



## Efecto de la inclusión dietaria de glicerina sobre el desempeño productivo de conejos en crecimiento



Andrés Abreu Salamanca<sup>1</sup>, Angélica María Buitrago Villabona<sup>2</sup>, Guillermo Corredor Sánchez<sup>3</sup>, Carlos Eduardo Mestizo Melo<sup>4</sup> y Esaú Pulido Barrera<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Zootecnista MSc. Producción Animal, Docente Programa de Zootecnia Universidad Libre Seccional Socorro  
andres.abreu@mail.unilibresoc.edu.co

<sup>2</sup>Zootecnista, Especialista en Gestión Ambiental, Docente Programa de Zootecnia Uniagraria  
angema45@gmail.com

<sup>3</sup>Ingeniero Agrónomo MSc. Producción Animal, Docente Uniagraria  
corredor.guillermo@uniagraria.edu.co

<sup>4</sup>Zootecnistas Uniagraria

Recepción Artículo: Abril 7 de 2013. Aceptación mayo 16 de 2013

EL CENTAURO ISSN: 2027 - 1212

### RESUMEN

La posibilidad de utilizar glicerina como fuente de energía en dietas para conejos en crecimiento no se ha evaluado en nuestro medio, por consiguiente se realizó un experimento para evaluar el efecto de la inclusión de glicerina en la ración sobre el desempeño productivo de conejos en crecimiento. Se utilizaron 36 conejos (18

**Figura 1.** Animales experimentales



hembras y 18 machos) destetos de raza Nueva Zelanda Blanco, de 35 días de edad, con un peso inicial de  $1008.61 \pm 16.24$  g, los cuales se sometieron a tres tratamientos: Una dieta control y dos tratamientos correspondientes a dos niveles de inclusión (10 y 15% en base seca) de glicerina de alta pureza (99%). Los animales fueron asignados aleatoriamente a los tratamientos en un diseño de bloques completos al azar con submuestreo. No se obtuvieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en peso vivo por efecto de las dietas experimentales. El promedio general de ganancia diaria de peso fue de 26 g y no se observaron diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). Tampoco se obtuvieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) por efecto de las dietas experimentales en el consumo estimado de alimento, conversión alimenticia estimada y rendimiento en canal ( $P > 0.05$ ). Los

resultados sugieren que la glicerina podría ser un ingrediente útil como fuente energética en raciones para conejos de engorde a los niveles de inclusión utilizados en el presente trabajo.

### Palabras clave

Conejos, conversión, crecimiento, desempeño, glicerina

**Abstract**

The possibility of using crude glycerine as a rabbit feed supplement is unknown in our country, therefore, this experiment was carried out in order to evaluate the effect of glycerin inclusion in the diet on growing rabbits performance. Thirty six White New Zealand weaned rabbits (18 male and 18 female) 35 d age ( $1008.61 \pm 16.24$  g initial BW) were assigned randomly to one of three treatments: A control diet and two levels of high purity glycerin (99%) inclusion (10 and 15%) in the diet; in a complete blocks experimental design with sub-sampling. No significant differences were observed in BW ( $P > 0.05$ ) as a result of experimental diets. General means of daily weight gain were: 27.83, 26.71 and 23.38 g for T1, T2 and T3 treatments respectively, however differences between daily weight gains were not significant ( $P > 0.05$ ). Calculated feed intake and feed conversion ratio were not affected by dietary treatments like the carcass yield ( $P > 0.05$ ). Our results suggest that glycerin could be an appropriate energy source for growing rabbits diets at levels used in this experiment.

**Key words**

Feeding-efficiency, glycerin, growth, performance, rabbits.

**1. INTRODUCCIÓN**

Actualmente la producción de biocombustibles ha tomado un gran auge en Colombia y las políticas gubernamentales tienden a promover un gran crecimiento de este subsector energético, dados los beneficios económicos, sociales y ambientales que éste representa (Montoya, 2009). La Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia reporta que la producción nacional de biodiesel pasó de 22.730 toneladas en 2008 a 489.991 toneladas en 2012 (Fedebiocombustibles, 2013), este volumen puede generar aproximadamente 49.000 toneladas (10%) de glicerina cruda como subproducto; este es un compuesto altamente contaminante debido a su alta solubilidad en agua y a la posibilidad de vertimiento en cuerpos hídricos naturales, si bien la

glicerina, una vez purificada se usa en la industria química y farmacéutica, la demanda que genera este sector no es suficiente para absorber los volúmenes actuales, por tanto es importante estudiar alternativas de uso para este subproducto como es el caso de la alimentación animal.

La glicerina no se ha utilizado tradicionalmente como recurso alimenticio para animales, sin embargo varios estudios han evaluado su utilización en dietas para pollos de engorde y cerdos (Kijora et al., 1995, 1997; Kuhn, 1996; Kijora, 1996; Cerrate et al., 2006). También se ha evaluado el uso de glicerina en vacas lecheras como tratamiento preventivo para evitar desórdenes metabólicos al inicio de la lactancia (DeFrain et al., 2004); así como en novillas de carne para evaluar su efecto sobre el desempeño productivo y las características de la canal (Parsons et al., 2009). En general, estos estudios han demostrado efectos muy pequeños o nulos de la glicerina sobre el desempeño de animales en crecimiento. En pollos de engorde alimentados con una dieta que contenía el 20% de glicerina no se observaron cambios significativos en el peso, consumo de alimento o conversión alimenticia en comparación con el control durante periodos experimentales llevados a cabo hasta los 21 días (Lin et al., 1976), 28 días (Campbell y Hill, 1962) ó 31 días de edad (Simon et al., 1996).

Varios estudios han demostrado efectos benéficos de la glicerina sobre la retención de aminoácidos o de nitrógeno en ratas (Chan et al., 1981) y en humanos (Brennan et al., 1975). En pollos de engorde Simon et al., (1997) demostraron una correlación positiva entre la glicerina hasta el 20% de inclusión y la retención del nitrógeno. Sin embargo, en un estudio posterior Simon et al., (1997) no observaron efectos positivos de la glicerina sobre la retención del nitrógeno en una dieta baja en proteína (18%) o alta en carbohidratos. Por otra parte Lin et al., (1976) demostraron que el glicerol disminuye la tasa de síntesis de ácidos grasos y la actividad de las enzimas lipogénicas en el hígado del pollo. La glicerina en la dieta podría tener efectos benéficos sobre el consumo de agua de la canal del pollo debido a una fácil acumulación de glicerina en el músculo (Simon et al., 1996) o a una alta presión osmótica (Riedesel et al., 1987).

Cerrate et al. (2006) obtuvieron mayores rendimientos de pechuga en pollos alimentados con dietas que contenían 2.5% o 5% de glicerina, lo cual sugiere que la glicerina puede mejorar la deposición de proteína. Por otra parte, un estudio de Lessard et al. (1993) mostró que la inclusión de 5% de glicerina en la dieta produjo el mismo nivel de proteína cruda y extracto etéreo de la canal en comparación con la dieta control, pero aumentó el peso de la capa de grasa abdominal; este aumento en la grasa abdominal podría ser el resultado de una sobre estimación del valor de energía metabolizable asignado a la glicerina, o de un alto nivel de lípidos o lipoproteínas plasmáticas como consecuencia de una estimulación de la esterificación de triglicéridos de las mucosas provocada por la glicerina (Narayan et al., 1977). La investigación sobre este tema en nuestro medio es aun limitada, especialmente en la especie cunícola, por consiguiente el propósito del presente trabajo fue evaluar el uso de la glicerina como fuente de energía en dietas para conejos en crecimiento.

### 1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la inclusión de la glicerina como ingrediente energético en la dieta de conejos de engorde sobre su desempeño productivo en crecimiento.

### 1.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la inclusión de glicerina en la dieta de conejos de engorde sobre la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia estimada.
- Evaluar si existen diferencias en cuanto al consumo estimado de la ración con la inclusión de glicerina en la dieta de conejos de engorde.
- Establecer si la inclusión de glicerina en la dieta tiene algún efecto sobre el rendimiento en canal de los conejos Nueva Zelanda Blanco.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Tipo de investigación

Experimental

### 2.2 Localización

El experimento se realizó entre de julio y septiembre de 2008 en las instalaciones de cunicultura de la estación experimental de CORPOICA Tibaitatá, ubicada en el municipio de Mosquera, Cundinamarca, localizado a 4°42' de latitud norte y 74°12' de longitud oeste, una altitud de 2650 msnm, y una temperatura promedio de 13°C. Se utilizaron 36 conejos (18 hembras y 18 machos) destetos de la raza Nueva Zelanda Blanco, de 35 días de edad y con un peso inicial promedio de  $1008.61 \pm 16.24$  g en un diseño de bloques completos al azar con submuestreo (4 réplicas por tratamiento y 3 animales por réplica). Los animales se identificaron a través de tatuaje en la oreja y se asignaron aleatoriamente a cada tratamiento de acuerdo con su peso vivo y con el diseño experimental. El periodo experimental fue de 40 días (subdividido en 8 periodos de 5 días c/u) con un periodo previo de acostumbamiento a las dietas experimentales de 5 días.

Figura 2. Horno Secador



### 2.3 Descripción de los tratamientos experimentales

Se utilizó una dieta control y dos tratamientos correspondientes a dos niveles de inclusión (10 y 15% en base seca) de glicerina de alta pureza (99%). Las dietas se formularon utilizando el software UFFDA (User-Friendly Feed Formulation Done Again, University of Georgia) de acuerdo con las recomendaciones del NRC (1977) sobre

requerimientos nutricionales del conejo. Las tres dietas fueron isoprotéicas e isoenergéticas de tal manera que se pudiera evaluar la glicerina como sustituto energético. A la glicerina se le asignó un valor de energía digestible (ED) de 3236 kcal/kg basado en el valor de energía bruta (EB) determinado mediante bomba calorimétrica por Cerrate et al., (2006); y suponiendo un alto valor de digestibilidad de la glicerina (90%) (Tabla 1).

Las dietas experimentales se prepararon en las instalaciones de la unidad experimental de cunicultura de CORPOICA Tibaitatá, se adecuó un espacio para el almacenamiento, pesaje, mezclado, y adecuación física de las materias primas. Se mezcló la parte sólida de cada dieta según cada una de las fórmulas y posteriormente se procedió a incorporar la melaza (C, T1 y T2) y la glicerina (T1 y T2) vehiculizadas en agua potable (dilución 1/1 peso/peso). Cada mezcla húmeda se extendió para cortar las galletas en bandejas metálicas y se secó en horno de aire forzado a 60 grados centígrados por 48 horas. Las dietas se suministraron en forma de galletas fragmentadas, ya que no fue posible peletizar la cantidad total de alimento que se utilizó para el experimento. Durante el periodo de acostumbramiento de los animales a las dietas experimentales (5 días) se ajustó la oferta de alimento y se pesaron diariamente los rechazos del mismo para cada réplica. Este mismo procedimiento se aplicó durante todo el periodo experimental o de medición.

**Figura 3.** Presentación del alimento



**Tabla 1.** Composición (g/kg de Materia Seca) de las Dietas Experimentales

Tratamientos	Control	T1	T2
<b>Ingredientes</b>			
Harina de Alfalfa	230.0	267.2	283.9
Harina de Arroz	189.8	70.0	50.0
Harina de Tercera (Trigo)	107.4	50.0	50.0
Harina de Trigo	100.0	100.0	100.0
Harina Zootécnica	54.4	70.0	50.0
Torta de Soya	100.1	127.7	144.8
Mogolla de Trigo	100.0	86.6	26.3
Cascarilla de Cacao	38.8	60.2	81.7
Melaza	60.0	60.0	60.0
Carbonato de Calcio	19.4	8.3	3.4
Premezcla Vitamínica*	1.0	1.0	1.0
Glicerina	0	100.0	150.0
<b>Composición Química en Base Seca**</b>			
Energía Digestible en kcal/kg MS	2500	2500	2500
Proteína Cruda	150.0	150.0	150.0
Extracto Etéreo	50.0	34.2	29.7
Fibra Cruda	100.0	100.0	100.0
Fibra en Detergente Neutro	239.9	232.4	226.6
Fibra en Detergente Ácido	145.2	152.8	158.8
Cenizas	55.6	50.1	48.1
Calcio	12.1	8.8	7.3
Fósforo	6.1	4.4	3.6

\* Premezcla vitamínica fabricada por DSM, \*\* Composición bromatológica correspondiente a datos tabulados utilizados en la formulación (FEDNA, 2007).

## 2.4 Adecuación de instalaciones y variables medidas

Se utilizaron en total 12 jaulas previamente desinfectadas para el experimento de tal manera que quedaron 3 animales por jaula, 4 jaulas por tratamiento, para un total de 4 réplicas de 3 animales por tratamiento. Cada jaula estuvo provista de un comedero y un bebedero de chupo, tanto la oferta de alimento como de agua fue *ad libitum*.

Durante el periodo de medición (40 días) se midieron las siguientes variables:

Peso vivo inicial, peso vivo final, peso vivo cada 5 días durante el periodo experimental, peso de la oferta diaria de alimento y peso del rechazo diario de alimento.

Una vez pasados los 40 días del periodo de medición se sacrificaron los animales para medir: Peso de la canal, peso de las vísceras blancas, peso de las vísceras rojas y peso de la piel.

Las variables calculadas fueron: ganancia diaria de peso en gramos, ganancia de peso por periodo en gramos, conversión alimenticia (g alimento consumido estimado/g peso vivo ganado) y rendimiento en canal (%)

## 2.5 Análisis estadísticos

Para el análisis estadístico de los datos se hizo un análisis de varianza con un diseño experimental de bloques completos al azar con muestreo utilizando el procedimiento GLM del software estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.0. Para realizar las comparaciones múltiples de medias se realizó una prueba de Tukey.

El modelo estadístico de acuerdo con el diseño experimental fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + T_j + EE_{ij} + EM_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$ : Respuesta en el  $i$ -ésimo bloque al  $j$ -ésimo tratamiento en la  $k$ -ésima muestra.

$\mu$ : Media general.

$\beta_i$ : Efecto del  $i$ -ésimo bloque;  $i = 1, 2$  (machos, hembras)

$T_j$ : Efecto del  $j$ -ésimo tratamiento;  $j = 1, 2, 3$  (0, 10 y 15% de glicerol en la dieta)

$EE_{ij}$ : Error experimental correspondiente al  $i$ -ésimo bloque y al  $j$ -ésimo tratamiento.

$EM_{ijk}$ : Error de muestreo;  $k = 1, 2$ .

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Peso vivo

A pesar de que numéricamente se observó la siguiente tendencia en los valores de peso vivo:  $T1 > T2 > T3$ , en general no se obtuvieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en peso vivo por efecto de las dietas experimentales en la mayoría de los periodos, sin embargo, se presentaron valores de peso vivo significativamente menores en el tratamiento T3 con 15% de glicerina durante los periodos 5, 6 y 7 con respecto a los demás tratamientos (Tabla 2). No obstante al final del experimento no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en términos de peso vivo, los promedios de peso vivo final para los tratamientos T1, T2 y T3 fueron 2245.75, 2170.83 y 2070.83 g respectivamente. Estos resultados, en términos de peso vivo, difieren de los obtenidos por Retore et al. (2012) quienes observaron una reducción significativa ( $P < 0.05$ ) del peso vivo al incluir niveles crecientes de glicerina cruda de origen vegetal de 3,

6, 9 y 12% en la ración de conejos en crecimiento entre 32 y 70 días de edad, dicha reducción se presentó con la inclusión de 9 y 12% de glicerina cruda en la ración.

Sin embargo, los resultados del presente trabajo concuerdan con los obtenidos por Iñigo et al., (2011) quienes no tuvieron diferencias significativas en el peso vivo de conejos alimentados con dietas que contenían 0, 2.5 ó 5% de glicerina cruda. Desde otro punto de vista, los resultados de este experimento concuerdan con los de García (2006), quien reportó un promedio de peso vivo final de 2050 g con una dieta comercial, lo cual indica que lo que se obtuvo en términos de peso vivo se encuentra dentro de los valores que reporta la literatura para conejos alimentados con dietas comerciales. En estudios con otras especies Cerrate et al., (2006) tampoco obtuvieron diferencias significativas en peso vivo al incluir un 5% de glicerina en dietas para pollos de engorde, sin embargo con una inclusión de 10% de glicerina el peso vivo fue significativamente menor.

**Tabla 2.** Efecto de la inclusión de glicerina al 0% (T1), 10% (T2) y 15% (T3) como porcentaje de la materia seca de la ración sobre el peso vivo en gramos de conejos Nueva Zelanda Blanco

TRATAMIENTOS	PERIODOS								
	Inicial	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	1132.59 <sup>a</sup>	1296.67 <sup>a</sup>	1408.33 <sup>a</sup>	1570.00 <sup>a</sup>	1678.34 <sup>a</sup>	1840.00 <sup>a</sup>	1975.00 <sup>a</sup>	2131.67 <sup>a</sup>	2245.75 <sup>a</sup>
T2	1105.84 <sup>a</sup>	1251.68 <sup>a</sup>	1373.32 <sup>a</sup>	1539.99 <sup>a</sup>	1586.66 <sup>a</sup>	1763.33 <sup>a</sup>	1888.34 <sup>a</sup>	2059.99 <sup>a</sup>	2170.83 <sup>a</sup>
T3	1120.00 <sup>a</sup>	1240.83 <sup>a</sup>	1346.65 <sup>a</sup>	1478.35 <sup>a</sup>	1583.33 <sup>a</sup>	1676.68 <sup>b</sup>	1783.35 <sup>b</sup>	1944.98 <sup>b</sup>	2070.83 <sup>a</sup>
SEM	3.66	12.67	15.96	21.62	16.37	8.55	9.66	8.75	13.39

\*Medias con diferente letra indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). SEM: Standard Error of the Mean

### 3.2 Ganancia diaria de peso

Los promedios generales de ganancia diaria de peso fueron de 27.83, 26.71 y 23.38g para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente, sin embargo a pesar de la diferencia numérica no se observaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en ganancias de peso por efecto de los tratamientos en ninguno de los periodos del experimento (Tabla 3). Los resultados del presente trabajo contrastan con los obtenidos por Iñigo et al., (2011), quienes observaron diferencias significativas ( $P < 0.10$ ) en la ganancia de peso de conejos alimentados con

raciones que contenían 0, 2.5 ó 5% de glicerina cruda a favor del mayor nivel de inclusión. Retore et al., (2012) por su parte tampoco observaron diferencias significativas en la ganancia de peso de conejos alimentados con raciones que incluían hasta un 6% de glicerina cruda, sin embargo con la inclusión de 9 a 12% de glicerina cruda en la ración obtuvieron una ganancia de peso significativamente menor en comparación con el control (0% de glicerina cruda). No obstante cabe mencionar que ellos obtuvieron ganancias promedio de 32.3 y 32.2 gramos/día al incluir 9 y 12% de glicerina cruda en la ración, valores numéricamente superiores a los del presente estudio.

En cuanto a estudios en otras especies estos resultados concuerdan con lo obtenido por Kijora y Kupsch, (1996) quienes no obtuvieron diferencias significativas en ganancias de peso en cerdos alimentados con 0, 5 y 10% de glicerina cruda en la dieta. Cerrate et al., (2006) tampoco obtuvieron ganancias de peso significativamente diferentes al incluir 5% de glicerina en la dieta de pollos de engorde, sin embargo con un 10% de glicerina las ganancias de peso fueron significativamente menores hacia el final del ciclo productivo (día 35 a 42). Por otra parte, García (2006) obtuvo un promedio de ganancia diaria de peso de 27.67 g utilizando una dieta comercial, lo cual es muy similar a la ganancia de peso promedio de 27.83 g que se obtuvo con la dieta control en el presente trabajo.

Según Lukefahr y Cheeke (1991), citados por García (2006), una ganancia diaria de peso cercana a 20 g se considera satisfactoria para conejos en zonas tropicales. Las ganancias de peso observadas en el presente experimento son comparables a las obtenidas por Figueroa (2002), quien evaluó el desempeño productivo de conejos alimentados con concentrados formulados para otras especies de animales domésticos (cerdos, aves y pequeños rumiantes) provistos en forma restringida y suplementados con heno de gramíneas tropicales; obteniendo ganancias diarias de peso que fluctuaron entre 13 y 28 g. En la tabla 3 se observan los promedios de ganancia de peso por periodo, variable en la cual tampoco se obtuvieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) por efecto de las dietas experimentales.

**Tabla 3.** Efecto de la inclusión de glicerina al 0% (T1), 10% (T2) y 15% (T3) como porcentaje de la materia seca de la ración sobre la ganancia diaria de peso en gramos de conejos Nueva Zelanda Blanco en crecimiento

TRATAMIENTOS	PERIODOS							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	32.83 <sup>a</sup>	22.33 <sup>a</sup>	32.33 <sup>a</sup>	21.66 <sup>a</sup>	32.33 <sup>a</sup>	27.00 <sup>a</sup>	31.33 <sup>a</sup>	22.83 <sup>a</sup>
T2	29.16 <sup>a</sup>	23.33 <sup>a</sup>	33.33 <sup>a</sup>	19.66 <sup>a</sup>	26.00 <sup>a</sup>	21.33 <sup>a</sup>	37.33 <sup>a</sup>	23.50 <sup>a</sup>
T3	24.16 <sup>a</sup>	21.17 <sup>a</sup>	26.33 <sup>a</sup>	21.00 <sup>a</sup>	18.66 <sup>a</sup>	21.33 <sup>a</sup>	29.16 <sup>a</sup>	25.16 <sup>a</sup>
SEM	1.83	0.58	1.26	1.15	1.86	1.23	2.60	1.55

\*Medias con diferente letra indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). SEM: Standard Error of the Mean

### 3.3 Consumo estimado de alimento

Al principio del experimento se obtuvieron los siguientes promedios de consumo estimado de alimento: 107.93, 96.61 y 82.61 g para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Al final del experimento los promedios para esta variable fueron: 173.18, 173.75 y 156.95 g para T1, T2 y T3 respectivamente (Tabla 4). Al igual que en el caso de la ganancia diaria de peso no se observaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) por efecto de las dietas experimentales en ninguno de los periodos, a pesar de las diferencias numéricas observadas. En concordancia con el presente estudio Retore et al., (2012) tampoco observaron diferencias significativas en el consumo de alimento de los conejos al incluir niveles de 3, 6 y 9% de glicerina cruda en la ración, sin embargo, con un nivel de inclusión de 12% observaron una reducción significativa en el consumo ( $P < 0.05$ ) con respecto al control (0% de glicerina cruda). En contraste con lo anterior, Iñigo et al., (2011) observaron un aumento en el consumo de alimento ( $P < 0.1$ ) de conejos al incluir 5% de glicerina en la ración con respecto a la inclusión de 2.5% de glicerina y al control sin glicerina cruda.

Con respecto a otras especies, los resultados de este estudio son contrastantes con los obtenidos por Cerrate et al., (2006) quienes no obtuvieron diferencias significativas en consumo de alimento en pollos de engorde alimentados con 0 y 5% de glicerina cruda en la dieta, pero si obtuvieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en consumo de alimento durante la fase inicial del experimento (días 0 a 14) y durante todo el periodo experimental (días 0 a 42) cuando utilizaron 10% de glicerina cruda en la

dieta; curiosamente durante la fase inicial el consumo de alimento fue significativamente mayor, mientras el consumo fue significativamente menor al promediarlo durante todo el experimento.

Igualmente estos resultados difieren de los obtenidos por Kijora y Kupsch, (1996), quienes obtuvieron consumos de alimento significativamente mayores con respecto al control en cerdos alimentados con dietas que incluían 5 y 10% de glicerina cruda proveniente de la fabricación de biodiesel. En este experimento el consumo promedio de alimento aumentó en un 6% durante el periodo de levante y en un 4% durante el periodo de finalización por efecto de la inclusión de glicerina cruda en la dieta; ellos atribuyen el mayor consumo de alimento al sabor dulce y a la consistencia que confiere la adición de glicerina cruda al alimento.

Los valores de consumo estimado de alimento obtenidos en este experimento (Tabla 4) difieren numéricamente de los observados por García (2006), quien obtuvo valores promedio que fluctuaron entre 96.84 y 61.09 gramos diarios y un promedio de 75 gramos diarios para la dieta control en la cual los conejos se alimentaron con concentrado comercial; además en el experimento de García (2006) las dietas experimentales incluían henos de materiales forrajeros tropicales.

**Tabla 4.** Efecto de la inclusión de glicerina al 0% (T1),10% (T2) y 15% (T3) como porcentaje de la materia seca de la ración sobre el consumo diario estimado de alimento en gramos de conejos Nueva Zelanda Blanco en crecimiento

TRATAMIENTOS	PERIODOS							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	107.93 <sup>a</sup>	111.72 <sup>a</sup>	117.10 <sup>a</sup>	139.63 <sup>a</sup>	140.50 <sup>a</sup>	145.65 <sup>a</sup>	162.63 <sup>a</sup>	173.18 <sup>a</sup>
T2	96.61 <sup>a</sup>	103.54 <sup>a</sup>	119.51 <sup>a</sup>	139.50 <sup>a</sup>	143.41 <sup>a</sup>	145.86 <sup>a</sup>	159.80 <sup>a</sup>	173.75 <sup>a</sup>
T3	82.61 <sup>a</sup>	89.74 <sup>a</sup>	106.51 <sup>a</sup>	136.45 <sup>a</sup>	132.31 <sup>a</sup>	135.64 <sup>a</sup>	146.35 <sup>a</sup>	156.95 <sup>a</sup>
SEM	4.88	3.20	1.73	2.24	2.64	1.63	5.25	4.91

\*Medias con diferente letra indican diferencias significativas (P<0.05). SEM: Standard Error of the Mean

### 3.4 Conversión alimenticia estimada

En el periodo inicial del experimento los promedios de conversión alimenticia estimada fueron: 3.39, 3.33 y 3.47 para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente; en el periodo final esta variable arrojó los siguientes promedios: 7.81, 7.76 y 6.67

para T1, T2 y T3 respectivamente (Tabla 5). A pesar de que se aprecia una aparente tendencia positiva a medida que el experimento sale de su fase inicial, no se observaron diferencias significativas (P > 0.05) en la conversión alimenticia estimada entre periodos ni entre tratamientos. Lo anterior está de acuerdo con lo obtenido por Iñigo et al., (2011), quienes no observaron diferencias significativas en el índice de conversión alimenticia de los conejos con la inclusión de 2.5 o 5% de glicerina cruda en la ración. De igual manera, Retore et al., (2012) tampoco observaron diferencias significativas en la conversión alimenticia de conejos al incluir niveles crecientes (0, 3, 6, 9 y 12%) de glicerina cruda en la ración.

Los resultados del presente trabajo difieren numéricamente de aquellos obtenidos por García (2006), quien observó diferencias significativas en términos de conversión alimenticia por efecto del peso inicial de los conejos; 2.01 para conejos livianos contra 3.55 para conejos pesados utilizando una dieta comercial. En este experimento se obtuvo una media general de conversión de 2.87 para la dieta comercial y medias generales de conversión para todos los tratamientos de 4.67 para conejos pesados y de 2.62 para conejos livianos al comparar una dieta comercial contra dietas suplementadas con heno de plantas forrajeras tropicales.

Con respecto a estudios con otras especies, los resultados del presente trabajo concuerdan con lo obtenido por Cerrate et al., (2006) quienes no observaron diferencias significativas en la conversión alimenticia de pollos de engorde al utilizar dietas con 0, 5 y 10% de glicerina cruda durante la fase inicial del experimento (día 0 a 14); sin embargo en este trabajo el índice de conversión alimenticia fue significativamente mayor para el tratamiento con 10% de glicerina cruda al analizar los datos para todo el periodo experimental (día 0 a 42). En un segundo experimento, ellos tampoco obtuvieron diferencias significativas en la conversión alimenticia de pollos de engorde alimentados con dietas que contenían 0, 2.5 y 5% de glicerina cruda. Los resultados del presente experimento contrastan con lo obtenido por Kijora y Kupsch (1996), quienes obtuvieron valores de conversión alimenticia significativamente mayores en cerdos alimentados con 5 y 10% de glicerol durante el periodo de finalización.

**Tabla 5.** Efecto de la inclusión de glicerina al 0% (T1), 10% (T2) y 15% (T3) como porcentaje de la materia seca de la ración sobre la conversión alimenticia estimada (g alimento consumido estimado/g peso vivo ganado) de conejos Nueva Zelanda Blanco en crecimiento

TRATAMIENTOS	PERIODOS							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	3.39 <sup>a</sup>	5.08 <sup>a</sup>	3.77 <sup>a</sup>	6.60 <sup>a</sup>	4.51 <sup>a</sup>	5.43 <sup>a</sup>	5.56 <sup>a</sup>	7.81 <sup>a</sup>
T2	3.33 <sup>a</sup>	4.94 <sup>a</sup>	3.67 <sup>a</sup>	7.60 <sup>a</sup>	5.68 <sup>a</sup>	7.39 <sup>a</sup>	4.70 <sup>a</sup>	7.76 <sup>a</sup>
T3	3.47 <sup>a</sup>	4.29 <sup>a</sup>	4.06 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	7.61 <sup>a</sup>	6.57 <sup>a</sup>	5.15 <sup>a</sup>	6.67 <sup>a</sup>
SEM	0.10	0.08	0.08	0.52	0.37	0.54	0.59	0.54

\*Medias con diferente letra indican diferencias significativas (P<0.05). SEM: Standard Error of the Mean

### 3.5 Rendimiento en canal

Al igual que en la gran mayoría de las variables ya discutidas, a pesar de la diferencia numérica, no se observaron diferencias significativas (P > 0.05) por efecto de los tratamientos sobre el rendimiento en canal de los animales (Tabla 6), los promedios de rendimiento en canal fueron de 48.17, 47.62 y 46.59 % para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. En contraste con lo anterior, Retore et al., (2012) obtuvieron canales significativamente más livianas con la inclusión de 9 y 12% de glicerina cruda en la ración con respecto a un control negativo. En cuanto a estudios con otras especies, los presentes resultados difieren de lo obtenido por Kijora y Kupsch (1996), quienes observaron aumentos en el rendimiento en canal y en el porcentaje de carne magra de cerdos alimentados con 10% de glicerina cruda en la dieta, sin embargo la disminución porcentual de la grasa en la canal no produjo un menor contenido de grasa en la carne. Por otra parte Cerrate et al. (2006) obtuvieron mayores rendimientos de pechuga en pollos alimentados con dietas que contenían 2.5% o 5% de glicerina cruda. Lo cual sugiere que la glicerina puede mejorar la deposición de proteína. Por otra parte los valores de rendimiento en canal del presente estudio difieren numéricamente de los obtenidos por García (2006) quien obtuvo promedios entre 51,5 y 52.6% para conejos alimentados con una dieta comercial; y concuerdan por los obtenidos por Figueroa (2002) citado por García (2006).

**Tabla 6.** Efecto de la inclusión de glicerina al 0% (T1), 10% (T2) y 15% (T3) como porcentaje de la materia seca de la ración sobre el rendimiento en canal (%) de conejos Nueva Zelanda Blanco en fase de engorde

TRATAMIENTO	Promedio
T1	48.17 <sup>a</sup>
T2	47.62 <sup>a</sup>
T3	46.59 <sup>a</sup>
SEM	0.32

\*Medias con diferente letra indican diferencias significativas (P<0.05)

## 4. CONCLUSIONES

En el presente experimento la inclusión de glicerina a niveles de 10 y 15% en la dieta de conejos de engorde no afectó significativamente los parámetros de desempeño productivo como la ganancia de peso diario, la conversión alimenticia estimada y el rendimiento en canal de los animales. Estos resultados sugieren que la glicerina puede utilizarse como fuente de energía en dietas para conejos de engorde en etapa de crecimiento sin efectos adversos sobre su comportamiento productivo.

A pesar de no haber encontrado diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, la inclusión de un 10% de glicerina en la dieta presentó una tendencia positiva en las variables analizadas en comparación con la dieta que incluía un 15% de glicerina. La dieta control a su vez mostró los mejores resultados desde el punto de vista numérico. Lo anterior podría indicar que el nivel óptimo de inclusión de glicerina en dietas para conejos de engorde podría estar alrededor de un 10%.

Por otra parte, es importante resaltar que de acuerdo con los resultados del presente trabajo, los conejos pueden tolerar niveles de inclusión de glicerina equiparables a los que se han utilizado con buenos resultados en alimentación de cerdos (10%) y probablemente superiores a los tolerados por pollos de engorde (2.5 a 5%) con los cuales se han observado efectos adversos al incluir un 10% de glicerina en la ración.

Sería recomendable realizar más trabajos de investigación sobre el tema en alimentación de conejos midiendo parámetros de digestión,

fermentación cecal y uso de nutrientes por parte de los animales. Así mismo, sería conveniente medir los efectos de la inclusión de glicerina en la ración sobre las características de la canal y la calidad de la carne y estimar los valores reales de energía digestible y metabolizable de este ingrediente para conejos en estudios posteriores.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan un especial agradecimiento a la Doctora Marilce Castro Mojica, docente del área de nutrición animal del programa de Zootecnia de Uniagraria, por sus valiosos aportes al presente estudio.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brennan, M.F., G.F. Fitzpatrick, K.H. Cohen and F.D. Moore. (1975). Glycerol: Major contributor to the short-term protein sparing effect of fat emulsions in normal man. *Ann. Surg.*, 182: pp.386-394.
- Campbell, A.J. and F.W. Hill, (1962). The effects of protein source on the growth promoting action of soybean oil, and the effect of glycerine in a low fat diet. *Poult. Sci.*, 41: 881-882.
- Cerrate, S., F. Yan, Z. Wang, C. Coto, P. Sacakli, and P. W. Waldroup. (2006). Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. *Int. J. Poultry. Sci.* 5: pp.1001-1007
- Committee on Animal Nutrition, National Research Council. NRC. (1977). Nutrient Requirements of Rabbits, Second Revised Edition. En: <http://www.nap.edu/catalog/35.html> (Consultado marzo de 2008)
- Chan, P.H., E. Pollack and R.A. Fishman, (1981). Differential effects of hypertonic mannitol and glycerol on rat brain metabolism and amino acids. *Brain Res.*, 225: pp.143-153.
- DeFrain, J. M., A. R. Hippen, K. F. Kalscheur, and P. W. Jardon., (2004). Feeding glycerol to transition dairy cows: Effects on blood metabolites and lactation performance. *J. Dairy Sci.* 87:4195-4206
- Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia. (2013). Cifras informativas del sector biocombustibles, Biodiesel de Palma de Aceite. En: <http://www.fedebiocombustibles.com/files/Cifras%20Informativas%20del%20Sector%20Biocombustibles%20-%20BIODIESEL%2845%29.pdf> (consultado Mayo de 2013)
- García G, A. (2006). Evaluación de forrajes tropicales en dietas para conejos de engorde. Tesis de Maestría en Industria Pecuaria Universidad de Puerto Rico. En: <http://grad.uprm.edu/tesis/garciagomez.pdf> (Consultado abril de 2009)
- Iñigo, M., De Blas, J., Cachaldora, P., & García-Rebollar, P. (2011). Effect of starch substitution with crude glycerol on growing rabbit and lactating doe performance. *World Rabbit Science*, 19(2), 67-74. doi:10.4995/wrs.2011.819
- Kijora, C. (1996). Utilization of glycerol as byproduct of "bio-diesel" production in animal nutrition. *Landbauforschng volkenrode*, 169: pp.155-157

Kijora, C.H. Bergner, R.D. Kupsch and I. Hageman (1995). Glycerol as feed component in diets of fattening pigs. *Arch. An. Nutr.*, 47: pp.345 -360

Kijora, C., and S.-D. Kupsch. (2006). Evaluation of technical glycerols from "biodiesel" production as a feed component in fattening of pigs. *Lipid-Fett* 98:7:240-245.

Kuhn, M., (1996). Use of technical rapeseed-glycerol from "Bio-Diesel" production in the fattening of pigs. *Landbauforschung Volkenrode*, 169: pp.163-167.

Lessard, P., M.R. Lefrancois and J.F. Bernier, (1993). Dietary addition of cellular metabolic intermediates and carcass fat deposition in broilers. *Poult. Sci.*, 72: pp.535-545.

Lin, M.H., D.R. Romsos and G.A. Leveille, (1976). Effect of glycerol on enzyme activities and on fatty acid synthesis in the rat and chicken, *J. Nutr.*, 106: pp.1668-1677.

Montoya, D., (2009), La importancia de los subproductos agrícolas en la producción de los biocombustibles: Estudios de casos del IBUN, Instituto de biotecnología, Universidad Nacional de Colombia, Pág. 22 En: <http://www.homeopatia.org.co/old/Dra.%20Dolly%20Montoya.pdf> (Consultado Abril de 2010)

Narayan, K.A., J.J. McMullen, T. Wakefield and W.K. Calhoun, (1977). Influence of dietary glycerol on the serum lipoproteins of rats fed a fat-free diet. *J. Nutr.*, 107: pp.2153-5163.

Parsons, G. L., M. K. Shelor, and J. S. Drouillard. (2009). Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. *J. Anim. Sci.* 87:653-657

Retore, M., Scapinello, C., Murakami, A.E., Araujo, I.G., Bruna P.N., Felssner, K.D.S. Sato, J., & Oliveira Galuci A.F. (2012). Nutritional evaluation of vegetable and mixed crude glycerin in the diet of growing rabbits. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(2), 333-340. Retrieved May 16, 2013, from [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982012000200015&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982012000200015&lng=en&tlng=en). 10.1590/S1516-35982012000200015.

Riedesel, M.L., D.Y. Allen, G.T. Peake and K. Al-Qattan, (1987). Hyper-hydration with glycerol solutions. *J. Appl. Physiol.*, 51: pp.1594-1600.

SAS Institute, Inc. (1999). SAS/STAT user's guide. Versión Nueve., SAS Institute, Inc., Cary, NV38884 p.

Simon, A., (1996). Administration of glycerol to broilers in the drinking water. *Landbauforschung Volkenrode*, 169: pp.168-170.

Steele, R., B. Winkler and N. Altszuler, (1971). Inhibition by infusion glycerol of gluconeogenesis from other precursors. *Am. J. Physiol.*, 221: pp.883-888.

Young, J.W., E. Shrago and H.A. Lardy, (1964). Metabolic control of enzymes involved in lipogenesis and gluconeogenesis. *Biochem.*, 3: pp.1687-1692.