

# EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS UTILIZANDO TRES NIVELES CRECIENTES DE GLICEROL EN DIETAS PARA POLLOS DE ENGORDE

Pulgarin Casallas Diana Carolina.

---

## RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el Centro de Biotecnología Agropecuaria (CBA) SENA del municipio de Mosquera, Cundinamarca, situado a 2540 msnm, sobre la microcuenca hidrográfica media del río Bogotá, en el kilómetro 7 sobre la vía principal que conduce a este municipio, con una temperatura promedio anual de 12.6°C. y tuvo como objetivo general evaluar los parámetros productivos con la inclusión de niveles crecientes de glicerol en pollos de la línea cobb-avian 48 en la fase de iniciación y engorde.

Para este estudio se alojaron 200 pollos machos Cobb-Avian 48, distribuidos en 12 jaulas metabólicas (2 m de ancho x 6 m de largo) con 16 animales cada una, dotadas de todos los elementos necesarios para su recepción. Los animales fueron distribuidos en las 4 dietas experimentales formuladas, siendo: T0: Dieta control: sin inclusión de glicerol, T1: Dieta con inclusión de 3% de glicerol, T2: Dieta con inclusión de 6% de glicerol y T3: Dieta con 9% de inclusión de glicerol.

El diseño experimental utilizado fue un diseño completamente al azar, que consistió en la asignación de los tratamientos en forma completamente aleatoria a las unidades experimentales. Por ello se utilizaron unidades experimentales homogéneas, como animales de la misma edad y del mismo sexo que fueron asignados de manera aleatoria a los diferentes tratamientos. Se manejó un periodo experimental de 42 días, tiempo en el que se pesó el alimento a suministrar y el sobrante, los animales por tratamiento, el consumo promedio por animal por tratamiento, y su rendimiento en canal, estimando de manera conjunta el coeficiente alométrico de los órganos. Para el análisis estadístico se utilizó el programa Info-Stat y para determinar diferencias entre tratamientos se utilizó la prueba de Tukey.

Se suministró alimento elaborado directamente en el CBA de Mosquera dos veces al día (07:30 y a las 16:00 horas), en forma de harina. Las raciones de las cuatro dietas se balancearon utilizando el programa Wuffda para aves, que permitió balancear raciones a mínimo costo, siendo dietas isoprotéicas e isoenergéticas.

De acuerdo a los resultados en esta investigación se determinó que los niveles de inclusión del glicerol hasta un 9% de la dieta en pollos de engorde no afectaron los parámetros productivos como la ganancia de peso y conversión alimenticia, pero sí el consumo de alimento, siendo menor con la inclusión del glicerol.

**Palabras claves:** Glicerol, alimentación animal, coeficiente alométrico, parámetros productivos, pollo de engorde.

## ABSTRAC

This study was conducted at the Center for Agricultural Biotechnology (CBA) SENA the municipality of Mosquera, Cundinamarca, located 2540 meters above the average river Bogotá River watershed, at kilometer 7 on the main road leading to this municipality, with an average annual temperature of 12.6 ° C. and had as general objective to evaluate the productive performance with the inclusion of increasing levels of glycerol in chickens from avian cobb-line 48 in the initiation phase and fattening

For this study, 200 male broilers Cobb-Avian 48, distributed in 12 metabolic cages (2 m wide x 6 m long) with 16 animals each, equipped with all the necessary elements for reception stayed. The animals were divided into 4 formulated experimental diets, where: T0: control diet: no inclusion of glycerol, T1: diet including 3% glycerol, T2: diet including 6% glycerol and T3: Diet 9 % inclusion of glycerol.

The experimental design was a completely randomized design, consisting of the allocation of treatments in a completely random manner to the experimental units. Therefore homogeneous experimental units, like animals of the same age and the same sex they were assigned at random to the different treatments so used. An experimental period of 42 days, at which the food to be delivered and the remaining was weighed, the animals for treatment, the average consumption per animal per treatment, and carcass yield, considering jointly the allometric coefficient was handled the organs. For statistical analysis program was used Info-Stat and to determine differences between treatments Tukey test was used.

Prepared food was supplied directly in the CBA Mosquera twice daily (7:30 and 16:00), into flour. Portions of the four diets were balanced using the WUFFDA program for birds, which allowed for a minimal cost balanced rations being isoproteic and isoenergéticas diets.

**Keywords:** Glycerol, animal feed, Allometric factor, growth performance, broiler.

## INTRODUCCIÓN

A pesar de la fuerte alza del dólar y la devaluación del peso que han impactado la economía del país, la producción de carne de pollo y huevo, productos claves en la canasta familiar de los colombianos, tuvo entre enero y septiembre del presente año un crecimiento del 5% en relación con el mismo periodo del año anterior (*Fenavi 2015*). La Federación Nacional de Avicultores, Fenavi, reporta que la producción del sector avícola superó el millón y medio de toneladas, lo que significa un aumento de 77 mil toneladas en relación con las cifras reportadas durante enero y septiembre del 2014. Esto significa, que durante el lapso de nueve meses, los colombianos llevaron a su mesa más de un millón de toneladas de pollo.

Por tal razón se busca aumentar la producción de carne de pollo en el país y a su vez fuentes energéticas benéficas en la alimentación aviar a más bajo costo, como es el caso del biodiesel, que a diferencia de los alimentos considerados básicos en la formulación de los piensos, como el maíz, harina de soja, salvado de trigo, posee una composición química muy variable debido a las grasas utilizadas para su producción ya que se obtiene a partir de diversas fuentes y técnicas como es el caso del procesamiento de biodiesel (Pasquetti, 2011). Según Perez et al., (2005), la adición de glicerol en la dieta de cerdos en crecimiento no afecta el rendimiento y la calidad de la carne animal. Resultados similares son encontrados en la investigación con los pollos de engorde y ponedoras.

El glicerol es considerado una fuente adecuada de energía, porque cuando la grasa es digerida, se obtienen dos moléculas de ácidos grasos (AG) y una molécula de monoglicerido. Cuando la digestión es completa, se obtienen tres moléculas de ácidos grasos y una molécula de glicerol. Esta última molécula, por su bajo peso molecular se absorbe fácilmente por difusión. Una vez absorbido, el glicerol se convierte en glucosa a través de la gluconeogénesis, para la producción de energía a través de la glucólisis y el ciclo de Krebs, (Robergs y Griffin, 1998). El metabolismo de glicerol predominantemente se produce en el hígado y los riñones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación y Características agroclimatológicas:** El estudio se llevó a cabo en el Centro de Biotecnología Agropecuaria (CBA) SENA del municipio de Mosquera Cundinamarca a 2540 msnm, sobre la microcuenca hidrográfica media del río Bogotá, en el kilómetro 7 sobre la vía principal que conduce a este municipio, en la vereda San José. La zona de vida según la clasificación de Holdridge es de bosque seco, montano bajo, con una temperatura promedio anual de 12.6° c y una precipitación promedio anual de 670 mm (Ruiz Sanabria, Octubre 2012)

**Animales e instalaciones:** El experimento en campo se realizó en el Centro de Biotecnología Agropecuaria (CBA) SENA del municipio de Mosquera Cundinamarca.

Se utilizaron 200 pollitos machos de la estirpe CobbAvian 48 que fueron distribuidos en 12 jaulas metabólicas (2 m de ancho x 6 m de largo) con 16 animales cada una, dotadas de todos los elementos necesarios para su recepción y periodo experimental.

**Tratamientos y diseño experimental:** Los animales se distribuyeron a las 4 dietas experimentales formuladas, variando según la inclusión de glicerol en la dieta utilizada, siendo: T0: Dieta control sin inclusión de glicerol, T1: Dieta con inclusión de 3% de glicerol T2: Dieta con inclusión de 6% de glicerol y T3: Dieta con 9% de inclusión de glicerol.

El diseño experimental utilizado fue un diseño completamente al azar, que consiste en la asignación de los tratamientos en forma completamente aleatoria a las unidades experimentales. Por ello se utilizó unidades experimentales homogéneas, como animales de la misma edad y del mismo peso que fueron asignados de manera aleatoria a los diferentes tratamientos. Se manejó un periodo experimental de 42 días, tiempo en el que se pesó el alimento a suministrar y el sobrante, los animales por tratamiento, el consumo promedio por animal por tratamiento, y su rendimiento en canal, estimando de manera conjunta el coeficiente alométrico de los órganos (CoA). Para el análisis estadístico se utilizó el programa Info-Stat y para determinar diferencias entre tratamientos se utilizará la prueba de Tukey. La realización de las pruebas alométricas tuvieron como objetivo analizar el crecimiento de los órganos con respecto a la edad y peso del animal, teniendo en cuenta que cuando el órgano crece en la misma

proporción al peso corporal, el CoA es de uno, si el crecimiento del órgano es menor al peso corporal el CoA es menor a uno y cuando el CoA es mayor a uno, hay un crecimiento rápido en relación con la ganancia total de peso corporal, para ello se sacrificaron dos aves de cada repetición al día 1, día 7, día 14 y día 21 de edad, evaluando el desarrollo alométrico del intestino delgado completo, páncreas, hígado, y molleja. Para realizar la división de cada uno de los segmentos intestinales, se procedió de la siguiente manera: duodeno, desde el final de la molleja hasta el final del conducto pancreático y biliar; yeyuno, desde el final del duodeno hasta el divertículo de Meckel y el íleon desde el divertículo de Meckel hasta donde comienza la división de los ciegos (Fisher, 1998). Para determinar la ontogénesis del crecimiento de los diferentes órganos y su relación con el peso corporal, se utilizó la constante de CA, según la metodología empleada por Fisher, 1998 que usa la siguiente ecuación:

$$\text{CoA} = (O_n / O_h) / (PC_n / PC_h)$$

Dónde: O= peso del órgano; n= días después del nacimiento; h= peso al nacimiento y PC= peso corporal

**Manejo alimenticio y periodo experimental:** Los animales se alimentaron dos veces al día, a las 07:30 y a las 16:00 horas, en forma de ración completa. En todas las 4 dietas la fuente de alimento fue concentrado elaborado directamente en CBA a base de maíz, torta de soja, harina de pescado, aceite de soja, carbonato de calcio, fosfato de calcio, lisina, metionina, premezcla de

vitaminas y minerales, sal y los respectivos niveles de glicerol.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Consumo de alimento:** En esta variable se encontraron diferencias altamente significativas durante la fase de iniciación, engorde y durante todo el período experimental.

Las aves no tienen desarrollado el sabor y olor, como lo tienen algunos mamíferos como el cerdo en los que se ha determinado variaciones en el consumo de alimento con la inclusión del glicerol en el alimento, dado a los diferentes receptores que tiene el cerdo para percibir variados sabores en especial el sabor dulce.

**Ganancia de peso:** Se encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso en la fase de engorde. Las ganancias de peso fueron superiores en el tratamiento control en 3,33%, 6,19% y 8,26%, respectivamente para los niveles de inclusión crecientes del 3%, 6% y 9%. No se encontraron diferencias estadísticas en el período de iniciación y durante toda la fase de crecimiento

Los resultados obtenidos en la fase de engorde pueden ser debidos a que los niveles de inclusión más altos de glicerol saturan el metabolismo de este compuesto a nivel hepático y disminuyen la ganancia de peso. Durante todo el período experimental no se encontraron diferencias estadísticas en la ganancia de peso, pero sí numéricas superiores en el tratamiento control en comparación con los que se incluyó glicerol. Estos resultados concuerdan con los

consumos obtenidos para toda la fase experimental en los que no se encontraron diferencias estadísticas

**Curva de crecimiento:** La curva de crecimiento muestra un aumento muy similar para cada uno de los tratamientos durante las primeras cinco semanas, pero en la última semana muestra aumentos significativos del grupo control con respecto a los tratamientos en que se adiciona la glicerina cruda o glicerol, que concuerda con las diferencias estadísticas encontradas en la fase de engorde a favor del grupo testigo. Las mejores ganancias de peso del grupo control fueron debidas a los consumos más altos obtenidos en comparación a los tratamientos con glicerol para la última fase de crecimiento

**Conversión Alimenticia:** En la conversión alimenticia no se encontró ninguna diferencia estadística durante la fase de iniciación, engorde y toda la fase de crecimiento, a pesar que los consumos de alimento fueron significativamente menores en el tratamiento control en la fase de iniciación con respecto a los tratamientos en los que se incluyó el glicerol, pero aumentaron en la fase de engorde equilibrando los resultados durante toda la fase experimental, resultando en conversiones y ganancias de peso similares en todos los tratamientos. Se obtuvo mejores conversiones numéricas en el tratamiento control y con la inclusión del 6% de glicerol, comparada con el 3% y 9% de glicerol

**Mortalidad:** Durante toda la fase experimental se obtuvieron diferencias

altamente significativas con un aumento progresivo de la mortalidad al incrementarse los niveles de inclusión del glicerol, asociadas a asistís aviar principalmente en las dos últimas semanas de vida, teniendo en cuenta que este trabajó se realizó a alturas superiores a los 2500 msnm, en la que se disminuye la oferta de oxígeno y el metabolismo de los pollos aumenta con los consumos voluntarios ofrecidos a las aves, causando una mayor presentación de este síndrome ascítico que concluyó en altas mortalidades. Probablemente al ofrecer estas dietas con programas de restricción alimenticia, las mortalidades hubieran sido menores, y los parámetros productivos pudieran variar también.

Los aumentos de los niveles de glicerol en las dietas pudieron afectar el metabolismo de las aves con un mayor funcionamiento hepático que agudizó el proceso ascítico. Los porcentajes de mortalidad fueron similares en el control y hasta un 3% de inclusión de glicerol, pero con el 6 y 9% se duplicaron las mortalidades.

**Rendimiento en canal:** El rendimiento en canal fue significativamente superior en el tratamiento con 9% de glicerol, posiblemente por el menor peso vivo promedio al sacrificio en comparación a los otros tratamientos o menor grasa abdominal.

**Coefficiente Alométrico del intestino:** El coeficiente alométrico del intestino delgado completo durante las diferentes semanas evaluadas fueron disminuyendo a medida que crecían las aves, sin encontrarse diferencias estadísticas. Los diferentes

niveles de inclusión del glicerol no afectaron el peso de este órgano que es el principal sitio de absorción de nutrientes. El crecimiento alométrico fue superior hasta el día 21 lo que indica un mayor crecimiento de éste órgano en comparación al peso del ave y al día 42 fue inferior.

**Coefficiente Alométrico de la molleja:** El crecimiento alométrico de la molleja fue inferior a uno durante las diferentes etapas evaluadas, lo que determina un menor crecimiento de este órgano en relación al peso del pollo. Se encontró una diferencia numérica superior a los 7 días de edad de los pollos superior en el control, sin ser significativa. A los 14 días el crecimiento alométrico aumento en los tratamientos con glicerol pero disminuyó en el control. A partir del día 14 a 21 los crecimientos disminuyeron en todos los tratamientos. Hubo un cambio brusco en el crecimiento de este órgano a partir del día 21 en todos los tratamientos aumentando al día 42, debido a que los datos no se tomaron al día 28 y 35, de lo contrario este crecimiento hubiera sido menos perceptible.

El peso de la molleja principalmente varía de acuerdo al grado de granulometría, encontrándose que la molleja tiene un mayor crecimiento con alimentos peletizados en comparación con harinas, dado que su función principal es moler el alimento.

**Coefficiente Alométrico del páncreas:** El crecimiento alométrico del páncreas fue superior al del ave desde los 7 días de evaluado y hasta aproximadamente la cuarta semana de acuerdo a la gráfica. Al día 42 del sacrificio los valores fueron menores a uno

casi en todos los tratamientos. El páncreas es el órgano que crece en mayor proporción durante los primeros días de crecimiento del ave. Un mayor crecimiento de este órgano indica una mayor actividad en la secreción de las diferentes enzimas pancreáticas, principalmente la tripsina, quimotripsina, carboxipeptidasa, lipasa y amilasa, que actúan directamente en la degradación de los diferentes nutrientes.

**Coefficiente Alométrico del hígado:** El hígado tuvo un crecimiento alométrico positivo desde el día 7 en todos los tratamientos. Sin embargo fue disminuyendo hasta el día 21 y 42. Al día 14 se presentó diferencias significativas en este órgano siendo superiores con un nivel de inclusión del 3% de glicerol, inferiores en el control e intermedias con el 6% y 9%. El principal sitio donde se metaboliza el glicerol es el hígado, y aparentemente estos niveles de inclusión afectaron su crecimiento al día 14 de edad de los pollos.

Estos resultados son similares a los encontrados por Ariza y col, 2008, donde encontraron diferencias numéricas en el peso relativo del hígado, con un decrecimiento lineal con la inclusión creciente del glicerol. Sin embargo en esta investigación el crecimiento relativo fue superior en el control.

**pH intestinal:** El pH intestinal evaluado no presentó diferencias significativas con los diferentes niveles de inclusión del glicerol en comparación con el control. Los niveles de pH evaluados concuerdan, con los niveles fisiológicos encontrados en el intestino del pollo, especialmente en el duodeno, que es

ligeramente más ácido que el encontrado en el íleon por su proximidad a las secreciones gástricas ácidas producidas en el proventrículo. Hubo un aumento del pH intestinal tomado al inicio del experimento en comparación al final en todos los tratamientos, debido a las diferencias en las secreciones gástricas producidas en pollos de menor edad en comparación a los adultos tanto en el proventrículo como las producidas por el páncreas.

**Grasa Abdominal:** No se encontró diferencias significativas en la grasa abdominal con los diferentes niveles de inclusión del glicerol. En la gráfica se muestra los porcentajes de rendimiento en grasa abdominal en comparación al peso vivo del ave. Estos resultados son un poco más bajos a los obtenidos por líneas genéticas actuales (Solla, 2012), donde los rendimientos son superiores al 2%. El menor porcentaje de grasa abdominal del tratamiento con el 9% de inclusión del glicerol, concuerda con los mayores rendimientos en canal obtenidos por este tratamiento.

**Análisis de costos:** La tabla muestra unos mayores ingresos con la inclusión de los diferentes niveles de glicerol en comparación con el control. Las dietas con glicerol tienen unos precios más bajos, debido al menor precio de éste co-producto en relación al maíz. Ingresos superiores al 2% con la inclusión del glicerol, son importantes para poder recomendarlo económicamente en la inclusión de dietas para pollos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados en esta investigación se determinó que los niveles de inclusión del glicerol hasta un 9% de la dieta en pollos de engorde no afectaron los parámetros productivos como la ganancia de peso y conversión alimenticia, pero si en el consumo de alimento, siendo menores con la inclusión del glicerol.

- En la variable de mortalidad se obtuvo diferencias altamente significativas con un aumento progresivo de la mortalidad al incrementarse los niveles de inclusión del glicerol, asociadas principalmente a ascitis aviar, en las dos últimas semanas de vida.

- El rendimiento en canal fue significativamente superior en el tratamiento con 9% de glicerol, posiblemente por el menor peso vivo promedio al sacrificio en comparación a los otros tratamientos o menor grasa abdominal.

- El crecimiento alométrico de los órganos digestivos no tuvo diferencias significativas durante todo la fase experimental a excepción del hígado, órgano principal donde se metaboliza el glicerol.

- La inclusión de los diferentes niveles crecientes del glicerol no afectaron el pH intestinal.

- Económicamente los ingresos brutos en porcentaje fueron superiores en los tratamientos con glicerol, siendo superior los niveles del 3% y 9%, sin embargo este último tratamiento tuvo bajos peso promedios al sacrificio y debido al porcentaje elevado de

mortalidad no se recomendaría para este experimento.

- De acuerdo a las diferentes variables evaluadas se recomienda la utilización del glicerol hasta un 6%, ya que al exceder estos niveles se pueden afectar los parámetros productivos y económicos.

- Se recomienda evaluar los diferentes niveles de inclusión del glicerol con mayor cantidad de aves, analizando las diferencias en machos y hembras, evaluando algunas variables intestinales como la morfometría de vellosidades, enzimas y presencia de bacterias intestinales a través de técnicas moleculares.

- Evaluar pruebas de digestibilidad y presencia de humedad en las camas, aspectos importantes que afectan la productividad de las aves.

- Al utilizar el glicerol o glicerina cruda se debe determinar el grado de pureza, principalmente la presencia de metanol, agua y glicerol, ya que la variación energética puede cambiar bastante.

- Utilizar el glicerol con dietas peletizadas ya que mejora este proceso, en comparación con la harina por la aglomeración que presenta el glicerol al mezclarse principalmente con el maíz.

## BIBLIOGRAFÍA

- Gianfelici M F, médico veterinario/UNRC. Uso del glicerol como fonte de energía para frangos de corte. Universidad federal de Rio Grande. Porto Alegre (RS), Brasil. Marzo de 2009
- Barcellos de Carvalho R ,VianelloMaurície T, Da Costa Ferreira B , De Vargas Junior J.G. Tópicos especiais em Ciência Animal II. Capt 15. Uso de glicerina na alimentação de aves. (Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil) 2013
- G. L. Parsons, M. K. Shelor and J. S. Drouillard. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. J Anim Sci published online Oct 10, 2008.
- Topal E; Ozdogan M. Effects of glycerol on the growth performance, internal organ weights, and drumstick muscle of broilers. Department of Animal Science, Aydın, Turkey. 2013
- Cardoso Gomide A.P; Lazarini Lima A; Brustolini P.C; Ferreira A.S; Andreatta Scottá.B; Rdrigues de Azevedo L. Glicerina bruta na alimentação de aves e suínos. 2011
- Carole M; Claire L; Pierre A. IMPACT DE L'UTILISATION DE GLYCERINE SUR LES PERFORMANCES DES POULETS DE 1 A 35 JOURS. INZO° - BP 19 - Chierry -02402 CHATEAU – THIERRY Cedex,
- ANDI. Cadena productiva de alimentos concentrados y balanceados para la industria avícola y porcina diagnóstico de libre competencia. 2010
- Kosmider A; Katarzyna L; Katarzyna C. Improved Utilization of Crude Glycerol. By-Product from Biodiesel Production. Poznań University of Life Sciences. Poland
- E. Vilarrasa; V. Fragua y A.C. Barroeta. Efectos del uso de aceites ácidos esterificados con diferente contenido en monoglicéridos en la ración del pollo de carne. , Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Edifici V, Universitat Autònoma de Barcelona
- L. McLEAY Col. Efectos de la inclusión de glicerina sobre el crecimiento de los broilers
- Penz Junior A M; Gianfelici M. Desafío del uso de ingredientes en la nutrición de aves.
- Cerrate, S. et al. 2006. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. Int. J. Poultry Sci. 11:1001-1007
- Nagata, A K. et al 2004. Energía metabolizable de algunos alimentos energéticos para frangos de corte, determinada por ensayos metabólicos e por ecuaciones de predicción.
- FEDNA. Necesidades nutricionales para avicultura: pollos de engorde y aves de puesta Abril de 2008.
- Posada Duque J A; Cardona Álzate C A. Análisis de la refinación de glicerina obtenida como producto en la producción de biodiesel. Marzo de 2010
- L. McLEA y Col. Efectos de la inclusión de glicerina sobre el crecimiento de los broilers. Revista avicultura .Junio 2012

- FEDNA. Glicerina- 85%. Actualizado Abril de 2012.
- KC Zavarize<sup>1\*</sup>, JFM Menten<sup>1</sup>, R Pereira<sup>1</sup>, CLS Silva<sup>1</sup>, M Bernadino<sup>1</sup>, L Freitas<sup>1</sup>, Y Karaccas<sup>2</sup>. Evaluation of the metabolizable energy of glycerins with different compositions in broiler chickens. Departamento de Ciência Animal e Pastagens, Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brasil. <sup>2</sup>Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, Brasil
- Agência Nacional do Petróleo. 2011. Estatística de Biodiesel. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 25 Feb 2011
- Mynor A; Enriquez L. Metabolismo de triaglicérols y fosfolípidos. Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de ciencias médicas fase i. Unidad didáctica: Bioquímica médica. 2º año. Ciclo académico 2,011
- Cardona Álzate C A; Orrego Álzate C E. Avances investigativos en la producción de biocombustibles. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. 2009
- Betancourt López L; Pareja R I; Conde Pulgarín A; Castellanos A F; Moreno D; Aguilar F. Nutrición y alimentación animal. Universidad de La Salle.
- Dozier et al (). Valor energético de glicerina para pollos. Servicio de Investigaciones Agrícolas de USDA. Misisipi, Estados Unidos. Marzo de 2009
- Baltés W. Metabolismo de lípidos. Editorial acribia. Química de alimentos. 2006
- King M W. ChREBP: Regulador Maestro de Lípidos en el Hígado. 2013
- Buenaventura Garcia J. La glicerina puede utilizarse como fuente de energía en pollos de engorde. Enero de 2010
- Flores A. Subproductos de biocombustibles podrían ser económicamente viables para los cultivadores. Agricultural Research. Abril de 2009
- Avellaneda Y; Rodríguez D; Afanador Téllez G. Efecto de la inclusión de glicerina cruda sobre el desempeño productivo de hembras de pollos de engorde en la Sabana de Bogotá. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA C.I- Tibaitatá.
- Ariza C; Afanador G; Avellaneda Y; Mejía G; Mayorga O; García G; Pérez C; Ordoñez C; Rubiano A; Ramos Y; Ortiz R; Malagón K; Montañés D; Loaiza A; Reina A; Téllez L; Rodríguez S. Glicerina y subproductos del biodiesel, alternativa energética para la alimentación de aves y cerdos. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA C.I- Tibaitatá.
- Valencia Echavarría D.M. Efecto de la suplementación de dietas para vacas lecheras con glicerina cruda, sobre algunos parámetros de la fermentación ruminal, producción y calidad composicional de la leche. Universidad Nacional de Colombia. Facultad, Ciencias Agrarias. Medellín, Colombia. 2013
- FEDNA. Utilización de grasas y subproductos lipídicos en monogástricos. 2009

- Silva e Oliveira J; Antoniasill R; Cordeiro de Freitas S; Días Müller M. Composição química da glicerina produzida por usinas de biodiesel no Brasil e potencial de uso na alimentação animal.

- Gonzalo G, Mateos; Piquer J; García M; Medel P. Utilización de grasas y subproductos lipídicos en dietas para avicultura. Departamento de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid.