reincorporados a la cadena alimenticia, previo tratamiento físico-químico (Castañeda *et al.*, 2010).

Dentro del último reporte realizado por INEGI-México (2010), se analizó que de los subproductos pecuarios (Tabla 1) los que se obtienen de bovinos reporta una producción anual de 665 mil tons./año, principalmente en algunas regiones en donde la ganadería que se practica es de tipo intensivo; una parte de los subproductos obtenidos es destinada a la exportación, debido principalmente a la alta calidad del producto (Abdul-Kalil *et al.*, 2006). El ganado porcino se produce en 28 estados del país a través de explotaciones intensivas y extensivas; así como 500 mil toneladas de subproductos de esta especie, que se canalizan anualmente para el consumo nacional. Con respecto a las ovejas y cabras, la producción nacional promedio es de 10.000 y 11.000 tons./año respectivamente, en este caso las explotaciones son extensivas y se llevan a cabo en 28 de las 32 entidades del país; existiendo solamente un ligero déficit en la producción de caprinos, que es cubierto con la importación. La producción nacional de aves de consumo representa de 30.000 a 40.000 tons./año, siendo una de las más tecnificadas en el país; la mayoría de estas explotaciones se encuentran ubicadas en áreas cercanas a centros urbanos que son los que consumen la mayor parte de esta producción (Gutiérrez *et al.*, 2013).

Tabla 1. Subproductos pecuarios en México

Especie Animal	Subproducto	Utilización
Aves comerciales	Heces, vísceras, plumas, huesos	pollizana, harina, gallinaza
Bovinos	Heces, leche	Bovinaza, fertilizante, sueros
Ovinos	Heces	Borregaza, fertilizante
Conejos	Heces	Conejaza, fertilizante
Peces	huesos, Piel	Harina

Por otro lado, el déficit existente en la producción de granos y la relativa abundancia en esquilmos agrícolas, hacen que estos junto con otros desechos orgánicos y subproductos pecuarios se conviertan en una alternativa nutricional aceptable y a bajo costo, que puedan ser utilizados en la alimentación de rumiantes como fuente de proteína no degradable en rumen (Gómez, 2006).

Una respuesta a esta situación se encuentra en la industria avícola, la cual es fuente de una gran miscelánea de subproductos con un enorme potencial nutritivo, el cual queda de manifiesto siempre y cuando las tecnologías de transformación aplicadas

propicien la biodisponibilidad de sus nutrientes. Así el aprovechamiento de los desechos orgánicos generados por esta industria puede contribuir a la disminución del costo del nutriente dentro de los alimentos balanceados para la elaboración de dietas en rumiantes (Ockerman *et al.*, 2005)

Pollinaza

Los establecimientos intensivos de producción avícola tienen una alta producción de desechos avícolas que son comúnmente utilizados como fertilizantes. En la actualidad se ha difundido el uso de dichos excrementos (pollinaza) para la alimentación de rumiantes. Se entiende por pollinaza al conjunto de heces fecales y orina de las aves, más restos de alimentos, plumas, huevos y material absorbente. Se caracterizan por ser materiales de bajo valor energético y alto en proteínas, fibra y minerales. La proteína se presenta con una alta proporción de nitrógeno no proteico, por lo que su uso se destina exclusivamente a la alimentación de rumiantes (Brunton, 2012).

Existen diferencias substanciales en la composición química de estos materiales en función de su origen, siendo necesario un análisis químico previo a la utilización. La información relacionada con el uso de la pollinaza para animales de carne, indica que estas podrían participar en la dieta en niveles de hasta un 30-40%, aunque existen antecedentes de inclusiones de 60-70% en animales de menores requerimientos.

Por su parte, el ganado lechero con producciones intermedias a bajas, no deberían sobrepasar un 25-30% del consumo, disminuyendo factores a 10-15% en hembras de alta producción. Además de lo mencionado, se debe considerar por un lado la probable contaminación de estos productos con sustancias químicas (anabólicos, antibióticos, etc.); y por otro lado, la posibilidad de contaminación con organismos patógenos, principalmente *Salmonella ssp.* Al respecto, las recomendaciones de distintas fuentes bibliográficas indican la posibilidad del ensilado de este tipo de material, con las siguientes ventajas: bajo costo, disminución de organismos potencialmente patógenos, mayor palatabilidad y disminución de preparar aromas no deseables (Pearson y Dutson, 2008).

Harina de ave

En este contexto la harina de ave, es un subproducto avícola considerada una fuente de proteína con alto valor biológico, un coeficiente de digestibilidad del 82% y composición química adecuada; además de proporcionar minerales y vitaminas, principalmente B12; logrando aportar algunos aminoácidos marcadamente deficientes en las proteínas vegetales (Wisman *et al.*, 2006). Considerando sus características nutricionales, su reducido costo (la harina de ave solo cuesta aproximadamente dos tercios del costo de otras proteínas animales) y su disponibilidad en gran cantidad. La inclusión de esta fuente de proteína en dietas

comerciales para rumiantes, contribuiría a una reducción significativa del precio de producción, permitiendo al mismo tiempo la utilización de un subproducto de buena calidad (Bishop *et al.*, 1995).

La harina de aves que se obtiene de subproductos de matadero de aves, es un producto original, que incluye en mayor o menor medida vísceras y digestivo, huesos, sangre, cabezas y tejidos magros y grasa. Las harinas se obtienen por calentamiento, molturación y desecación de animales terrestres de sangre caliente y subproductos de matadero, salas de desperdicio y supermercados a los que se suele extraer parte de la grasa; debiendo estar prácticamente exento de pelos, plumas, cerdas, cuernos, cascos y contenidos digestivos. Dicho proceso de fabricación incluye i) molturación para facilitar un procesado térmico homogéneo, ii) cocción (a 133°C durante 20' a 3 bares de presión) para esterilizar el producto y fundir la grasa y iii) sedimentación y separación de parte de la grasa.

La mayor parte de las industrias extraen la grasa por presión, por lo que el contenido medio en la harina (12-15%) es bastante elevado, similar al de las harinas de origen de Estados Unidos de Norteamérica; pero superior a las de origen francés, donde la grasa se extrae casi completamente con disolventes orgánicos. La harina desengrasada es más palatable y fácil de conservar, pero tiene un valor energético notablemente inferior (del orden de 600 kcal/kg). Además, y en función del proceso utilizado, la digestibilidad péptica de estas harinas desengrasadas puede verse comprometida (Orskov, 1995).

La harina de ave es una materia prima muy utilizada en dietas para ganado de engorda, reduciendo los costos de formulación de dietas. La harina de carne y hueso se considera una de las primeras opciones como fuente de fósforo, debido al alto costo de las fuentes inorgánicas de este mineral. El contenido de la harina de ave aporta fósforo y calcio, contribuyendo al suministro de minerales necesarios para la dieta de bovinos, presentando una considerable variabilidad en su composición química, basada en proteína, grasa y cenizas (Gómez, 2009).

Los principales factores de variación del producto final son la heterogeneidad del producto inicial, la comercialización de mezclas procedentes de carne de distintas especies y el sistema de extracción de grasa. Las harinas de ave son buenas fuentes proteicas y de aminoácidos esenciales con una adecuada relación calidad y precio; sin embargo, tienen un bajo contenido en triptófano, que además es poco disponible. El sobrecalentamiento (> 140°C) reduce la disponibilidad de los aminoácidos, especialmente de la lisina, y puede reducir el valor energético de la grasa.

Alrededor del 50% de la proteína se considera indegradable en el rumen, pero la variabilidad es muy elevada. Como norma internacional se considera que una harina es de buena calidad cuando está por encima del 65 % de proteínas (pero también es comercial la del 50 %), con una humedad que oscila entre 6-12 % (a humedades mayores fermenta y produce aflatoxinas, y por debajo afecta a la calidad de las

proteínas) y un contenido en grasas por debajo del 12 %. Con referencia a la sal, para las calidades óptimas el máximo es del 3% (Ockerman y Hanen, 2005).

Entre los principales inconvenientes para su utilización se encuentran su gran variabilidad, baja palatabilidad en caso de enranciamiento de la grasa, el elevado riesgo de contaminación microbiana y posibilidad de adulteraciones. Harinas con alto contenido en grasa o molturadas muy finamente presentan problemas de apelmazamiento, por lo que fluyen con dificultad por las tolvas, se acumulan en zonas muertas de los transportadores y se apelmazan en silos y celdas. Por el contrario, molindas groseras con presencia de trozos de huesos y otras partículas groseras, pueden reducir la utilización del fósforo y posiblemente del calcio y dificultan el muestreo, a la vez que empeora el aspecto y la calidad del gránulo (Williams *et al.*, 2007). El problema que presenta este producto generalmente se asocia con la rancidez y palatabilidad.

Por otro lado, el control de calidad debe permitir detectar fraudes y clasificar a los proveedores. Es también importante controlar la humedad, cenizas insolubles en HCl, calidad de la grasa y de la proteína (digestibilidad en pepsina); así como la frescura de la materia prima original (aminas biógenas, nitrógeno amoniacal), la bacteriología y el grado de tratamiento térmico recibido (solubilidad de la Proteína Bruta). Niveles altos de proteína indican mayor proporción de carne y menor de hueso y, como consecuencia, mayor calidad proteica (Castañeda *et al.*, 2010).

El objetivo de este estudio fue realizar una investigación para evaluar la respuesta a la adición de un subproducto aviario a dietas integrales destinadas a novillonas de engorda estabuladas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Esta investigación se desarrolló en un rancho comercial del Norte del estado de Veracruz, en el municipio de Platón Sánchez, geográficamente localizado en los meridianos 21° 16" latitud norte y 98° 22" longitud oeste, a una altura de 60 metros sobre el nivel del mar (msnm) y temperatura media anual de 19-36° C.

Se emplearon 30 novillonas Cebú x Suizo, con un peso aproximado de 300 kg y 30 meses de edad, que fueron asignados bajo un diseño completamente aleatorio en tres tratamientos. T1 (testigo) concentrado sin subproducto aviario; T2 concentrado + 30% de pollinaza y T3 concentrado + 30% de harina de ave. La composición del concentrado energético se basó en sorgo molido, maíz en grano, salvado de trigo, paca molida, sal mineral con un 11% de proteína cruda y 70% de NDT. Los valores nutricionales fueron analizados por el método de Van Soest y Wine (Ockerman y Hanen 1995).

El concentrado energético se revolvía diariamente según tratamiento en las siguientes proporciones (T1 = 100% concentrado), (T2 = 70% concentrado + 30% pollinaza) y (T3 = 70% concentrado + 30% harina de ave). Este era suministrado en materia seca dos veces al día a razón del 3% del peso vivo (NRC, 2007) durante

los 90 días que se desarrolló el experimento; los consumos de alimento correspondieron en promedio a 10.5 kg/animal. Las raciones se ofrecieron en 3 etapas, que fueron iniciación, transición y finalización. La etapa de iniciación duró 8 días y la ración estuvo conformada por 21% de forraje proveniente de heno de zacate estrella (*Cynodon plectostachium*) molido y 79% de alimento concentrado. La etapa de transición duró 8 días y se conformó por 15% de forraje y 85% de concentrado; mientras que, para la etapa de finalización de 74 días, se suministró un 11% de forraje y un 89% de concentrado. El manejo de los animales consistió en vacunación, desparasitación, identificación y aplicación de vitaminas A, D y E por vía intramuscular. Las variaciones en el peso de los animales se registraron en periodos quincenales. Una vez finalizado el periodo de engorda, los animales fueron sacrificados en el frigorífico TIF (Rastro de Inspección Federal) determinándose el rendimiento de la canal fría (RCF).

Los datos fueron procesados en el paquete estadístico SPSS versión 10, mediante el análisis de varianza y las diferencias entre tratamientos se detectaron por la prueba de Duncan. El nivel de significación fue 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores nutricionales analizados (Tabla 2) por el método de Van Soest y Wine (1994), cumplieron con las recomendaciones nutricionales indicadas por la National Research Council (NRC, 2007), con un 11-18% de Proteína Cruda (PC) y 70% de Total de Nutrientes Digestibles (TND) para novillonas estabuladas con pesos entre 300-350 Kg. Determinándose que las raciones experimentales elaboradas a base de subproductos aviaros en el presente trabajo contenían diferentes niveles de proteína (pollinaza y harina de ave), que hicieron esperar un crecimiento desigual de los animales de acuerdo al tratamiento.

Tabla 2. Composición nutrimental de las dietas empleadas en las novillonas estabuladas

Indicador (%)	T1	T2	T3
Proteína cruda	11.0	18.3	18.5
Extracto Etéreo	1.2	1.3	1.0
Extracto libre de Nitrógeno	65.58	63.52	65.26
Fibra Cruda	6.6	5.6	5.4
Cenizas	6.22	5.24	5.32
Total de Nutrientes Digestibles	70.10	70.13	70.25

El comportamiento productivo de los animales en los distintos tratamientos (Tabla 3), en relación con la ganancia total de peso/día, fue significativamente superior ($p \leq 0.05$) en los grupos que recibieron subproductos aviaros con respecto al control (.964; 1.04 y 1.15 kg, para T1, T2 y T3, respectivamente). Asimismo, las novillonas del estudio que recibieron únicamente el suplemento a base de nutrientes energéticos, presentaron menor ganancia de peso acumulada; en comparación con los tratamientos suplementados a base de subproductos aviaros (T2 y T3), los que

tuvieron una respuesta significativamente superior ($p \leq 0,05$) a la adición de pollinaza y harina de ave (86.8; 94.3 y 104.0 kg, para T1, T2 y T3, respectivamente). La diferencia en el consumo de alimento, arrojó como resultado que los animales del T1 consumieran 14.6 Mcal. de energía metabolizable/día; mientras que los animales del tratamiento de suplemento + harina de ave (T3) consumieron 23.8 Mcal, equivalente a una diferencia de 40% que se refleja en la misma proporción sobre la ganancia de peso vivo entre tratamientos. Estas diferencias se debieron a un mejor aporte nutricional y al efecto que tiene en el rumen la inclusión de una fuente de proteína verdadera, con un adecuado balance de aminoácidos sobre el consumo de alimento y la ganancia de peso vivo (Stewart y Bryant, 2008).

Tabla 3. Parámetros productivos en novillonas estabuladas y suplementadas con subproductos aviaros

Indicador (%)	T1	T2	T3
Peso inicial (Kg)	291.3 a	309.7 a	307.2 a
Peso final (Kg)	378.1 a	404.0 b	411.2 b
Kg. ganados/animal 90 días/grupo	86.8 a	94.3 b	104.0 b
Ganancia de peso/día (Kg)	.964 a	1.04 b	1.15 b
Consumo del concentrado (Kg)	11.343 a	12.120 a	12.336 a

La edad a la cual fueron sacrificadas las novillonas (Tabla 4) y la calidad en la suplementación alimenticia influyeron en la mayoría de las características de la canal; este comportamiento fue observado en el presente estudio, registrándose para los rendimientos de la canal caliente un 52.03%, la cual resultó superior por el efecto de la adición del 30% de la harina de ave a la dieta diaria suministrada (T3).

Tabla 4. Características de la canal en novillonas estabuladas y suplementadas con subproductos aviaros

Indicador (%)	T1	T2	T3
Edad al sacrificio (Meses)	30 a	30 a	30 a
Peso al sacrificio (Kg)	378.1 a	404.0 b	411.2 b
Peso de la canal caliente (Kg)	177.96 a	198.1 b	214.08b
Rendimiento de la canal caliente (%)	47.02 a	49.08 b	52.03 b
Grado de clasificación	Comercial	Estándar	Selecta
Distribución de la grasa (marmoleo)	Poco cubierto	Cubierto	Graso
Color de la canal	Rojo oscuro	Rojo claro	Rojo cerezo
Puntuación para la clasificación	4	3	2

En las evaluaciones de las canales realizadas visiblemente y al tacto (Tabla 4), se determinó que la distribución de la grasa sobre la superficie de la canal y grosor en el área del ojo del lomo, fueron ligeramente moderadas en aquellas hembras que recibieron una suplementación a base de pollinaza y harina de ave, alcanzando un grado de clasificación de la canal de estándar y selecta (T2 y T3). Con respecto al

marmoleo, se ubicó en el nivel poco cubierto, cubierto y graso para los T1, T2 y T3 respectivamente; mientras que el color de la canal se mantuvo con un color rojo oscuro, claro y cerezo. La muscularidad (perfil muscular y área del ojo costal) no mostraron diferencias estadísticas a favor de un tratamiento, aunque los animales suplementados denotaron una mejor silueta (perfiles rectos vs. ligeramente cóncavo del control).

CONCLUSIONES

La suplementación a base del 30% de subproductos aviaros (pollinaza y harina de ave), promovió un mejor comportamiento productivo en novillonas estabuladas, al lograr ganancias de peso hasta de 1.0 kg/día. De igual manera la suplementación equilibrada con niveles óptimos de proteína y energía en la dieta, mejoró significativamente la calidad de la canal, obteniendo rendimientos mayores al 52.30%, superando al testigo y otorgándole un grado de clasificación selecta. En este contexto la harina de ave, es un subproducto avícola considerada una fuente de proteína con alto valor biológico. Tomando en cuenta sus características nutricionales y su disponibilidad en gran cantidad; la inclusión de esta fuente de proteína en dietas comerciales para rumiantes, contribuiría a una reducción significativa del precio de producción; permitiendo al mismo tiempo la utilización de un subproducto aviaro de buena calidad.

LITERATURA CITADA

ABDUL-KALIL HPS, Siti-Alwani M, Mohd-Omar AK. 2006. Chemical composition, anatomy, lignin distribution and cell wall structure of Malaysian plant waste fibers. *BioResources* 1(2):220-232.

http://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes_01_2_220_232_AbdulKhalil_SM_Chemical_Composition_Malaysian_Plant_Fibers/128

BISHOP CD, Angus RA, Watts SA. 1995. The use of feather meal as a replacement for fishmeal in the diet of *Oreochromis niloticus* fry. *Bioresource Technology*. 54: 291-295. [https://doi.org/10.1016/0960-8524\(95\)00146-8](https://doi.org/10.1016/0960-8524(95)00146-8)

BRUNTON EW. 2012. Animal waste management an industry perspective. *American Society of Agricultural*. ISSN 2151-0040; DOI: 10.13031/ISSN.2151-0032.

CASTAÑEDA FEA, Monrroy AVJ. 2010. Métodos de procesamiento de subproductos agrícolas para elevar su valor nutricional. Centro de ganadería, Colegio de posgraduados. Chapingo, México. ISBN 978-607-715-083.

GÓMEZ AR. 2006. Harinas de origen animal. En: Shimada AS, Rodríguez FG, Cuaron JA (Ed.). Engorda de ganado bovino en corral. Consultores en Producción Animal, S. C. México. ISBN 6071701228.

GÓMEZ AR. 2009. Harinas de origen animal. En: Shimada AS, Rodríguez FG, Cuaron JA (Ed.). Engorda de ganado bovino en corral. Consultores en Producción Animal, S. C. México. ISBN 6071701228.

GUTIÉRREZ F, Rojas A, Dormond H, Poore H, WingChing R. 2013. Características nutricionales y fermentativas de mezclas ensiladas de desechos de piña y avícolas. *Agron. Costarricense* 27(1):79-89. ISSN 2215-3608.

INEGI. 2010. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Anuario Estadístico por entidad federativa, México. ISBN-13: 978-0309317023.

MADRID A. 1999. Aprovechamiento de los subproductos cárnicos. 1ª ed. Madrid España. Edit. Acribia, pp. 35-43. ISBN 978-84-200-0856-1.

NACIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2007. Requerimientos Nutritivos para rumiantes en Engorda. 7th Edition Natl. Acad. Washington. D.C. p. 11-34. ISBN 13: 978-0309317023.

OCKERMAN HW, Hanen CL. 2005. Industrialización de subproductos de origen animal. Editorial Acribia. Zaragoza; España. p.123-234. ISBN: 9788420007519

ORSKOV ER. 1995. In: Better utilization of crop residues and byproducta in animal feeding: Research Guidelínes. 1. State of Knowledge (Preston TR, Kossila VL, Goodwin J, Reed S, eds.). FAO Animal Production and Health No 50, pag. 163-184. ISBN 978-92-5-107452-7.

PEARSON AM, Dutson TR. 2008. Edible Meat By-products Advances in meat research. *Elsevier Applied Science*. Vol. 8. ISSN 2076-3417.

RIQUELME VE. 1994. Suplementación estratégica con subproductos alimenticios. Acribia, España. ISBN: 978-84-200-0897-4.

STEWART CS, Bryant MP. 2008. The rumen bacteria. In: The rumen Microbial Ecosystem. Edited by P.N. Hobson. Elsevier Science Publishers Ltd. London, England. P 21-76.

VAN SOEST PJ. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminants. Second Ed. Cornell Univ. Press, Ithaca, NY, 476 pag. ISBN 080142772X.

WILLIAMS SE, Tatum JD, Stanton TL. 2007. The effects of muscle thickness and time on feed on hot fat trim yields, carcass characteristics and boneless subprimal yields. *Journal of Animal Science*; 67 (10): 2669-2676. ISSN 0021-8812.

WISMAN EL, Holmes CE, Engel RW. 2006. Utilization of poultry by-products in poultry rations. *Poultry Science*. 37: 834-838. ISSN 0032-5791. DOI: 10.3382/ps.0370834.