

# Características de la canal, rendimiento en cortes primarios y composición tisular de corderos Katahdin x Pelibuey alimentados con garbanzo de desecho

## Carcass characteristics, primal cut yields and tissue composition of Katahdin x Pelibuey lambs fed cull-chickpeas

Francisco Gerardo Ríos Rincón<sup>a,d</sup>, Hugo Bernal Barragán<sup>b,d</sup>, María Andrea Cerrillo Soto<sup>c,d</sup>, Alfredo Estrada Angulo<sup>a,d</sup>, Arturo Saúl Juárez Reyes<sup>c,d</sup>, Jesús Francisco Obregón<sup>a,d</sup>, Jesús José Portillo Loera<sup>a,d</sup>

### RESUMEN

Para determinar el efecto de la inclusión de 0, 15, 30, 45 ó 60 % de garbanzo de desecho (GD) en las características de la canal, rendimiento en cortes primarios y composición tisular, se utilizaron 40 canales de corderos Katahdin x Pelibuey. Se registraron las características de la canal y los cortes primarios se diseccionaron en tejido magro (TM), adiposo (TA) y óseo (TO). La inclusión de GD no modificó ( $P>0.05$ ) la respuesta productiva ni las características de la canal, mientras que la grasa pélvico-renal incrementó en los tratamientos con 45 y 60 % ( $P<0.01$ ). No se observó efecto de los tratamientos ( $P>0.05$ ) en el rendimiento de cuello, hombro, brazuelo, pecho y lomo, a diferencia del costillar y la falda, donde éste fue inferior ( $P<0.05$ ) en los corderos que recibieron GD. En respuesta a la inclusión de GD, aumentó ( $P<0.05$ ) el TA de pierna (9.9 vs 13.1 %), pecho (16.1 vs 26.0 %), brazuelo (13.2 vs 18.2 %) y falda (43.6 vs 51.2 %); y disminuyó ( $P<0.02$ ) el TM en pecho (66.8 vs 57.7 %) y falda (56.4 vs 48.8 %). El TM total disminuyó (62.6 vs 58.0 %;  $P<0.04$ ); y el TA total incrementó con la inclusión de GD (17.1 vs 21.5 %;  $P<0.02$ ). La relación músculo/grasa se modificó ( $P<0.02$ ) por la inclusión de GD (3.7 vs 2.8). Se concluye que la inclusión de más de 45 % de garbanzo de desecho en la dieta reduce la proporción de tejido magro e incrementa el adiposo en las canales de corderos Katahdin x Pelibuey en finalización intensiva.

**PALABRAS CLAVE:** Garbanzo, Ovinos de pelo, Tejidos corporales, Finalización intensiva.

### ABSTRACT

To determinate carcass characteristics, yield of primal cuts and tissue composition 40 Katahdin x Pelibuey male carcasses, from feedlot were used. They received during 84 d 0, 15, 30, 45, or 60 % of cull-chickpeas (CCH) in complete diets. The left half of carcass was used for carcass evaluation and dissection in lean (LT), adipose (FT) and bone (BT) tissue. The carcass halves were then split according to commercial standards. Inclusion of CCH did not modified ( $P>0.05$ ) productive response and carcass characteristics; kidney-pelvic fat linear increased ( $P<0.01$ ) according CCH level (2.7 vs 3.9 %). Yield of neck, shoulder, foreshank, breast and loin were similar ( $P>0.05$ ) among treatments. However, yield of rack and flank was lower ( $P<0.05$ ) in lambs that received CCH. In the leg, was observed a linear trend ( $P<0.09$ ) to decreased its yield in response of high levels of CCH. Inclusion of CCH increased ( $P<0.05$ ) FT in leg (9.9 vs 13.0 %), breast (16.1 vs 26.0 %), foreshank (13.2 vs 18.2 %), and flank (43.6 vs 51.2 %); and decreased ( $P<0.02$ ) LT in breast (66.8 vs 57.7 %), and flank (56.4 vs 48.8 %). Total LT decreased (62.6 vs 58.0 %,  $P<0.04$ ) due to inclusion of CCH; on the contrary total FT increased ( $P<0.02$ ), due to the incorporation of CCH in the complete diets (17.1 vs 21.5 %). The muscle/fat ratio was modified ( $P<0.02$ ) due to inclusion of CCH (3.7 vs 2.8). It is concluded that inclusion of more than 45 % of cull-chickpeas in the completed diets reduces the proportion of lean tissue to fat in Katahdin x Pelibuey lambs carcass in the feedlot.

**KEY WORDS:** Chickpeas, Hair sheep, Tissue composition, Intensive feeding.

Recibido el 10 de enero de 2011. Aceptado el 14 de junio de 2011.

<sup>a</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Sinaloa. Blvd. San Ángel s/n, Fracc. San Benito 80236, Culiacán, Sinaloa México. Tel: +52 (667) 718-1650. alfred@uas.uasnet.mx. Correspondencia al cuarto autor.

<sup>b</sup> Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Campus Ciencias Agropecuarias.

<sup>c</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango.

<sup>d</sup> Red Internacional en Nutrición y Alimentación de Rumiantes.

## INTRODUCCIÓN

Por su composición química, el grano de garbanzo y el que ha sido descartado para consumo humano (de desecho) se pueden considerar como fuente proteínica para utilizarse en la alimentación de rumiantes<sup>(1)</sup>. Con la inclusión de 23 % de garbanzo a dietas para bovinos al inicio de la engorda, se observó que su palatabilidad y patrones de fermentación ruminal lo hacen apto como suplemento proteínico en dietas de iniciación para bovinos de engorda<sup>(2)</sup>.

Estudios previos en corderos de pelo<sup>(3,4)</sup>, donde se incluyó garbanzo de desecho en las dietas, no mostraron cambios en la respuesta productiva, ni en las características de la canal, pero en dichos estudios no se evaluó el rendimiento en cortes primarios ni la composición tisular de las canales. El peso y rendimiento de los cortes primarios, se asocia con el peso al sacrificio y el sistema de alimentación<sup>(5)</sup> y la proporción de tejidos corporales, particularmente el adiposo, tienden a incrementarse de acuerdo con el grado de madurez de los corderos<sup>(6)</sup>. El porcentaje que corresponde a estos tejidos puede variar entre canales de cordero de peso similar, debido a la influencia de factores de tipo racial, sistema de producción y tipo de alimentación; por ello, se busca que las canales tengan elevada cantidad de carne, mínima cantidad de hueso y un nivel óptimo de grasa, para evitar la deshidratación de la carne, y que se favorezca la calidad del producto final<sup>(7)</sup>. La proporción de tejidos muscular, adiposo y óseo, influye en las características cualitativas y cuantitativas de la canal, por lo que es de interés conocer el efecto de sistemas de alimentación o de la inclusión de ingredientes en las dietas de los animales<sup>(8)</sup>.

Informes recientes establecen que la población ovina en México es de 7.76 millones de cabezas, que producen un estimado de 54,830 t<sup>(9)</sup>, en tanto que el consumo nacional aparente de carne ovina incrementó de 47,098.9 t en 1990 a 85,965.2 t en 2005<sup>(10)</sup>, de las cuales, entre 40 y 60 % son importadas, por lo que es sustancial explorar alternativas de alimentación de ovinos que permitan

## INTRODUCTION

By its chemical composition, the chickpea grain and the one discarded for human consumption (cull) can be considered as source of protein for feeding ruminants<sup>(1)</sup>. With the inclusion of 23 % of chickpea in diets for cattle at the beginning of the fattening period, it was observed that its palatability and rumen fermentation patterns make it suitable as a protein supplement<sup>(2)</sup>.

Previous work in hair lambs<sup>(3,4)</sup>, which included cull-chickpeas (CCH) in the diets, showed no change in the yield, or carcass characteristics, but these studies did not evaluate performance in primal cuts and tissue composition. The weight and yield of primal cuts, is associated with slaughter weight and feeding system<sup>(5)</sup> and the proportion of body tissues, particularly adipose, tend to increase according to the degree of maturity of the lambs<sup>(6)</sup>. The percentage corresponding to these tissues can vary from lamb carcasses of similar weight, due to breed, production system and feed supply, hence, it is intended that the carcasses may have high quantity of muscle, minimal amount of bone and an optimum level of fat, to prevent dehydration of the meat, and to improve the quality of the final product<sup>(7)</sup>. The proportion of muscle tissue, fat and bone, influences the quality and quantity of the carcass, so it is interesting to know the effect of feeding systems or the inclusion of some ingredients in the diets<sup>(8)</sup>.

Recent reports state that the sheep population in Mexico is 7.76 million head, producing an estimated of 54,830 t<sup>(9)</sup>, while apparent domestic consumption of lamb meat increased from 47,098 t in 1990 to 85,965 t in 2005<sup>(10)</sup>, of which between 40 and 60 % are imported, so it is very important to explore feeding alternatives that would increase production. From 2007 to 2009, in the global context Mexico produced 389.000 t of chickpeas, leading in Latin America and only fell short of India, Turkey, Pakistan and Australia<sup>(11)</sup>. Although chickpea is mainly produced for human consumption, the alternative use of grain that does not meet the characteristics for that purpose must be contemplated. It is reported that 10 % of chickpea

incrementar la producción nacional. De 2007 a 2009, México produjo 389,000 t de garbanzo, con lo que consiguió el primer lugar en América Latina y sólo quedó por debajo de India, Turquía, Pakistán y Australia en el contexto mundial<sup>(11)</sup>. Aunque el garbanzo producido es principalmente para consumo humano, se debe contemplar la utilización alternativa del grano que no reúna las características para ese fin; en este sentido, se afirma que el 10 % del garbanzo producido no cumple con las especificaciones de calidad para su comercialización en los mercados nacional e internacional<sup>(12)</sup>. Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue conocer el efecto de la inclusión de diferentes niveles de garbanzo de desecho en dietas integrales y su efecto en las características de canal, rendimiento en cortes primarios y en la composición tisular de la canal de corderos Katahdin x Pelibuey en finalización intensiva.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Cuarenta corderos (F<sub>1</sub> del cruzamiento de machos Katahdin x hembras Pelibuey; 140 días de edad; PV 36.04 ± 0.53 kg), se seleccionaron de un lote para finalización intensiva de 1,000 animales (mismo empadre, misma edad, mismo tipo racial) en una Unidad de Producción Pecuaria localizada en Culiacán, Sinaloa. Los corderos seleccionados fueron trasladados a la Unidad Experimental para Ovinos de la FMVZ-Universidad Autónoma de Sinaloa, 24°46'13" N; 107°21'14" O; 38 msnm; clima BS<sub>1</sub> (h') w(w)(e), en donde se pesaron al inicio de la prueba; luego se formaron cuatro bloques con base en el peso corporal inicial y se asignaron en corraletas experimentales de 6 m<sup>2</sup>. De acuerdo con un diseño en bloques completos al azar, cada bloque estuvo compuesto de cinco grupos de dos animales; los grupos fueron alimentados durante 84 días en corrales de finalización intensiva, con una proporción de 0, 15, 30, 45 ó 60 % de garbanzo de desecho (GD) en dietas integrales (Cuadro 1). Se registró el consumo de alimento y se determinaron la ganancia de peso y la conversión alimenticia.

produced does not meet quality specifications in national and international markets<sup>(12)</sup>. Based on the foregoing, the objective of this study was to determine the effect of including different levels of CCH and their effect on the carcass characteristics, yield of primal cuts and tissue composition of Katahdin x Pelibuey lambs in feedlot conditions.

## MATERIALS AND METHODS

Forty lambs (F<sub>1</sub> cross Katahdin male x female domestic sheep, 140 d of age, 36.04 ± 0.53 kg live weight), were selected from 1,000 animals in intensive feedlot (same breeding season, same age, same breed) at a livestock unit production located at Culiacan, Sinaloa, Mexico. Selected lambs were transferred to the Experimental Sheep Unit, Autonomous University of Sinaloa, 24° 46' 13" N; 107° 21' 14" W, 38 m asl; climate BS<sub>1</sub> (h ' ) w (w) (e). They were weighed at the beginning of the test then four blocks were formed based on the initial weight and assigned to a 6 m<sup>2</sup> experimental pens according to a complete randomized block design; each block was composed of five groups of two animals; the groups were fed for 84 d in intensive feedlot pens, with a ratio of 0, 15, 30, 45 or 60 % CCH in integral rations (Table 1). Feed intake, weight gain and feed efficiency were recorded.

At the end of the feeding trial, lambs were dieted for 16 h before slaughter and weighted. After the killing process, hot carcass weight and estimated empty body weight were measured (slaughter weight minus gastrointestinal contents, which was calculated by measuring the full TGI minus TGI empty) and commercial yield carcass (hot carcass weight between the final live weight x 100). The carcasses were stored at 4 °C for 24 h to record the cold carcass weight and calculate the biological performance of the carcass (cold carcass weight between the empty body weights x 100). In the cold carcass the *Longissimus dorsi* muscle area, the thickness of back fat, abdominal wall thickness and percentage kidney and pelvic fat were measured; in addition, the conformation was

Al finalizar la prueba de alimentación, los 40 corderos se dietaron durante 16 h antes del sacrificio y se pesaron. Después del proceso de matanza se registró el peso de la canal caliente y se calculó el peso del cuerpo vacío (peso vivo al sacrificio menos el contenido gastrointestinal; el cual fue calculado midiendo el TGI lleno menos el TGI vacío), así como el rendimiento comercial de la canal (peso de la canal caliente entre el peso vivo final x 100). Las canales se conservaron a 4 °C durante 24 h, para registrar el peso de la canal fría y calcular el rendimiento biológico de la canal (peso de la canal fría entre peso del cuerpo vacío x 100). En la canal fría se midió el área del músculo *Longissimus dorsi*, el espesor de la grasa dorsal, espesor de la pared abdominal y el porcentaje de grasa renal y pélvica; además, se determinó la conformación recurriendo a las medidas morfológicas de: longitud total, anchura de la canal, longitud y circunferencia de la

determinada using morphological measures: overall length, carcass width, length and leg circumference<sup>(13,14)</sup>. With this information compactness index of the carcass (CIC) was calculated as the cold carcass weight divided by the carcass length. The compactness index of the leg (CIL) was also calculated as the ratio of its width and length.

Each carcass was split into two half-carcasses, leaving the left half available for obtaining primal cuts: rack, breast, shoulder, and foreshank were obtained from the foresaddle, and the loins, flank and leg from the hindsaddle, based in the IMPS guideline<sup>(15)</sup> approved by USDA for fresh lamb. The weight of each slice was multiplied by two (considering the symmetry of the carcass) and their percentage in relation to cold carcass weight was calculated. Each cut was dissected into muscle, fat and bone, and the tissue weight was used to

Cuadro 1. Composición de las dietas utilizadas en el experimento, expresada en base seca

Table 1. Chemical composition of diets used in the experiment, expressed in dry matter

Ingredients (%)	Cull chickpeas levels (%)				
	0	15	30	45	60
Sudan hay	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Corn	67.6	58.1	48.5	35.7	20.7
Soybean meal	13.1	7.6	2.2	0.0	0.0
Cull-chickpeas	0.0	15.0	30.0	45.0	60.0
Lard pork	0.0	0.0	0.3	0.5	0.8
Molasses	6.0	6.0	5.7	5.5	5.2
Sodium bicarbonate	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Mineral mixture <sup>a</sup>	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
Nutrient composition <sup>b</sup>					
ME, Mcal/kg MS	3.05	3.06	3.09	3.13	3.13
CP, %	15.80	15.42	15.08	16.03	17.88
MP, %	12.16	12.00	11.79	12.39	12.29
Ca, %	0.52	0.52	0.51	0.52	0.54
P, %	0.38	0.37	0.36	0.36	0.37
Ton cost, \$	4,355	4,122	3,931	3,745	3,616

<sup>a</sup> Agromix sheep: CP 60%, phosphorus 2.2 %, magnesium 1.0 %, potassium 0.7 %, lasolacid sodic 1500 ppm, Vit. A 225000.

<sup>b</sup> CP calculated according to NRC, 2001; except Cull chickpeas, with a value of 21.7%; ED= 3.35 Mcal /kg MS (2.82 Mcal de ME)<sup>(20)</sup>. ME and MP calculated according to Small Ruminant Nutrition System (SRNS)<sup>(19)</sup>.

pierna<sup>(13,14)</sup>. Con esta información se calculó el índice de compacidad de la canal (ICC) como el peso de la canal fría dividido entre la longitud de la canal. También, se calculó el índice de compacidad de la pierna (ICP), como el cociente entre su anchura y longitud. Cada canal, se dividió en dos medias canales, dejando la mitad izquierda disponible para la obtención de los cortes primarios; del cuarto anterior se obtuvieron: costillar, pecho, hombro, brazuelo, y del cuarto posterior: lomo, falda y pierna, con base al lineamiento de IMPS<sup>(15)</sup> aprobado por USDA para carne fresca de cordero. El peso de cada corte se multiplicó por dos (considerando la simetría de la canal) y se calculó su porcentaje con relación al peso de la canal fría. Cada corte se diseccionó en tejidos magro, adiposo y óseo, y el peso de los tejidos se utilizó para calcular su porcentaje con relación al peso total del corte.

A las variables del comportamiento productivo, se les aplicó análisis de varianza para un diseño de medidas repetidas en el tiempo<sup>(16)</sup> y a los valores de las características de la canal se les aplicó análisis de varianza para un diseño en bloques completos al azar, donde cada canal fue considerada como una observación y el peso al sacrificio se incluyó como covariable<sup>(17)</sup>. Las medias se ajustaron por efecto de la covariable y se compararon utilizando la prueba de Tukey-Kramer<sup>(18)</sup>. Además, se probó el contraste del nivel 0 contra los niveles de garbanzo de desecho (15, 30, 45 y 60 %), así como la tendencia en la respuesta mediante polinomios ortogonales, se fijó un nivel de alfa menor o igual a 0.05 para aceptar diferencias entre tratamientos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Comportamiento productivo*

La energía metabolizable (EM) y la proteína metabolizable (PM) de las raciones experimentales se calcularon de acuerdo al SRNS (Small Ruminant Nutrition System), considerando las fracciones solubles, insolubles e indigestibles de los carbohidratos y de las proteínas de los ingredientes<sup>(19)</sup> que fueron empleados en las dietas utilizadas en el experimento,

calculate their percentage in the total weight of the cut.

Analysis of variance was applied for productive performance variables, with a repeated measures in time design<sup>(16)</sup> and the values of the carcass characteristics were analyzed by variance with a randomized complete block design, where each carcass was considered as an observation and the slaughter weight was included as a covariate<sup>(17)</sup>. Means were adjusted for the covariate effect and compared using the Tukey-Kramer test<sup>(18)</sup>. In addition, the contrast level 0 *versus* 15, 30, 45 and 60 % CCH levels was tested, and the response trend using orthogonal polynomials, with an alpha level of less than or equal to 0.05 to accept differences among treatments.

## RESULTS AND DISCUSSION

### *Productive performance*

Metabolizable energy (ME) and metabolizable protein (MP) of the diets were calculated according to SRNS (Small Ruminant Nutrition System), considering the soluble, insoluble and indigestible fractions from the carbohydrates and proteins of the ingredients<sup>(19)</sup> described in Table 1. According to the SRNS lambs with a weight range of 40 to 50 kg and average daily gain of 250 g, have a MP requirement of 108 to 113 g/d<sup>(20)</sup>. As the average weight of lambs in this study was 44 kg, the MP content of the diets used was 11.79 to 12.39 % higher than the requirement<sup>(19)</sup>; in this way, the average feed intake varied between 118 g MP/d (diet with 0 % CCH) and 145 g MP/d (diet with 45 % of CCH) (Table 2). The other three diets had an average feed intake of 132 to 134 g MP/d, that is 17 to 19 % higher than the requirement (113 g MP/d) reported by NRC<sup>(20)</sup>. Protein levels required for finishing sheep have been previously described and estimated values were close to 15 %<sup>(21)</sup>. However, feeding lambs in feedlots with high levels of protein and energy, the productivity and feed intake improves, as it stimulates the synthesis of microbial protein, rumen fermentation and improves energy use<sup>(22)</sup>.

descritas en el Cuadro 1. De acuerdo con el SRNS los corderos con una escala de peso de 40 a 50 kg y con ganancia promedio de peso de 250 g/día, tienen un requerimiento de PM de 108 a 113 g/día<sup>(20)</sup>. Como el peso promedio de los corderos en el presente trabajo fue de 44 kg, el contenido de PM de las dietas utilizadas fue de 11.79 a 12.39 % mayor al requerimiento<sup>(19)</sup>; de esta forma, el consumo promedio varió entre 118 g PM/día (dieta con 0 % de GD) y 145 g PM/día (dieta con 45 % de GD) (Cuadro 2). Las otras tres dietas tuvieron un consumo promedio de 132 a 134 g PM/día que es 17 a 19 % mayor al requerimiento superior (113 g PM/día) referido por NRC<sup>(20)</sup>. Los niveles de proteína requeridos para ovinos en finalización han sido descritos previamente y estimados en valores muy cercanos al 15 %<sup>(21)</sup>. Sin embargo, al alimentar corderos en corral de engorda con altos niveles de proteína y energía, se beneficia la respuesta productiva y el consumo de alimento, ya que estimula la síntesis de proteína microbiana, la fermentación ruminal y mejora la utilización de la energía<sup>(22)</sup>. Cuando se utilizan granos de desecho

When using CCH, it is important to consider the cost of the diets, taking into account the price of ingredients and its inclusion level. Considering feed intake for each treatment feed costs were obtained (Table 2). The income was calculated considering a lamb price of up to \$ 24.00/kg; with these values the difference between income and feed cost was calculated as an indicator of economic benefit. Thus, under the conditions of the present study, the inclusion of 30 % CCH to the diet of finishing sheep between 35 and 54 kg, result in an economic benefit equivalent to 3.2 times that obtained with the control diet. In contrast, in diets with 45 and 60 % CCH inclusion, the economic benefit was equivalent to 2.4 times vs the control diet. Therefore, CCH is an economically attractive ingredient to improve the economy of intensive production systems of sheep meat.

In this work the inclusion of CCH in the diet did not change ( $P>0.08$ ) the growth of Katahdin x Pelibuey sheep in intensive feedlot, without differences in daily gain among periods (Table 3);

Cuadro 2. Comportamiento productivo de ovinos Katahdin x Pelibuey en finalización intensiva alimentados con garbanzo de desecho

Table 2. Productive performance of Katahdin x Pelibuey sheep fed cull chickpeas in intensive feedlot

	Cull chickpeas levels (%)					SEM	P
	0	15	30	45	60		
Initial weight, kg	36.18	35.95	36.03	36.23	35.84	0.53	0.47
Final weight, kg	50.80	50.84	54.06	53.14	51.64	0.73	0.60
ADG, kg/d	0.170	0.180	0.210	0.200	0.190	0.01	0.87
Feed intake, kg/d	0.972	1.096	1.123	1.166	1.086	0.03	0.09
Feed conversion	5.72	6.09	5.35	5.83	5.72	0.24	0.47
Diet price, \$/kg	3.90	3.70	3.48	3.36	3.28		
Feeding cost, \$	318.43	340.36	328.56	328.70	299.40		
Income,\$	350.88	357.36	432.72	405.84	379.20		
Income-costs, \$	32.45	17.00	104.16	77.14	79.80		
Average intake							
ME, Mcal/d*	2.96	3.37	3.47	3.66	3.41		
MP, g/d*	118	132	132	145	134		

SEM= standard error of the mean. ADG= average daily gain.

\* According to Small Ruminant Nutrition System (SRNS)<sup>(19)</sup>.

en la alimentación animal, es importante considerar el costo de las dietas experimentales, teniendo en cuenta el precio de los ingredientes y su nivel de inclusión en la dieta. Al tomar en cuenta el consumo de alimento correspondiente a cada tratamiento, se obtuvieron los costos de alimentación (Cuadro 2). El ingreso económico se calculó considerando un precio del cordero en pie de \$ 24.00/kg; con estos valores se calculó la diferencia entre el ingreso y el costo de alimentación, como un indicador de beneficio económico. Así, bajo las condiciones en las que se llevó a cabo el presente trabajo, se observó que la inclusión de 30 % de GD a la dieta de ovinos en finalización entre los 35 y 54 kg de peso, resulta en un beneficio económico equivalente a 3.2 veces el obtenido con la dieta testigo. En cambio, en las dietas con 45 y 60 % de inclusión de GD, el beneficio económico fue equivalente a 2.4 veces el obtenido con la dieta testigo (Cuadro 2). Por lo anterior, se deduce que el GD es un ingrediente económicamente atractivo para mejorar la economía de los sistemas de producción intensiva de carne ovina.

En el presente trabajo la inclusión de GD en la dieta no modificó ( $P>0.08$ ) la respuesta productiva de los ovinos Katahdin x Pelibuey en finalización intensiva. No se observaron diferencias en la ganancia diaria de peso entre periodos (Cuadro 3); pero las variables de consumo de alimento y conversión alimenticia fueron distintas entre periodos de alimentación de 28 días. Esto se debe a que el animal aumenta la cantidad de alimento consumido con respecto a su peso vivo a través del tiempo, y por lo tanto, esta modificación del consumo impacta en la conversión alimenticia.

*Mediciones postmortem*

Los corderos se sacrificaron con un peso vivo promedio de 50 kg, en atención a las exigencias del mercado de carne ovina, que demanda canales mejor conformadas y mayores volúmenes de producto. El nivel de inclusión de garbanzo de desecho no modificó los valores de rendimiento de la canal, biológico y comercial (Cuadro 4). En un estudio previo, con la inclusión de 0, 12.5 y 25 %

Cuadro 3. Valores de probabilidad para el comportamiento productivo de ovinos Katahdin x Pelibuey en finalización intensiva alimentados con garbanzo de desecho

Table 3. Probability values for productive performance of Katahdin x Pelibuey sheep fed cull chickpeas in intensive feedlot

Variable	Efects, P		
	Treatment	Period	Treatment*Period
Weaning weight	0.87	0.19	0.57
Feed intake	0.09	< 0.01	0.68
Feed conversion	0.47	< 0.01	0.15

but the variables of feed intake and feed efficiency were different among the 28 d feeding periods, because the animal increases the amount of feed consumed with respect to their body weight over time, and therefore, this change in intake impacts the feed efficiency.

*Postmortem measurements*

The lambs were slaughtered with an average live weight of 50 kg, in response to market mutton needs, which requires better shaped carcass and

Cuadro 4. Rendimientos de la canal de corderos Katahdin X Pelibuey en finalización intensiva alimentados con garbanzo de desecho

Table 4. Yield carcass of Katahdin x Pelibuey sheep fed cull chickpeas in intensive feedlot

Variable	Cull chickpeas levels (%)					SEM
	0	15	30	45	60	
SW, kg	49.32	49.79	51.80	50.65	50.06	0.69
HCW, kg	29.26	28.63	29.07	28.81	29.53	0.39
CCW, kg	28.62	28.42	28.70	28.58	29.04	0.39
EBW, kg	47.30	47.72	47.17	47.19	47.76	0.61
BCY, %	61.96	59.97	61.70	61.10	61.82	0.36
CCY, %	58.30	57.00	57.89	57.36	58.69	0.42

SEM= standard error of the mean.

SW= slaughter weight; HCW= hot carcass weight; CCW= cold carcass weight; EBW= empty body weight; BCY= biological carcass yield; CCY= commercial carcass yield.

de garbanzo, no se registraron diferencias en el peso vivo, peso de canal y rendimiento en canal de corderos con peso inicial de 16 kg, alimentados durante 12 semanas con un concentrado que reemplazaba harina de soya<sup>(23)</sup>. En el presente estudio, las características de la canal, área del ojo de la costilla, espesor de la grasa dorsal, espesor de la pared abdominal, grasa omental, índice de compactidad de la pierna e índice de compactidad de la canal (Cuadro 5), no variaron debido al nivel de inclusión de GD en la dieta. Sin embargo, el nivel de grasa pélvico-renal se incrementó en los tratamientos 45 y 60 % ( $P<0.01$ ) de inclusión de GD en la dieta. El análisis mediante contrastes, indicó que los tratamientos 15 y 30 % mantienen el depósito de grasa cavitaria en la canal igual que el nivel 0 %, en tanto que los tratamientos 45 y 60 %, favorecen el depósito de ese tipo de grasa. La diferencia en la cantidad de energía entre las dietas (0.28 Mcal en ED, 0.08 Mcal en EM y 0.06 de ENg, más las diferencias en el consumo de proteína, puede ser la causa del incremento de grasa cavitaria, al favorecer la síntesis de tejido adiposo en lugar de fijarse como tejido magro<sup>(21)</sup>; lo anterior, se evidencia al no presentarse modificaciones en el área del ojo de la costilla ni los índices de compactidad en respuesta a los distintos niveles de GD en la dieta; a esto se suma el alto nivel de

larger product volumes. The CCH level did not change the carcass yield, biological and commercial trade (Table 4). In a previous study, with the inclusion of 0, 12.5 and 25 % chickpeas, there were no differences in live weight, carcass weight and dressing percentage of lambs with initial weight of 16 kg, fed for 12 wk with a concentrated that replaced soybean meal<sup>(23)</sup>. In the present study, carcass characteristics, rib eye area, back fat thickness, thickness of the abdominal wall, omental fat, compactness index of the leg and compactness index of the carcass (Table 5), did not vary due to the level of CCH in the diet. However, the level of pelvic-renal fat was increased in 45 and 60 % treatments ( $P<0.01$ ).

The analysis by contrast, indicated that 15 and 30 % CCH treatments maintained fat deposits in the carcass cavity at the 0 % level, while 45 and 60 % treatments, favored the deposition of this type of fat. The difference in the amount of energy between diets (0.28 Mcal in DE, 0.08 Mcal in ME and 0.06 NEg, plus the differences in protein intake may be the cause of increased cavitary fat, favoring the synthesis of fat rather than muscle<sup>(21)</sup>, this is evidenced by not finding changes in the rib eye area or compactness rates in response to different levels of CCH in the diet; besides, the high energy

Cuadro 5. Características de canal de corderos Katahdin X Pelibuey en finalización intensiva alimentados con garbanzo de desecho

Table 5. Carcass characteristics of Katahdin x Pelibuey sheep fed cull chickpeas in intensive feedlot

Variable	Cull chickpeas levels (%)					SEM
	0	15	30	45	60	
REA, cm <sup>2</sup>	15.72	15.80	16.59	15.96	15.17	0.36
DTF, mm	2.79	3.70	2.94	2.69	2.87	0.19
AWT, mm	14.61	15.52	14.40	14.61	14.31	0.25
RPF, %	2.70 <sup>a</sup>	2.78 <sup>a</sup>	2.58 <sup>a</sup>	3.13 <sup>b</sup>	3.89 <sup>b</sup>	0.16
OF, %	5.05	6.32	5.09	6.46	6.48	0.31
CIL	1.18	1.17	1.10	1.14	1.11	0.01
CIC	0.43	0.44	0.43	0.42	0.43	0.01

SEM= standard error of the mean.

REA: rib eye area; DTF: dorsal thickness fat; AWT: abdominal wall thickness; RPF: renal and pelvic fat; OF: omental fat; CIL: compactness index of the leg; CIC: compactness index of the carcass.



energía en las dietas experimentales (promedio 3.09 Mcal de EM/kg de MS), que pueden promover el incremento de la grasa renal y pélvica (2.68 vs 3.51 %); además, el nivel energético (2.82 Mcal de EM/kg de MS) del garbanzo de desecho<sup>(24)</sup> y su alto contenido de lípidos entre 4.5 y 10 %, que es mayor que el de otros granos<sup>(25,26)</sup>, pudieron afectar la respuesta de esa variable.

El rendimiento de los cortes primarios de la canal se muestra en el Cuadro 6. Los rendimientos de cuello, hombro, pecho, brazo y lomo, fueron similares ( $P>0.06$ ) entre tratamientos con promedios respectivos de (9.2; 18.5; 7.2; 10.9 y 8.1 %). En el costillar, se observó que con la inclusión de 15 y 30 % de GD en la dieta, los rendimientos fueron similares entre sí, pero inferiores al promedio del rendimiento observado con la inclusión de 45 y 60 % de GD. Se observó tendencia en el rendimiento de la falda ( $P<0.06$ ) cuando no se incluyó garbanzo de desecho. Al respecto, se afirma que el rendimiento de la pierna en corderos de grupos raciales europeos de buena conformación, varía de 32 a 36 %<sup>(27)</sup>; sin embargo, otros autores<sup>(28,29)</sup>

level in the experimental diets (mean 3.9 Mcal of ME/kg DM), which can promote increased kidney and pelvic fat (2.68 vs 3.51 %), also the energy level (2.82 Mcal of ME/kg DM) of CCH<sup>(24)</sup> and high lipid content between 4.5 and 10 %, which is higher than that of other grains<sup>(25,26)</sup>, could affect the response of that variable.

The primal cuts are shown in Table 6. The yields of neck, rack, breast, shoulder, and foreshank were similar ( $P>0.06$ ) among treatments (9.2, 18.5, 7.2, 10.9 and 8.1 % respectively). Rack yields were similar with the inclusion of 15 and 30 % of CCH in the diet, but below average performance with the addition of 45 and 60 %. A trend in the shank yield ( $P<0.06$ ) was observed when CCH was not included. It is stated that the leg yield in European breed lambs with good conformation, varies from 32 to 36 %<sup>(27)</sup>, but other authors<sup>(28,29)</sup> mention that the yield of this piece varies from 31.1 to 32.6 % in Pelibuey lambs. It has also been shown that the weight and the yield of primary cuts are associated with the slaughter weight and feeding system<sup>(4)</sup>. In Pelibuey X Katahdin lambs in intensive system, the

Cuadro 6. Rendimiento de cortes primarios de la canal de corderos Katahdin x Pelibuey en finalización intensiva alimentados con garbanzo de desecho (%)

Table 6. Yield primal cuts carcass of Katahdin x Pelibuey sheep fed cull chickpeas in intensive feedlot (%)

	Cull chickpeas levels (%)					SEM
	0	15	30	45	60	
n,	8	8	8	8	8	
Foresaddle						
Neck	9.56	9.36	8.97	9.36	8.78	0.15
Rack	10.40	10.77	10.66	11.17	11.40	0.14
Shoulder	18.57	17.76	19.23	18.05	18.91	0.31
Breast	7.12	7.53	6.67	7.50	7.33	0.09
Foreshank	11.12	10.84	11.03	10.86	10.78	0.20
Hindsaddle						
Leg	28.46	27.87	27.96	27.43	27.32	0.21
Loin	7.90	8.29	8.53	7.87	8.11	0.13
Flank	6.89	7.60	6.93	7.79	7.36	0.14

SEM= standard error of the mean.

refieren que el rendimiento de esta pieza varía de 31.1 a 32.6 %, en corderos de la raza Pelibuey; además, se ha demostrado que el peso y el rendimiento de los cortes primarios se asocian con el peso al sacrificio y el sistema de alimentación<sup>(4)</sup>. En corderos Katahdin x Pelibuey en finalización intensiva, se observó que el promedio del rendimiento de la pierna fue de 27.6 %<sup>(30)</sup>. En el presente trabajo, el rendimiento de la pierna fue superior a los promedios obtenidos en el cruzamiento de razas Blackbelly (BB) con Pelibuey (PB) donde la proporción de la pierna osciló en el rango de 25.8 a 26.5 % en BB y BBxPB, pero se muestran inferiores en comparación con PB (31.2 a 31.6 %)<sup>(31)</sup>. En este sentido, la variación observada en las proporciones de los cortes

average leg yield was 27.6 %<sup>(30)</sup>. In our results, the yield leg was higher than the averages obtained in crossbreeding Blackbelly (BB) x Pelibuey (PB), where the proportion of the leg varied from 25.8 to 26.5 % in BB and BB x PB, but were lower compared to PB (31.2 to 31.6 %)<sup>(31)</sup>. The observed variation in the proportions of primal cuts in the carcass sheep may be due to differences and determinations procedures on the cut lines of the primary parts<sup>(32)</sup>, making it difficult to compare the values with those obtained in other countries, which follow different procedures to obtain the primal cuts, even changing its denomination.

The results of the tissue composition of each primary cutting are shown in Table 7. The inclusion

Cuadro 7. Composición tisular de cortes primarios de la canal de corderos Katahdin x Pelibuey en finalización intensiva alimentados con garbanzo de desecho (%)

Table 7. Tissue composition of yield primal cuts carcass of Katahdin x Pelibuey sheep fed cull chickpeas in intensive feedlot (%)

Cut	Tissue	Cull chickpeas levels (%)					SEM
		0	15	30	45	60	
Rack	Muscle	54.46	51.78	52.40	48.44	53.41	0.86
	Fat	21.44 <sup>a</sup>	25.29 <sup>ab</sup>	24.91 <sup>ab</sup>	30.50 <sup>b</sup>	26.29 <sup>ab</sup>	1.11
	Bone	24.10	22.94	22.68	21.06	20.30	0.52
Shoulder	Muscle	59.50	61.76	55.70	56.11	55.99	0.96
	Fat	19.06	19.37	21.30	22.44	22.44	0.74
	Bone	21.44	18.89	23.00	21.43	21.58	0.61
Breast	Muscle	66.82 <sup>a</sup>	62.06 <sup>a</sup>	57.26 <sup>bc</sup>	51.12 <sup>bc</sup>	56.36 <sup>bc</sup>	1.25
	Fat	16.13 <sup>a</sup>	22.56 <sup>a</sup>	24.50 <sup>a</sup>	29.13 <sup>b</sup>	27.90 <sup>b</sup>	1.36
	Bone	17.06	15.39	18.24	15.73	15.73	0.36
Foreshank	Muscle	63.46	60.00	60.82	57.17	58.68	0.90
	Fat	13.19 <sup>a</sup>	17.52 <sup>a</sup>	16.69 <sup>a</sup>	19.31 <sup>b</sup>	19.32 <sup>b</sup>	0.76
	Bone	23.37	22.48	22.50	23.52	22.00	0.57
Leg	Muscle	73.03 <sup>a</sup>	71.01 <sup>ab</sup>	69.99 <sup>ab</sup>	68.11 <sup>b</sup>	71.20 <sup>ab</sup>	0.55
	Fat	9.90 <sup>a</sup>	12.11 <sup>ab</sup>	12.48 <sup>ab</sup>	14.77 <sup>b</sup>	12.74 <sup>ab</sup>	0.52
	Bone	17.08	16.88	17.53	17.12	16.06	0.28
Loin	Muscle	64.29	60.81	61.33	59.30	65.19	0.92
	Fat	17.90	19.90	19.82	23.13	19.70	0.95
	Bone	17.80	19.28	18.83	17.57	15.10	0.59
Flank	Muscle	56.36 <sup>a</sup>	52.09 <sup>a</sup>	48.60 <sup>a</sup>	47.17 <sup>b</sup>	47.28 <sup>b</sup>	1.13
	Fat	43.64 <sup>a</sup>	47.91 <sup>a</sup>	51.40 <sup>a</sup>	52.83 <sup>b</sup>	52.72 <sup>b</sup>	1.13

a,b Values with different superscript differ ( $P < 0.05$ ).

primarios en la canal ovina, pueden deberse a que en los estudios y determinaciones se siguen procedimientos con diferentes criterios sobre las líneas de corte de las piezas primarias<sup>(32)</sup>; por esta razón, resulta difícil comparar los valores con los obtenidos en otros países, que siguen procedimientos diferentes en la obtención de los cortes primarios; incluso, variando en su denominación.

Los resultados de la composición tisular de cada corte primario se muestran en el Cuadro 7. La inclusión de GD en las dietas, incrementó ( $P<0.05$ ) el tejido adiposo de pierna (9.9 vs 13.0 %), pecho (16.1 vs 26.0 %), brazo (13.2 vs 18.2 %), costillar (21.4 vs 26.7 %) y falda (43.6 vs 51.2 %), observando tendencia lineal ( $P<0.04$ ) en respuesta a los crecientes niveles de inclusión de GD en la falda. También se disminuyó el tejido magro en el pecho (66.8 vs 57.7 %) y en la falda (56.4 vs 48.8 %), donde se observó tendencia lineal ( $P<0.01$ ) de la respuesta de las variables al nivel de inclusión de garbanzo a la dieta. En general, estos resultados sugieren que a medida que se eleva el nivel de GD en la dieta de corderos de pelo, se incrementa el tejido adiposo en demérito de la proporción del tejido muscular, por lo que el peso y el rendimiento de los cortes primarios (Cuadro 6) puede estar, en esta etapa de la finalización intensiva, mayormente influenciado por la cantidad de grasa que se ha depositado de forma subcutánea e intermuscular<sup>(5)</sup>.

of CCH increased ( $P<0.05$ ) leg fat (9.9 vs 13.0 %), breast (16.1 vs 26.0 %), foreshank (13.2 vs 18.2 %), rack (21.4 vs 26.7 %) and flank (43.6 vs 51.2 %), observing a linear trend ( $P<0.04$ ) in response to increasing levels of CCH. Also muscle tissue decreased in the breast (66.8 vs 57.7 %) and flank (56.4 vs 48.8 %), where a linear trend was observed ( $P<0.01$ ) of the response variables to the level of inclusion of cull chickpea to diet. In general, these results suggest that as the CCH level rises in the hair lambs diet, increases fat tissue in demerit of the proportion of the muscle tissue; so the weight and the primal cuts yield (Table 6) may be, at this intensive finishing stage, mostly influenced by the amount of fat that is subcutaneous and intermuscular deposited<sup>(5)</sup>.

There are breed differences, with reference to the proportion of tissue components of primary cuts in sheep carcass<sup>(33,34)</sup> and between the proportion (52.61 %) of muscle, with a tendency of higher deposition of fat in the breast of lambs<sup>(33)</sup>. Some authors conclude that fat growth occurs faster in the foresaddle, and that the proportion of this component, usually increases as slaughter weight increases<sup>(34)</sup>, although there is not a direct effect of dietary energy level in the proportion of carcass parts; however, increased fat deposition, may be due largely to the age of lambs at slaughter, where more mature individuals show increased lipid storage reserves<sup>(35)</sup>.

Cuadro 8. Composición tisular de la canal de corderos Katahdin x Pelibuey en finalización intensiva alimentados con garbanzo de desecho (%)

Table 8. Carcass tissue composition of Katahdin x Pelibuey sheep fed cull chickpeas in intensive feedlot (%)

Tissue	Cull cheakpeas levels (%)					SEM
	0	15	30	45	60	
Muscle	62.56 <sup>a</sup>	59.93 <sup>a</sup>	58.01 <sup>a</sup>	55.91 <sup>b</sup>	58.30 <sup>a</sup>	0.75
Fat	17.11 <sup>a</sup>	19.91 <sup>a</sup>	20.89 <sup>a</sup>	23.09 <sup>b</sup>	22.12 <sup>b</sup>	0.65
Bone	17.30 <sup>a</sup>	16.74 <sup>a</sup>	17.42 <sup>a</sup>	16.79 <sup>a</sup>	15.83 <sup>b</sup>	0.17
Muscle: Fat	3.70 <sup>a</sup>	3.10 <sup>a</sup>	3.07 <sup>a</sup>	2.47 <sup>b</sup>	2.73 <sup>b</sup>	0.13
Muscle: Bone	2.98	3.06	2.76	2.82	3.06	0.05

a,b Values with different superscript differ ( $P<0.05$ ).

Se han señalado diferencias entre grupos raciales, en referencia a la proporción de los componentes tisulares de cortes primarios de la canal ovina<sup>(33,34)</sup>, y entre la proporción (52.61 %) de tejido magro; también se ha observado tendencia a una mayor deposición de grasa en el pecho de corderos<sup>(33)</sup>. Se afirma que el crecimiento de la grasa ocurre más rápido en el cuarto anterior, y que la proporción de este componente, en lo general se eleva conforme incrementa el peso al sacrificio<sup>(34)</sup>, pero no hay efecto directo del nivel energético de la dieta en la proporción de piezas en la canal; sin embargo, el incremento de la deposición de grasa en la canal, puede deberse mayormente a la edad al sacrificio de los corderos, donde los individuos más maduros muestran mayor almacenamiento de reservas lipídicas<sup>(35)</sup>.

En el Cuadro 8, se muestran los valores de la composición tisular de la canal. Al comparar estos resultados con los observados por otros autores en corderos Katahdin encastados con razas cárnicas especializadas<sup>(36)</sup>, se advierte que la proporción de tejidos magro (65 %) y óseo (21.3 %) fueron superiores a los valores promedio registrados en el presente estudio (58.9 y 16.8 %, respectivamente), pero en el caso del tejido adiposo, refieren 18.1 %, el cual es inferior a 20.6 % encontrado en el presente estudio. En un estudio desarrollado en ovinos Pelibuey castrados, sacrificados a 22.5 kg de peso vivo, se obtuvieron canales con 59.8 % de tejido magro, 13.1 % de tejido graso y 23.7 % de tejido óseo<sup>(37)</sup>. Al respecto, se menciona que conforme incrementa el grado de madurez de los corderos, la proporción de grasa diseccionada de la canal tiende a aumentar, y en lo general se eleva conforme incrementa el peso al sacrificio<sup>(5,34)</sup>.

La inclusión de 60 % de GD en la dieta de corderos disminuyó ( $P<0.05$ ) la proporción de tejido magro total en las canales (62.6 vs 58.3 %), incrementó el tejido adiposo total (17.1 vs 21.5 %;  $P<0.02$ ); sin embargo, la relación tejido magro/tejido óseo, no se modificó por efecto de los tratamientos, no así la relación tejido magro/tejido adiposo, la cual se modificó ( $P<0.02$ ) por la inclusión de GD (3.7 vs

Table 8 shows the values of the carcass tissue composition. Comparing these results with those observed by other authors in Katahdin lambs crossed with specialized beef breeds<sup>(36)</sup>, we note that the proportion of muscle (65 %) and bone (21.3 %) were higher than the average values listed in this study (58.9 and 16.8 % respectively), but in that work they found 18.1 % of fat tissue, vs 20.6 % found in this study. In castrated Pelibuey sheep slaughtered at 22.5 kg live weight, a carcass with 59.8 % of muscle, fat 13.1 % and 23.7 % of bone tissue were found<sup>(37)</sup>. In this regard, it is mentioned that as the degree of maturity of the lambs increases, the proportion of dissected carcass fat tends to increase, and generally increases as slaughter weight increases<sup>(5,34)</sup>.

The inclusion of 60 % of CCH in the lambs diet decreased ( $P<0.05$ ) the proportion of total muscle carcasses (62.6 vs 58.3%), and increased the total fat tissue (17.1 vs 21.5 %,  $P<0.02$ ); however, the relationship muscle/bone did not change by treatment effect, but the relationship muscle/fat tissue decreased ( $P<0.02$ ) by the CCH inclusion (3.7 vs 2.8). The amount of muscle agrees with previous report in Pelibuey and Pelibuey x Suffolk lambs<sup>(38)</sup>, but the relationship of fat/tissue and bone did not. With the inclusion of CCH, the ratio muscle/bone was not affected ( $P>0.05$ ), but the higher fat deposit in primal cuts, resulted in a decrease of the ratio muscle/fat (3.7 vs 2.8,  $P<0.02$ ), showing a linear trend ( $P<0.02$ ) in response to the level of CCH inclusion. In Merino sheep slaughtered at 25 kg of live weight the ratio muscle/bone was 2.7, and the muscle/fat ratio was 3.5<sup>(39)</sup>. In contrast, Corriedale lambs slaughtered at 23.2 kg live weight, the ratio muscle/bone was 2.8 and the muscle/fat ratio was 2.4<sup>(40)</sup>. This relationship can also change by the effect of a breed group to slaughter at a particular weight; some authors observed ratios of 5.1 in Pelibuey and 4.3 in Pelibuey x Suffolk lambs slaughtered at 46 kg live weight<sup>(38)</sup>; it above, may indicate that the type of food, live weight at slaughter and the breed are determinant in the relationship of the sheep carcass tissues. The decrease in the proportion of bone observed by

2.8). La cantidad de tejido magro guarda relación con la referida previamente en corderos Pelibuey y en corderos Pelibuey x Suffolk<sup>(38)</sup>, no así la relación del tejido adiposo y óseo. Con la inclusión de GD, no se modificó ( $P>0.05$ ) la relación músculo/hueso; sin embargo, al depositarse más grasa en los cortes primarios de la canal por la inclusión de GD en la dieta de los corderos, la relación músculo/grasa se modificó (3.7 vs 2.8;  $P<0.02$ ), observándose tendencia lineal ( $P<0.02$ ), en respuesta al nivel de inclusión de garbanzo. En corderos Merino sacrificados a 25 kg de PV se observó que la relación músculo/hueso fue de 2.7, y la relación músculo/grasa fue de 3.5<sup>(39)</sup>. En cambio, en corderos de la raza Corriedale sacrificados a 23.2 kg de PV, se determinó que la relación músculo/hueso fue de 2.8 y la relación músculo/grasa fue de 2.4<sup>(40)</sup>. Esta relación también puede cambiar por efecto del grupo racial a un determinado peso al sacrificio; al respecto, otros autores observaron relación de 5.1 en corderos Pelibuey y de 4.3 en corderos Pelibuey x Suffolk, sacrificados a 46 kg de peso vivo<sup>(38)</sup>; lo anterior, puede indicar que en la relación de los tejidos de la canal ovina es determinante, el tipo de alimentación, el peso vivo al sacrificio y el grupo racial de los corderos. La disminución en la proporción de hueso observada al incluir 60 % de GD, podría deberse al mayor contenido de grasa en la dieta, lo cual reduce la absorción de calcio, provocada por la unión de cationes divalentes secretados al ciego con los ácidos grasos no digeridos<sup>(41,42)</sup>, afectando la formación de tejido óseo. La distribución del tejido muscular en la canal es muy importante, pues hay grandes diferencias en la composición de las piezas de la canal, ya sea que se destinen a propósito de venta al detalle o bien para el procesamiento industrial. Es deseable que la distribución del peso del músculo en la canal, sea una característica constante<sup>(43)</sup>, ya que el porcentaje que corresponde a cada tejido puede variar considerablemente entre canales de peso similar, dependiendo de la raza y el tipo de alimentación, principalmente; las mejores canales deben tener un mínimo de hueso y un nivel óptimo de grasa.

including 60 % of CCH could be due to higher content of fat in the ratio, which reduces calcium absorption, caused by the binding of divalent cations secreted to the blind with the undigested fatty acids<sup>(41,42)</sup>, affecting the formation of bone tissue. The distribution of muscle tissue in the carcass is very important because there are large differences in the composition of the carcass parts, whether they are intended for retail purposes or for industrial processing. It is desirable that the weight distribution of the muscle in the carcass, is a constant feature<sup>(43)</sup>, since the percentage corresponding to each tissue can vary considerably between carcass of similar weight, depending on the breed and type of food, mainly ; the best carcass must have a minimum of bone and an optimal level of fat.

## CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS

The inclusion of cull chickpea in diets changes the proportion of muscle /fat, increasing the percentage of fat and decreasing percentage of lean tissue in the carcasses of hair sheep in intensive feedlot. The results suggested the use of cull chickpeas in levels between 15 and 30 %, offering an option to reduce feed costs in intensive systems for sheep meat production.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors acknowledge the funding provided for the Promep SES-SEP-2009. 103.5/09/1172 project.

*End of english version*

---

## CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

La inclusión de garbanzo de desecho en la dieta modifica la proporción de tejidos magro/adiposo, al aumentar el porcentaje de tejido adiposo y disminuir el porcentaje de tejido magro en las canales de ovinos de pelo en finalización intensiva.

Los resultados permiten sugerir el uso de garbanzo de desecho en dietas para corderos en finalización intensiva en niveles entre 15 y 30 %; así mismo, la utilización de garbanzo de desecho en estos niveles representa una opción para reducir los costos de alimentación en los sistemas intensivos de producción de carne ovina.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento otorgado para la operación de este proyecto a Promep- SES-SEP 2009. Proyecto clave 103.5/09/1172.

## LITERATURA CITADA

- Bampidis VA, Christodolou V. Chickpeas (*Cicer arietinum* L.) in animal nutrition: A review. *Anim Feed Sci Tech* 2011;168:1-20.
- Gilbery TC, Lardy GP, Soto-Navarro SA, Bauer ML, Anderson VL. Effect of field peas, chickpeas, and lentils on rumen fermentation, digestion, microbial protein synthesis, and feedlot performance in receiving diets for beef cattle. *J Anim Sci* 2007;85(11):3045-3053.
- Obregón JF, Estrada A, Barajas R, Ríos FG. Respuesta productiva y características de la canal de ovinos de pelo alimentados con rezaga de garbanzo. *Memorias I Congreso Internacional de Producción Animal. La Habana, Cuba. 2005:600-603.*
- Obregón JF, Dávila H, Ríos FG, Estrada A, Barajas R, Ibarra E. Respuesta productiva de ovinos de pelo en finalización alimentados con dietas isoproteicas elaboradas con pasta de canola, pasta de cártamo y rezaga de garbanzo. *Asociación Mexicana de Producción Animal y Grupo Norte Mexicano de Nutrición Animal. Mazatlán, Sinaloa. México. 2006:172-175.*
- Borton RJ, Loerch SC, McClure KE, Wulf DM. Characteristics of lambs fed concentrates or grazed on ryegrass to traditional or heavy weights. II. Wholesale cuts and tissue accretion. *J Anim Sci* 2005;83(6):1345-1352.
- Rodríguez S, Cadavez V, Texeira A. Breed and maturity effects on Churra Gallega Braganca and Suffolk lambs carcass characteristics: killing-out proportion and composition. *Meat Sci* 2006;72(2):288-293.
- Ruiz de Huidobro F, Sancha JL, Cantero MA. La clasificación de las canales de vacuno y ovino: ventajas del método. *Eurocarne* 1996;48:17-26.
- Yamamoto SM, Fonseca de Macedo FA, Santello GA, Fabio JL. Composición tisular de lomo de corderos recibiendo dietas conteniendo aceites vegetales. *Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, Mendoza, Argentina. 2007:1-3* [en línea]. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar) Consultado Junio 3, 2009.
- SIAP. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Avance comparativo de la producción pecuaria. [en línea] <http://www.siap.gob.mx>. Consultado Sep 9, 2010.
- SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Consumo Nacional Aparente 1990 – 2005 de carne de ovino. Coordinación General de Ganadería. [en Línea] <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Estadisticas/Listas/Estadisticas/>. Consultado Nov 28, 2010.
- FAO. FAOstat. Data base 2009. Food and Agriculture Organization of United Nations. [en línea] [www.fao.org](http://www.fao.org). Accessed Sep 9, 2010.
- Gómez GL, Gómez RMG. Formación de variedades de garbanzo blanco *Cicer arietinum* L. para Sinaloa. INIFAP-FUNDACIÓN PRODUCE-SAGARPA-Centro de Investigación Regional del Noroeste Campo Experimental Valle de Culiacán. 2003. Publicación Especial N° 6.
- Fisher AV, De Boer H. The EAAP standard method sheep carcass assessment. Carcass measurements and dissection procedures. *Lives Prod Sci* 1994;38(3):149-159.
- Ruiz de Huidobro F, Cañeque V, Ortega E, Velasco S. 2000. Morfología de la canal ovina. En: Cañeque V, Sañudo C editores. *Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes*. Madrid, España. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Ministerio de Ciencia y Tecnología; 2000:82-102.
- IMPS. Institutional Meat Purchase Specifications. For Fresh Lamb and Mutton Serie 200. USDA. Washington, D.C. 1996:1-36.
- Daniel WW. *Bioestadística base para el análisis de ciencias de la salud*. Cuarta ed. México; Editorial Limusa Wiley; 2002.
- Steel RDG, Torrie JH. *Bioestadística: principios y procedimientos*. Segunda ed. México, DF: Editorial McGraw-Hill; 1988.
- SAS. SAS User's Guide Statistics (Release 8.1). Cary NC USA: SAS Inst. Inc. 2001.
- Tedeschi LO, Cannas A, Fox, DG. A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and other nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. *Small Ruminant Res* 2010;89(1):174-184.
- NRC. 2007. Nutrient requirements of small ruminants (sheep, goats, cervids and new world camelids). The National Academies Press. Washington, D.C. EUA.
- Cannas A, Tedeschi LO, Fox DG, Pell AN, Van Soest PJ. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. *J Anim Sci* 2004;82:149-169.
- Sultan JI, Javaid S, Aslam M. Nutrient digestibility and feed lot performance of lambs fed diets varying protein and energy content. *Trop Anim Health Prod* 2010;42:941-946.
- Christodoulou V, Bampidis VA, Huèko B, Ploumi K, Iliadis C, Robinson PH, Mudrik Z. Nutritional value of chickpeas in rations of lactating ewes and growing lambs. *Anim Feed Sci Tech* 2005;118(3):229-241.

## CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE CORDEROS ALIMENTADOS CON GARBANZO

24. Racz V, Thecker P. Chickpeas: High Quality Feed Source. *Feed News* 1998;3(4):1-4.
25. Cordesse R. Value of chickpea as animal feed. *CIHEAM-Options Méditerranéennes-Série Séminaires*.1990;9:127-131.
26. Palmquist DL. Utilización de lípidos en dietas de rumiantes. XII Curso de capacitación FEDNA. Capitulo III. Madrid, España. 1996. [en línea]. <http://agro.etsia.upm.es/fedna/capitulos/96capituloIII/pdf>. Consultado Dic 25, 2010.
27. Laville E, Bouix J, Sayd T, Eychienne F, Marcq F, Leroy PL, *et al.* 2002. La conformation bouchere des agneaux. Etude d'après la variabilité génétique entre races. *INRA. Prod Animal* 2002;15(1):53-66.
28. Partida PJA. Efecto del nivel energético de la dieta sobre el crecimiento y la composición de la canal de corderos Pelibuey sacrificado a diferentes pesos. [tesis maestría]. Cuautitlán, México. Universidad Nacional Autónoma de México; 1989.
29. Martínez AMM, Bores R, Velázquez PA, Castellanos AF. Influencia de la castración y del nivel de energía de la dieta sobre el crecimiento y composición corporal del borrego Pelibuey. *Tec Pecu Mex* 1990;28(3):125-132.
30. García J, Estrada A, Portillo JJ, Ríos FG, Robles JC. Efecto del nivel de proteína y energía en la composición tisular de cortes primarios de la canal de corderos Katahdin x Pelibuey. Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Chihuahua, Chihuahua, México. 2009:335-338.
31. Cantón JGC, Velázquez AM, Castellanos AR. Body composition of pure and crossbred Blackbelly Sheep. *Small Rumin Res* 1992;7(1):61-66.
32. Martínez RL. Experiencias en el rendimiento y calidad de las canales de ovinos. V Seminario de Producción de Ovinos en el Trópico. UJAT. División de Ciencias Agropecuarias. Villahermosa, Tabasco. 2006:81-89.
33. Espinoza LMT, Estrada A, Portillo JJ, Ríos FG, Robles JC. Efecto del grupo racial en la composición tisular de cortes primarios de la canal de corderos de pelo en finalización intensiva. Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Chihuahua, Chihuahua. México. 2009:339-342.
34. Gallo C. Crecimiento y composición de canales. En: Salud y producción ovina. Tafich N editor. Universidad Austral de Chile. 2002:165-188.
35. Partida PJA, Martínez L. Composición corporal de corderos Pelibuey en función de la concentración energética y del peso al sacrificio. *Vet Mex* 2010;41:177-190.
36. Vázquez SET, Partida JA, Rubio MS, Méndez RD. Productive performance and carcass characteristics in lambs from crosses between Katahdin ewes and rams from four specialized meat breeds. *Rev Mex Cienc Pecu* 2011;2:247-258.
37. García MJA, Núñez FA, Rodríguez FA, Prieto C, Molina NI. Calidad de la canal y de la carne de borregos Pelibuey castrados. *Tec Pecu Mex* 1998;36(3):225-233.
38. Partida PJA, Braña D, Martínez L. Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruza con Suffolk o Dorset. *Téc Pecu Méx* 2009;47(3):313-322.
39. Vergara H, Fernández C, Gallegos L. Efecto del genotipo (Manchego, Merino, Ile de France x Merino) sobre la calidad de la canal de corderos. *Invest Agr Prod Sanid Anim* 1999;14(1-3):5-13.
40. Bianchi GG, Garibotto O, Feed O, Bentancur O, Franco J. Efecto del peso al sacrificio sobre la calidad de la canal y de la carne de corderos Corriedale puros y cruza. *Arch Med Vet* 2006;32(2):161-165.
41. Palmquist DL. The role of dietary fats in efficiency of ruminants. *J Nutr* 1994;124(Suppl 8):1377S-1352S.
42. Rahnama S, Wu Z, Ohajuruka OA, Weiss WP, Palmquist DL. Site of mineral absorption in lactating cows fed high-fat diets. *J Anim Sci* 1994;72(1):229-235.
43. Kempester AJ. 1989. Calidad de la canal y su medida en ovinos. En: W. Haresign editor. Producción ovina. México, DF: Editorial AGT; 1989:63-76.

