

Características fisicoquímicas durante la vida de anaquel de la carne de corderas Pelibuey en pastoreo suplementadas con diferentes niveles de proteína

Physicochemical characteristics during shelf life of meat of Pelibuey lamb maintained on grazing and supplemented with different levels of protein

Dominga Hernández-Canul¹, Aldenamar Cruz-Hernández^{1*}, David Hernández-Sánchez², María Magdalena Crosby-Galván², Efraín de la Cruz-Lázaro¹, Armando Gómez-Vázquez¹, Alfonso J. Chay-Canul¹

¹ División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. La Huasteca, Km 25 carretera Villahermosa-Teapa Centro., Tabasco, México. C.P. 86280. Correo electrónico: ingaldeacruz@gmail.com

² Ganadería, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados.

*Autor de correspondencia.

Resumen

Las características fisicoquímicas de la carne de ovinos Pelibuey, durante el tiempo de maduración, limita la aceptación por el consumidor. Se evaluaron carne de corderas Pelibuey mantenidas en pastoreo (P) y suplementadas (S) con diferente nivel de proteína cruda (PC), en los tratamientos: Testigo (P+S comercial), PC100 (P+S), PC120 (P+S), PC140 (P+S) y PC160 (P+S), con 130 g PC kg⁻¹ MS, 100 g PC kg⁻¹ MS, 120 g PC kg⁻¹ MS, 140 g PC kg⁻¹ MS y 160 g PC kg⁻¹ MS, respectivamente. Se midió pH, textura, color, capacidad de retención de agua (CRA) y pérdida de agua por cocción (PAC) después del día de maduración 1 d, 7 d, 14 d y 21 d. El componente b* del color fue más alto en PC120 a los 21 d. A 21 días, los tratamientos PC120, PC140 y PC160 mostraron valores altos de CRA. Los niveles de proteína no tuvieron cambios sustanciales en las características fisicoquímicas, pero se mejora la CRA con 120 g PC kg⁻¹ MS, 140 g PC kg⁻¹ MS y 160 g PC kg⁻¹ MS.

Palabras clave: Ovinos; Pelibuey; calidad de la carne; proteína en la dieta; vida de anaquel.

Abstract

The physical and chemical characteristics of meat of Pelibuey sheep, during the storage period, limits the acceptance by the consumer. Pelibuey ewe lambs fed in grazing (G) and supplemented (S) with a different protein crude level (PC) were evaluated in the treatments: Control (commercial G + S), PC100 (G + S), PC120 (G + S), PC140 (G + S), and PC160 (G + S), with 130 g PC kg⁻¹ MS, 100 g PC kg⁻¹ MS, 120 g PC kg⁻¹ MS, 140 g PC kg⁻¹ MS, and 160 g PC kg⁻¹ MS, respectively. The pH, texture, color, water retention capacity (WRC), and cooking loss (CL) were measured after the maturity days 1 d, 7 d, 14 d, and 21 d. The b* component of the color was higher in PC120 at 21 d. At 21 days, treatments PC120, PC140, and PC160 showed high values of WRC. The protein levels did not have substantial changes in physicochemical characteristics, but the WRC was improved with 120 g PC kg⁻¹ MS, 140 g PC kg⁻¹ MS, and 160 g PC kg⁻¹ MS.

Keywords: Sheep; Pelibuey; meat quality; diet protein; shelf life.

Recibido: 25 de junio de 2017

Aceptado: 10 de mayo de 2018

Publicado: 24 de julio de 2019

Como citar: Hernández-Canul, D., Cruz-Hernández, A., Hernández-Sánchez, D., Crosby-Galván, M.M., De la Cruz-Lázaro, E., Gómez-Vázquez, A., & Chay-Canul, A. J. (2019). Características fisicoquímicas durante la vida de anaquel de la carne de corderas Pelibuey en pastoreo suplementadas con diferentes niveles de proteína. *Acta Universitaria* 29, e1994. doi: <http://doi.org/10.15174/au.2019.1994>

Introducción

A pesar del incremento en la producción de carne ovina en México, la demanda nacional supera la oferta (Souza, Selaive-Villarreal, Pereira, Silva & Oliveira, 2016). Este problema se incrementa por los costos de los granos que se utilizan en la alimentación de ovinos, lo cual propician buscar alternativas de alimentación, con particular énfasis en el uso eficiente de la proteína (González-Garduño *et al.* 2013; Mejía, Delgado, Mejía, Guajardo & Valencia, 2011). Actualmente se busca la participación del ovino Pelibuey en la economía nacional para subsanar el déficit en la producción de carne ovina mediante su crianza en pastoreo en regiones tropicales, para así minimizar el uso de suplementos y disminuir los costos de producción para hacer eficiente el sistema; sin embargo, la calidad de la carne proveniente de los sistemas de pastoreo de esta raza es cuestionada (Chay-Canul *et al.*, 2017).

La alimentación de los animales influye en los atributos de calidad de la carne y en ovinos se ha demostrado la existencia de cambios en las características de la canal y de la carne cuando varía la concentración de proteína en la dieta (Moreno *et al.*, 2011; Reyes *et al.*, 2011; Sánchez, Torrescano, Camou, González & Hernández, 2008). A pesar de las recomendaciones emitidas por el *National Research Council* (NRC, 2007) en las cuales se establecen niveles de proteína entre 11% y 17% para maximizar la ganancia de peso de ovinos, no existe información suficiente que relacione el nivel de este nutriente con posibles cambios en la calidad de la carne en ovinos Pelibuey.

Por otra parte, el estudio de las características fisicoquímica de la carne de ovinos Pelibuey, durante el tiempo de maduración generará conocimiento conducente a mejorar la aceptación de este producto e incrementar su participación en el mercado. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar las características fisicoquímicas de la carne a diferente tiempo de anaquel, procedente de ovinos Pelibuey alimentados en pastoreo y suplementados con diferentes niveles de proteína.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el rancho El Rodeo, ubicado a 14 km de la carretera Villahermosa-Jalapa, en la ranchería Víctor Manuel Fernández Manero, Municipio de Jalapa, Tabasco, México; que se localiza a 17°50'42.18" N, 92°48'52.20" O, a 11 m s.n.m. Los análisis de las muestras de carne se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Se evaluaron cinco tratamientos con diferentes niveles de proteína cruda (PC) en el suplemento: Testigo (Suplemento comercial), PC100, PC120, PC140 y PC160 con 130 g PC kg⁻¹ MS, 100 g PC kg⁻¹ MS, 120 g PC kg⁻¹ MS, 140 g PC kg⁻¹ MS y 160 g PC kg⁻¹ MS, respectivamente. Se utilizaron 30 corderas de la raza Pelibuey con peso vivo inicial de 20.33 ± 1.56 kg, en un sistema semi estabulado. Previo al periodo experimental, los animales se desparasitaron (Clorhidrato de Levamisol al 12%), vitamizaron con vitamina A, D y E (ADE) e identificaron con aretes. Posteriormente, los animales se distribuyeron de forma aleatoria en los tratamientos, asignando seis animales por grupo.

Los suplementos experimentales se elaboraron con base a las tablas del NRC (2007) para ovinos (tabla 1). Las corderas se alojaron (16:00 h a 8:00 h) en corrales individuales de 2.5 m × 0.80 m, con comederos y bebederos, y durante el día (8:00 h a 16:00 h) permanecieron en una pradera de *Panicum maximum* cv. Tanzania. Los animales recibieron la suplementación a las 7:00 h y 16:00 h, aportando el 3% del Peso Vivo PV del animal dividido en dos raciones, una para cada horario. El experimento tuvo una duración de 105 días, con 15 días de adaptación al manejo y a los suplementos experimentales. Al término del experimento, los animales permanecieron en ayuno 24 h previos al sacrificio, se pesaron y

posteriormente se trasladaron al Frigorífico Tipo Inspección Federal TIF, ubicado a 35 km del Rodeo en el Municipio de Centro, Tabasco, México, donde se sacrificaron de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995 (Diario Oficial de la Federación [DOF], 1995).

Tabla 1. Ingredientes y composición química de los suplementos experimentales

Ingredientes (g kg ⁻¹ MS)	Dietas experimentales				
	PC100	PC120	PC140	PC160	TESTIGO
Maíz grano	250	240	250	200	200
Pasta de soya	30	80	100	90	--
Salvado de trigo	151	113	141	120	120
Pulido de arroz	154	137	137	38	--
Heno gramíneas MG5	260	250	200	200	362
Pasta de coco	20	40	50	240	170
Melaza	105	108	89	77	120
Premezcla mineral	20	20	20	20	20
Sal	5	5	5	5	5
Carbonato de calcio	3	3	3	3	2
Urea	2	4	5	5	1
Composición química (g kg ⁻¹ MS)					
Materia seca	928.1	926.1	926.6	922.6	849.9
Proteína	100.6	121.8	141	160.5	133.9
FDN	471.9	564.7	607.2	53.96	556.2
FDA	216.1	197.5	180.7	295.2	230.9
Cenizas	36.7	37.9	36.4	28.5	35.6

Testigo (alimento comercial), PC100, PC120, PC140 y PC160 corresponden a 130 g PC kg⁻¹ MS, 100 g PC kg⁻¹ MS, 120 g PC kg⁻¹ MS, 140 g PC kg⁻¹ MS y 160 g PC kg⁻¹ MS).

Fuente: Dietas elaboradas en el rancho el rodeo

Las canales se identificaron y después de 24 h de maduración a 4 °C, se obtuvieron muestras de 200 g del *biceps femoris*, las cuales se envasaron y transportaron en hieleras (4 °C) al laboratorio, donde cada muestra se dividió en cuatro porciones y se distribuyeron de forma aleatoria a los tiempos de evaluación en anaquel (1 d, 7 d, 14 d y 21 d); para ello, las muestras se envasaron en bolsas Ziploc® al vacío (98%) e identificaron y se mantuvieron en una cámara de refrigeración a 4°C hasta su análisis.

En las muestras de carne, el pH se midió por triplicado 24 h post mortem y se determinó realizando una incisión de 5 mm de profundidad en la muestra; enseguida se insertó el electrodo de vidrio para realizar la lectura, con un potenciómetro portátil y un electrodo de penetración marca HANNA, modelo HI 99163 (EEUU).

El color de la carne se evaluó mediante los valores de luminosidad (L), rojo verde (a*) y azul amarillo (b*), determinados en las muestras que permanecieron al vacío (98%) a partir del promedio de tres lecturas en puntos diferente mediante un espectrofotómetro Minolta (Chroma Meter CR-200; Japón).

La textura se determinó en muestras de carne cruda donde se obtuvo una submuestra con un sacabocado, la cual se sometió a la fuerza de corte con una cuchilla acoplada a un dispositivo Warner-Bratzler (Texture Technologies Corp., USA) con una velocidad de prueba y retroceso de 5 mm s⁻¹, los valores se reportaron en kg cm⁻² (Guerrero, Pérez & Ponce, 2002).

La capacidad de retención agua se evaluó con el método descrito por Guerrero *et al.* (2002) y consistió en colocar muestras de 10 g de carne cruda, por triplicado, dentro de un tubo para centrifuga, se agregaron 16 mL de NaCl 0.6 M, después de 30 min de reposo se centrifugó a $1258 \times g$ durante 30 min, el sobrenadante se depositó en una bureta para su análisis. La capacidad de retención de agua se determinó como los mililitros de agua retenida por gramo de carne.

La pérdida de agua por cocción consistió en tomar por triplicado muestras de 4 g de carne picada, que se depositaron en bolsas de plástico selladas, las cuales se colocaron en baño María a 75 °C durante 35 min, posteriormente las bolsas se retiraron y depositaron en una bandeja de plástico hasta alcanzar la temperatura ambiente, las muestras se retiraron de las bolsas y se pesaron en una balanza digital marca Scout® Pro. (USA) y por diferencia de peso se obtuvo el porcentaje de pérdida de agua por cocción (Guerrero *et al.*, 2002).

Los datos se analizaron mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial 5×4 , cinco tratamientos y cuatro periodos de evaluación (1 d, 7 d, 14 d y 21 d), con el procedimiento PROC GLM de *Statistical Analysis Systems* (SAS, 2013), y las comparaciones de medias de tratamientos se realizaron mediante la prueba de Tukey (Steel, Torrie & Dickey, 1997).

Resultados y Discusión

El pH de las muestras de carne en el presente experimento en el primer día es superior a los reportados en otras investigaciones donde se registraron valores de pH entre 5.4 y 5.6 en cruza Kathadin x Charollais (Partida, Vázquez, Rubio & Méndez, 2012), en las razas Dorper, Suffolk, Texel y Kivircik (Gökdal, Atay, Eren & Demircioğlu, 2012) y en la raza Karayaca (Sen, Sirin, Ulutas & Kuran, 2011). De manera general en el presente experimento los valores descendieron en promedio de 6.0 a 5.4 entre el día 1 y 21 (figura 1), estos valores están dentro del intervalo de 6.0 a 5.5 descrito para carne de ovino (Sañudo, 2008; Torres, Sánchez, Restrepo & Albarracin, 2012). De esta manera, el pH es un indicador de calidad ya que brinda propiedades deseables a la carne (Bezerra *et al.*, 2016).

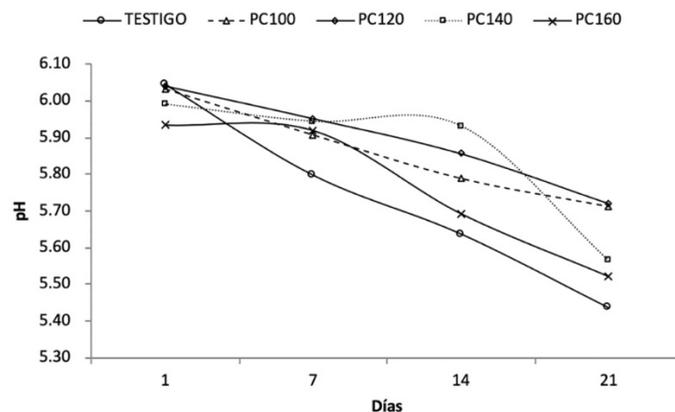


Figura 1. Evolución del pH de la carne (biceps femoris) de corderas Pelibuey en pastoreo suplementadas con diferentes niveles de proteína. Testigo (alimento comercial 130 g PC kg^{-1}), PC100, PC120, PC140 y PC160 corresponden a dietas con 100 g PC kg^{-1} MS, 120 g PC kg^{-1} MS, 140 g PC kg^{-1} MS y 160 g PC kg^{-1} MS.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de pH en carne de corderas Pelibuey que se observaron en el presente estudio se explica parcialmente por el manejo que se aplicó a los animales previo al sacrificio, al utilizar prácticas

humanitarias (NOM-033-ZOO-1995 [DOF, 2015]) y con esto reducir el estrés (Abdullah & Qudsieh, 2009; Zimerman, Domingo, Grigioni, Taddeo & Willems, 2013). No obstante, debido a que el glucógeno es el metabolito relacionado con la modulación del pH en la carne, la inclusión de diferentes niveles de proteína en la dieta evaluada en este experimento y su deposición no tuvo inferencia en esta variable.

La tabla 2 presenta los resultados obtenidos en la evaluación de la textura de la carne a diferentes tiempos de anaquel. A los 21 días de anaquel los tratamientos PC100, PC120 y PC140 disminuyeron el valor de textura. Evidencias de investigaciones en corderos reportan valores de terneza de 1.7 kg cm⁻² a 3.09 kg cm⁻² (Hernández *et al.*, 2009; Jucá *et al.*, 2016; Ortiz, Costa, García & Silveira, 2005; Torrescano, Sánchez, Armida, Velázquez & Tineo, 2009), similares a los valores promedio de 2.7 kg cm⁻² y 1.7 kg cm⁻² en el día 1 y 21, respectivamente, en el presente estudio; en contraste, otros autores reporta valores superiores que oscilan entre 3.7 kg cm⁻² a 5.1 kg cm⁻² en carne de ovinos Kathadin con empadre Charollais, Dorper, Suffolk y Texel, y en la raza Karacaya (Partida *et al.*, 2012; Sen *et al.*, 2011). Los resultados del presente estudio demuestran que, a pesar de no haberse registrado cambios en la textura, la inclusión de niveles altos de proteína en la dieta (PC120, PC140 y PC160) se relacionaron con una mejora en la CRA (tabla 4). Además, la dureza de la carne se relaciona con el desdoblamiento y desnaturalización de las proteínas miofibrilares, sarcoplasmáticas y acortamiento del sarcómero (Clariana *et al.* 2011) y esta variable es influenciada por la edad del animal (Clariana *et al.*, 2011; Mamani-Linares, Cayo & Gallo, 2014), obteniéndose carnes blandas en animales de menor edad por una tasa alta de recambio de la proteína en el músculo (Bezerra *et al.*, 2016; Moreno *et al.*, 2011).

Tabla 2: Características de terneza de la carne en anaquel de corderas Pelibuey en pastoreo suplementadas con diferentes niveles de proteína.

Tratamientos	Tiempo de maduración (d)			
	1	7	14	21
Testigo	2.33 ^{Aa}	2.22 ^{Aa}	1.84 ^{Aa}	1.55 ^{Aa}
PC100	2.46 ^{Aa}	1.92 ^{Ab}	1.35 ^{Ac}	1.47 ^{Ac}
PC120	3.41 ^{Aa}	2.64 ^{Aab}	1.95 ^{Ab}	1.51 ^{Ab}
PC140	2.99 ^{Aa}	1.78 ^{Aab}	1.26 ^{Aab}	1.67 ^{Ab}
PC160	2.55 ^{Aa}	2.48 ^{Aa}	1.99 ^{Aa}	1.84 ^{Aa}
EEM	0.17	0.14	0.13	0.1

^A Valores con distinta literal en columnas difieren significativamente ($p < 0.05$), ^{ab} Valores con distinta literal en hileras difieren significativamente ($p < 0.05$). Testigo (Alimento Comercial 130 g PC kg⁻¹), PC100, PC120, PC140 y PC160 corresponden a dietas con 100 g PC kg⁻¹ MS, 120 g PC kg⁻¹ MS, 140 g PC kg⁻¹ MS y 160 g PC kg⁻¹ MS; EEM= Error estándar de la media.

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros de color de la carne (tabla 3) no presentaron cambios entre tratamientos ($p > 0.05$) durante los periodos de evaluación, solamente se observaron diferencias para el componente b* a los 21 días, donde el tratamiento PC120 presentó el valor mayor ($p < 0.05$) y el menor nivel ($p < 0.05$) se registró en el tratamiento PC140, de forma general los valores de esta variable disminuyeron con el tiempo en anaquel. Resultados de otros estudios indican valores ideales en los parámetros de color para carne de ovino de 36.0 L* a 43.8 L*, de 12.69 a* a 19.7 a* y de 3.38 b* a 10.1 b* (Gökdal *et al.*, 2012; Jucá *et al.*, 2016; Partida *et al.*, 2012; Sen *et al.*, 2011; Kuchtík, Zapletal & Šustová, 2012), dentro de los cuales se encuentran los resultados observados en este estudio. Se ha establecido que en corderos de menor edad se obtiene carne color rosa; sin embargo, en animales adultos aumenta la concentración de mioglobina (Bezerra *et al.*, 2016)

propiciando carnes oscuras. Lo anterior explica los resultados relacionados con las características de color obtenidos en este estudio, los cuales se encuentran dentro de los estándares ideales para carne de cordero (Vnučec, Držaić, Mioč & Prpić, 2014), donde el color define los atributos de calidad percibidos por el consumidor y es una de las características más importantes como medida visual de frescura y calidad para la decisión de compra (Hernández, Sáenz, Alberdi & Diñeiro, 2016).

Tabla 3. Características fisicoquímicas (Color) de la carne en anaquel de corderas Pelibuey en pastoreo suplementadas con diferentes niveles de proteína

Dietas	Tiempo de Maduración (d)			
	1	7	14	21
L				
Testigo	40.2 ^{Aa}	38.2 ^{Aa}	37.6 ^{Aa}	36.6 ^{Aa}
PC100	40.0 ^{Aa}	38.2 ^{Aa}	37.0 ^{Aa}	36.3 ^{Aa}
PC120	38.7 ^{Aa}	37.4 ^{Aa}	37.5 ^{Aa}	35.3 ^{Aa}
PC140	37.5 ^{Aa}	35.8 ^{Aa}	35.7 ^{Aa}	34.2 ^{Aa}
PC160	38.5 ^{Aa}	35.2 ^{Aa}	34.7 ^{Aa}	34.4 ^{Aa}
EEM	1.7	1.3	1.4	1.2
a*				
Testigo	19.5 ^{Aa}	18.2 ^{Aa}	17.7 ^{Aa}	17.4 ^{Aa}
PC100	20.7 ^{Aa}	20.3 ^{Aa}	18.8 ^{Aa}	18.0 ^{Aa}
PC120	19.4 ^{Aa}	17.7 ^{Aa}	17.5 ^{Aa}	17.4 ^{Aa}
PC140	18.4 ^{Aa}	18.7 ^{Aa}	20.2 ^{Aa}	18.3 ^{Aa}
PC160	20.6 ^{Aa}	18.7 ^{Aa}	17.9 ^{Aa}	19.2 ^{Aa}
EEM	1	1.4	1	0.187
b*				
Testigo	6.8 ^{Aa}	7.0 ^{Aa}	5.1 ^{Aa}	4.74 ^{Ba}
PC100	7.0 ^{Aa}	7.1 ^{Aa}	6.3 ^{Aa}	5.0 ^{Aa}
PC120	6.2 ^{Aa}	4.7 ^{Aa}	6.0 ^{Aa}	5.3 ^{ABa}
PC140	5.9 ^{Aab}	6.6 ^{Aa}	5.5 ^{Aab}	3.3 ^{Bb}
PC160	6.8 ^{Aa}	5.0 ^{Aa}	4.6 ^{Aa}	4.6 ^{ABa}
EEM	0.7	0.94	0.67	0.59

^{AB} Valores con distinta literal en columnas difieren significativamente ($P < 0.05$), ^{ab} Valores con distinta literal en hileras difieren significativamente ($p < 0.05$). Testigo (Alimento Comercial 130 g PC kg⁻¹), PC100, PC120, PC140 y PC160 corresponden a dietas con 100 g PC kg⁻¹ MS, 120 g PC kg⁻¹ MS, 140 g PC kg⁻¹ MS y 160 g PC kg⁻¹ MS; EEM= Error estándar de la media; L= Luminosidad; a= Índice rojo de la carne; b= Índice amarillo de la carne.

Fuente: Elaboración propia

El valor b* determina el contenido de amarillo y es influenciado por la presencia de betacarotenos en la grasa (Souza *et al.*, 2004), lo anterior explica los resultados que se observaron en el presente estudio en el factor b* del tratamiento PC120 y aunque no se evaluó el contenido de betacaroteno, estos resultados se le atribuyen a una mayor deposición de betacaroteno, que posiblemente se debió a un incremento en el consumo de forraje de las corderas, necesario para cubrir los requerimientos de proteína no aportados por el suplemento (PC100 con 100 g PC kg⁻¹ MS).

Los niveles de proteína en el suplemento afectaron ($p < 0.05$) la capacidad de retención de agua (CRA) en las muestras de carne durante los periodos evaluados (tabla 4), observándose a los 7 días, incremento ($p < 0.05$) en esta variable en los tratamientos Testigo y PC160 con respecto al tratamiento PC100; así mismo, a los 21 días, los tratamientos PC120, PC140 y PC160 mostraron los valores más altos ($p < 0.05$) con respecto al grupo Testigo y PC100. Al evaluar el comportamiento de la CRA dentro de cada tratamiento, entre el día 1 y 21, se observó que esta variable disminuyó ($p < 0.05$) en el grupo Testigo y PC100, se mantuvo con PC120 y aumentó ($p < 0.05$) en PC140 y PC160.

La CRA está relacionada con el pH y con la estructura de las proteínas en el músculo y los cambios ocurridos en estas moléculas durante el manejo y la conservación de la carne (Frías, Aranda, Ramos, Vázquez & Díaz, 2011). Los valores reportados en la literatura para CRA en carne de ovino son variables, algunos estudios muestran valores inferiores (16.4 ± 0.71 a $18 \text{ mL } 100 \text{ g}^{-1}$) (Bianchi, Bentancur & Sañudo, 2004) o superiores ($59.86 \text{ mL } 100 \text{ g}^{-1}$ a $63.41 \text{ mL } 100 \text{ g}^{-1}$) (Bezerra *et al.*, 2016) a los obtenidos en esta investigación. Sin embargo, la CRA que se observa en los tratamientos PC120, PC140 y PC160 al final de la evaluación se relaciona con mayor terneza de la carne que se favoreció por el pH (Civit, Díaz, Rodríguez & González, 2014), ya que, al ampliar el periodo de almacenamiento, el pH disminuyó gradualmente en las muestras de carne que propició que los valores de CRA estuvieran estable en el presente experimento.

Los resultados que se relacionaron con la pérdida de agua por cocción (PAC) (tabla 4) mostraron diferencias ($p < 0.05$) entre tratamientos y dentro de cada tratamiento, en los días evaluados. En el día 1, el tratamiento PC120 presentó la mayor ($p < 0.05$) PAC y para el día 21 los tratamientos PC100 y PC160 superaron ($p < 0.05$) el porcentaje observado en los tratamientos Testigo y PC 120. La PAC disminuyó ($p < 0.05$) entre el día 1 y 21 dentro de los tratamientos Testigo y PC120 y no cambió ($p > 0.5$) en el resto de los tratamientos, en los periodos evaluados.

Tabla 4. Capacidad de retención de agua y pérdida de agua por cocción de la carne en anaquel de corderas Pelibuey en pastoreo suplementadas con diferentes niveles de proteína.

Tratamientos	Tiempo de Maduración (d)			
	1	7	14	21
Capacidad de retención de agua ($\text{mL } 100 \text{ g}^{-1}$)				
Testigo	19.7 ^{Aa}	19.5 ^{Aa}	15.5 ^{Db}	16.3 ^{Cb}
PC100	19.6 ^{Aa}	18.8 ^{Bab}	19.8 ^{Ca}	17.1 ^{Cb}
PC120	19.7 ^{Aa}	19.1 ^{ABa}	20.6 ^{Ca}	19.8 ^{Ba}
PC140	19.5 ^{Ab}	19.4 ^{ABb}	22.3 ^{Ba}	22.6 ^{Ba}
PC160	19.7 ^{Ab}	19.6 ^{Ab}	26.3 ^{Aa}	26.6 ^{Aa}
EEM	0.03	0.06	0.17	0.50
Pérdida de agua por cocción (%)				
Testigo	33.0 ^{Ba}	30.1 ^{Aab}	29.5 ^{Aab}	27.8 ^{Bb}
PC100	30.1 ^{Ba}	30.9 ^{Aa}	27.0 ^{Aa}	30.9 ^{Aa}
PC120	37.9 ^{Aa}	29.7 ^{Ab}	28.6 ^{Ab}	30.5 ^{Ab}
PC140	31.5 ^{Ba}	30.1 ^{Aa}	27.8 ^{Aa}	29.1 ^{ABa}
PC160	30.5 ^{Ba}	29.2 ^{Aa}	28.8 ^{Aa}	31.2 ^{Aa}
EEM	0.4	0.4	0.7	0.2

^{ABCD} Valores con distinta literal en columnas difieren significativamente ($p < 0.05$), ^{ab} Valores con distinta literal en hileras difieren significativamente ($p < 0.05$), testigo (alimento comercial 130 g PC kg^{-1}), PC100, PC120, PC140 y PC160 corresponden a dietas con 100 g PC kg^{-1} MS, 120 g PC kg^{-1} MS, 140 g PC kg^{-1} MS y 160 g PC kg^{-1} MS); EEM= Error estándar de la media.

Fuente: Elaboración propia

Al comparar con otras investigaciones se observa que los datos de este estudio fueron superiores a los observados por Sen *et al.* (2011), quienes determinaron 24.5% de PAC en carne de corderas Karayaca. De igual forma, en corte americano *Rib eye* de ovejas Santa Inés, se reportó 26.39%, 26.02%, 29.08%, 26.71% y 23.57% cuando se incluyó 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de pasta de cacahuete en la dieta (Bezerra *et al.*, 2016) y de 32.94% a 37.90% cuando se incluyen diferentes niveles de cáscara de ricino (Urbano *et al.*, 2013). En tanto que Moreno *et al.* (2011) al incrementar el nivel de proteína cruda en la dieta hasta en un 20%, reportan mayor porcentaje de humedad en carne de cordero Santa Inés. Aunque no se reporta el valor de humedad. El mayor valor de CRA y PAC a los 21 días de almacenamiento se le puede atribuir al mayor contenido de PC en la dieta.

La pérdida de agua por cocción mantiene una relación con la CRA y está asociada con el rendimiento y la calidad de la carne al momento del consumo (Carvalho *et al.*, 2015). Porcentajes altos de PAC se relacionan con menor rendimiento y por consiguiente afecta la suavidad y el color de la carne de cordero; por el contrario, valores bajos presentan un mejor resultado en la calidad de la carne (Yarali, Yilmaz, Cemal, Karaca & Taşkin, 2014).

Conclusiones

Los niveles de proteína no tuvieron cambios sustanciales en las características fisicoquímicas que se evaluaron de la carne de corderas Pelibuey en pastoreo, pero mejora la capacidad de retención de agua con niveles de 120 g PC kg⁻¹ MS, 140 g PC kg⁻¹ MS y 60 g PC kg⁻¹ MS, relacionándose con mejor calidad.

Agradecimientos

Al proyecto UJAT-2012-IB-23 de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, por financiar parcialmente esta investigación. Al laboratorio de nutrición animal del Colegio de Postgraduados, Montecillos, Texcoco, Edo. México y al proyecto "ECO-2013-C01-110265" del Rancho el Rodeo, Jalapa, Tabasco, México, por el apoyo parcial otorgado para la realización esta investigación.

Referencias

- Abdullah, Y. A., & Qudsieh, R. I. (2009). Effect of slaughter weight and aging time on the quality of meat from Awassi ram lambs. *Meat Science*, 82(3), 309-316. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.01.027>
- Bezerra, L. S., Barbosa, A. M., Carvalho, G. G. P., Simionato, J. J. I., Freitas, J. E., Araújo, M. L. G. M. L., Pereira, L., Silva, R. R., Lacerda, E. C. Q., & Carvalho, B. M. A. (2016). Meat quality of lambs fed diets with peanut cake. *Meat Science*, 121, 88–95. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.05.019>
- Bianchi, G. Bentancur, O., & Sañudo, C. (2004). Efecto del tipo genético y del tiempo de maduración sobre la terneza de la carne de corderos pesados. *Agrociencia Uruguay*, 8(1), 41-50.
- Carvalho, V. B., Leite, R. F., Almeida, M. T. C., Paschoaloto, J. R., Carvalho, E. B., Lanna, D. P. D., Perez H. L., Van, E. H. C. B., Homem, J. A. C., & Ezequiel, J. M. B. (2015). Carcass characteristics and meat quality of lambs fed high concentrations of crude glycerin in low-starch diets. *Meat Science*, 110, 285–292. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.08.001>
- Chay-Canul, A. J., Ku-Vera, J. C., Magaña-Monforte, J. G., Ayala-Burgos, A. J., García-Herrera, R. A., & Piñeiro-Vázquez, A. T. (2017). Evaluación del consumo de energía metabolizable sobre el contenido energético de la canal en borregas Pelibuey. *Revista Mexicana Ciencias Pecuarias*, 8(1), 93-99. doi: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4312>
- Civit, D., Díaz, M. D., Rodríguez, E., & González, C. A. (2014). Características de la canal y efecto de la maduración sobre la calidad de la carne de ovejas de desvieje de raza Corriedale. *Información Técnica Económica Agraria*, 110(2), 160-170. doi: <https://doi.org/10.12706/itea.2014.010>

- Clariana, M., Guerrero, L., Sárraga, C., Díaz, I., Valero, Á., & García-Regueiro, J. A. (2011). Influence of high pressure application on the nutritional, sensory and microbiological characteristics of sliced skin vacuum packed dry-cured ham. Effects along the storage period. *Innovative Food Science Emerging Technologies*, 12(4), 456-465. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2010.12.008>
- Frías, J. C., Aranda, E. M., Ramos, J. A., Vázquez, C., & Díaz, P. (2011). Calidad y rendimiento en canal de corderos en pastoreo suplementados con caña de azúcar fermentada. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 15(3), 33-44.
- Gökdal, Ö., Atay, O., Eren, V., & Demircioğlu, S. K. (2012). Fattening performance, carcass and meat quality characteristics of Kivircik male lambs. *Tropical Animal Health and Production*, 44(7), 1491-1496. doi: <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0093-5>
- González-Garduño, R., Blardony-Ricardez, K., Ramos-Juárez, J. A., Ramírez-Hernández, B., Sosa, R., & Gaona-Ponce, M. (2013). Rentabilidad de la producción de carne de ovinos Katahdin x Pelibuey con tres tipos de alimentación. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(1), 135-148.
- Guerrero, L. I., Pérez, C. M. L., & Ponce, A. E., (2002). *Curso práctico de tecnología de carnes y pescado*. (Ed). Universidad Metropolitana Unidad Iztapalapa. México. 171 pp.
- Hernández, B., Sáenz, C., Alberdi, C., & Diñeiro, J. M. (2016). CIELAB color coordinates versus relative proportions of myoglobin redox forms in the description of fresh meat appearance. *Journal Food Science Technologic*, 53(12), 4159-4167. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2394-6>
- Hernández, C. L., Ramírez, B. J. E., Guerrero, L. M. I., Hernández, M. O., Crosby, G. M. M., & Hernández, C. L. M. (2009). Effects of crossbreeding on carcass and meat quality of Mexican lambs. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 61(2), 475-483. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352009000200027>
- Jucá, A. D. F., Faveri, J. C., Melo Filho, G. M., Ribeiro Filho, A. D. L., Azevedo, H. C., Muniz, E. N., & Pinto, L. F. B. (2016). Effects of birth type and family on the variation of carcass and meat traits in Santa Ines sheep. *Tropical Animal Health and Production*, 48(2), 435-443. doi: <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0971-8>
- Kuchtík, J., Zapletal, D., & Šustová, K. (2012). Chemical and physical characteristics of lamb meat related to crossbreeding of Romanov ewes with Suffolk and Charollais sires. *Meat Science*, 90(2), 426-430. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.08.012>
- Mamani-Linares, L. W., Cayo, F., & Gallo, C. (2014). Características de canal, calidad de carne y composición química de carne de llama: una revisión. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 25(2), 123-150. doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v25i2.8484>
- Mejía, H. J., Delgado, H. J. L., Mejía, H. I., Guajardo, H. I., & Valencia, P. M. (2011). Efectos de la suplementación con bloques multinutricionales a base de nopal fermentado sobre la ganancia de peso de ovinos en crecimiento. *Acta Universitaria*, 21(1), 11-16. doi: <https://doi.org/10.15174/au.2011.46>
- Moreno, G. M. B., Buzzulini, C., Borba, H., Costa, A. J., Lima, T. M. A., & Dourado, J. F. B. (2011). Efeito do genótipo e do teor de proteína da dieta sobre a qualidade da carne de cordeiros. *Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 12(3), 630-640.
- National Research Council (NRC). (2007). *Nutrient Requirements of Small Ruminants. Sheep, goats, cervids, and new world camelids*. Washington, D.C: Edición the National Academy Press. doi: <https://doi.org/10.17226/11654>
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (26 de agosto de 2015). Norma Oficial Mexicana. NOM-033-ZOO. Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.
- Ortiz, J. S., Costa, C., García, C. A. & Silveira, L. V. A. (2005). Medidas objetivas das carcaças e composição química do lombo de cordeiros alimentados e terminados com três níveis de proteína bruta em creep feeding. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(6), 2382-2389. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000700026>
- Partida, J. A., Vázquez, E., Rubio, M. S., & Méndez, D. (2012). Effect of Breed of Sire on Carcass Traits and Meat Quality of Katahdin Lambs. *Journal of Food Research*, 1(4), 141-149. doi: <http://dx.doi.org/10.5539/jfr.v1n4p141>
- Reyes, D. J., Hernández, M. O., Ramírez, B. E., Guerrero, L. I., Aranda, O. G., & Mendoza, M. G. (2011). Efecto de la suplementación con grasas protegida sobre la producción y calidad de la carne de toretes mexicano doble propósito. *Revista MVZ Córdoba*, 16(1), 2292-2301.

- Sánchez, E. A., Torrescano, U. G. R., Camou, A. J. P., González, M. N. F., & Hernandez, W. G. (2008). Sistemas combinados de conservación para prolongar la vida útil de la carne y los productos carnicos. *NACAMEH UNAM*, 2(2), 124-159.
- Sañudo, A. C. (2008). Calidad de la canal y de la carne ovina y caprina y los gustos de los consumidores. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37, 143-160. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008001300018>
- Statistical Analysis Systems (SAS) Institute (2013). SAS version 9.4. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sen, U., Sirin, E., Ulutas, Z., & Kuran, M. (2011). Fattening performance, slaughter, carcass and meat quality traits of Karayaka lambs. *Tropical Animal Health and Production*, 43(2), 409–416. doi: <https://doi.org/10.1007/s11250-010-9707-y>
- Souza, R. X., Bressan, M. C., Pérez, O. J. R., Faria, B. P., Vieira, O. J., & Kabeya, M. D. (2004). Efeitos do grupo genético, sexo e peso ao abate sobre as propriedades físico-químicas da carne de cordeiros em crescimento. *Ciênc Tecnol Aliment, Campinas*, 24(4), 543-549.
- Souza, D. A., Selaive-Villarroel, A. B., Pereira, E. S. Silva, E. M. C., & Oliveira, R. L. (2016). Effect of the Dorper breed on the performance, carcass and meat traits of lambs bred from Santa Inês sheep. *Small Ruminant Research*, 145, 76–80. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.10.017>
- Steel, R.G. D., Torrie, J. H., & Dickey, D. A. (1997). Principles and procedures of statistics, a biometrical approach. 3rd edition. McGraw-Hill Co. Inc. New York. 666 p.
- Torres, L.G.A., Sánchez, B.I.C., Restrepo, S.L.P., & Albarracín, H.W. (2012). Estudio de maduración de carne de cordero empleando electroforesis SDS-PAG. *Revista Colombiana Química*, 41(2), 263 - 282.
- Torrescano, U. G. R., Sánchez, E., Armida, P. M., Velázquez, C. F. J., & Tineo, S. J. R. (2009). Características de la canal y calidad de la carne de ovinos Pelibuey, engordados en Hermosillo, Sonora. *Revista BIOTECNIA*, 11(1), 41–50. doi: <http://dx.doi.org/10.18633/bt.v11i1.54>
- Urbano, S. A., Andrade F. M., Maciel, S. M. I., Moreira, D. J. W., Xavier, A. R. P., & César, S. D. (2013). Tissue composition of the leg and meat quality of sheep fed castor bean hulls in replacement of tifton hay. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(10), 759–765. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982013001000010>
- Vnučec, I., Držaić, V., Mioč, B., & Prpić, Z. (2014). Carcass traits and meat colour of lambs from diverse production systems. *Veterinarski Arhiv*, 84(3), 251-263.
- Yarali, E., Yilmaz, O., Cemal, İ., Karaca, O., & Taşkin, T. (2014). Meat quality characteristics in Kivircik lambs. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 38, 452–458. doi: <http://dx.doi.org/10.3906/vet-1309-79>
- Zimerman, M., Domingo, E., Grigioni, G., Taddeo, H., & Willems. (2013). The effect of pre-slaughter stressors on physiological indicators and meat quality traits on Merino lambs. *Small Ruminant*, 111(1), 6-9. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.12.018>