

## CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA CARNE DE BORREGO EN SISTEMA INTENSIVO

### CHARACTERIZATION OF PHYSICAL, CHEMICAL AND MICRO BIOLOGICAL QUALITY OF LAM MEAT IN INTENSIVE SYSTEM

Lucero H. V<sup>1</sup>., Alarcón R. A. D<sup>2</sup>., Rodríguez M. C. <sup>2</sup>., Ortega G. J. A<sup>2</sup>., Santana R. V<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km. 2 Carretera Delicias-Rosales; Delicias, Chih., México. 33120. <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y

Ecología, Perif. Fco. R. Almada, km 1. Chihuahua, Chih., Méx. 31031. <sup>3</sup>Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Químicas, Campus Universitario 1; Chihuahua, Chih., Méx. 31000

Responsable: Vianey Lucero Hernández, e-mail: [hernandez.vianey@inifap.gob.mx](mailto:hernandez.vianey@inifap.gob.mx)

#### Resumen

Se evaluó el efecto de la inclusión de manzarina en la dieta de ovinos sobre las características fisicoquímicas y oxidación de la carne durante el almacenamiento. Se utilizaron 24 ovinos de la craza terminal Charollais con y Dorper y con Katahdin distribuidos en dos tratamientos. El pH en la carne de ovinos presentó diferencia ( $P \leq 0.05$ ) entre razas y dentro de la misma raza con diferente dieta, la carne de los machos fue más ácida ( $P \leq 0.05$ ) que la de las hembras. La inclusión de manzarina en la dieta aumentó ( $P \leq 0.05$ ) la pérdida por goteo de la carne. Sin efecto ( $P > 0.05$ ) en CRA y esfuerzo de corte.

La carne de hembras alimentadas con manzarina fue menos luminosa ( $P \leq 0.05$ ) pero más roja que la de los machos, observándose el efecto contrario con la dieta testigo. La intensidad del color amarillo de la carne ( $b^*$ ) se incrementó ( $P \leq 0.05$ ) con los días de almacenamiento. Se presentó menor oxidación ( $P \leq 0.05$ ) en carne de hembras que en machos y en la carne de los ovinos alimentados con manzarina ( $P \leq 0.05$ ) que en la carne testigo hasta los 10 días de almacenamiento. También se evaluó la presencia de microorganismos en ovinos de las cruza terminales Black Belly, Dorper, Suffolk y Katahdi, como *Salmonella* que fue ausente, *E. coli* tuvo una incidencia de 14.28%, los mesófilos aerobios presentaron un valor promedio de  $\log_{10}$  1.0 UFC/cm<sup>2</sup>, los coliformes totales un valor promedio de  $\log_{10}$  1.93 NMP/cm<sup>2</sup> y los coliformes fecales un valor de 24 NMP/cm<sup>2</sup>. Justificación y objetivo

En la actualidad en México la agroindustria relacionada con frutas y hortalizas, genera cantidades considerables de subproductos con potencial de uso en dietas para el ganado.

El bagazo de manzana es un subproducto que incluye cáscaras, semillas y restos fibrosos de pulpa, contiene polifenoles con características antioxidantes<sup>5</sup>. Cuando se fermenta en condiciones aeróbicas y se agrega urea al bagazo de la manzana se obtiene manzarina, durante este proceso aumenta la proteína cruda a un rango de 25 a 28%<sup>21</sup>.

La alimentación rica en proteína significa mayor velocidad de crecimiento y calidad del producto que se reflejan en mayores índices de rentabilidad. Los índices de calidad de la carne de borrego, como de otras especies mayores, incluyen, entre otros, la textura, pH, capacidad de retención de agua (CRA), pérdida de agua por goteo (PG), color, oxidación, y presencia de microorganismos, como *Salmonella spp.*, *E. coli*, mesófilos aerobios, coliformes totales, y coliformes fecales. El conocimiento de dichos índices permite garantizar mayor seguridad en el consumo de este producto en la población y puedan asegurar una mayor diversidad de formas de consumo<sup>9</sup>. En México la producción de carne ovina representa 0.77% del total nacional de productos de origen pecuario, el consumo principal de la carne de ovino en grandes cantidades se presenta en forma de barbacoa, y no se cuenta con ningún otro canal de distribución viable para el aprovechamiento de esta carne<sup>14</sup>. Lo anterior muestra el amplio potencial de mejorar la calidad de la carne de borrego incorporando subproductos de la agroindustria particularmente de frutas y hortalizas.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los índices de calidad mencionados en líneas anteriores, tipificados como índices fisicoquímicos y microbiológicos, en carne de ovinos, así como identificar los factores que intervienen en dichos índices de calidad.

## Metodología

El trabajo se desarrolló en instalaciones de la Facultad de Zootecnia y Ecología y en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. La unidad experimental se dividió en dos partes, en una se utilizó un lote de 24 unidades para el análisis fisicoquímico e identificación de factores que determinan los índices de calidad. Estos factores se definieron mediante la evaluación de las interacciones de sexo, craza terminal, dieta, y tiempo de almacenamiento.

El lote incluyó los dos sexos, las cruza terminales de Charollais con Dorper y con Katahdin, los ingredientes utilizados en ambas dietas fueron alfalfa, soya, maíz roado, grasa animal, melaza, sal y una pre-mezcla mineral, sólo cambiaron en proporción al incluir manzarina en la dieta tratamiento, estas se suministraron *ad libitum*.

El factor tiempo de almacenamiento bajo estudio fue a los días 1, 4, 7 y 10 después del sacrificio. De esta manera resultaron dos niveles por sexo, craza terminal y dieta, y cuatro por tiempo de almacenamiento.

Las muestras de músculo *Longissimus dorsi* (LD) para análisis fisicoquímico se dividieron en dos partes iguales, una para la determinación de textura al día 1 y 5 con una navaja Warner Bratzler adaptada a un texturómetro Chatillon<sup>MR</sup> modelo Testing LH 5k en muestras de carne cocida<sup>2</sup>, y la otra para determinación de pH con un potenciómetro marca Thermo (modelo Orion 210A) en una muestra homogenizada de 1 g de carne con 9 ml de agua destilada<sup>1</sup>.

La CRA se evaluó utilizando la metodología reportada por Tsai y Ockerman<sup>23</sup> en 0.3 g. La PG se midiendo por la pérdida de peso de 3 g de carne suspendida dentro de un recipiente a 4 °C por 48 h<sup>10</sup>.

El color de las muestras se evaluó los días 1, 4 y 7 de almacenamiento con un colorímetro HunterLab MS-S obteniéndose las coordenadas L\*, a\* y b\*<sup>7</sup> y la oxidación de la carne se evaluó por medio de la determinación del ácido tiobarbitúrico en muestras almacenadas a 4 °C los 1, 4, 7 y 10 días siguiendo la metodología reportada por Piccini *et al.*<sup>19</sup>.

Se realizó un análisis de varianza multifactorial con el modelo lineal general para la identificación de las interacciones.

La segunda parte correspondió al análisis microbiológico, donde se utilizó una población de 72 animales de las cruza terminales Black belly, Dorper, Suffolk y Katahdi que se alimentaron con una dieta integrada por maíz molido, granos secos de destilería, pasta de soya, harinolina, gluten de maíz, microforos 12:10, sal común y carbonato de calcio. Los animales se sacrificaron por técnicas convencionales e inmediatamente después del lavado de canales se tomaron 19 muestras compuestas para la determinación de mesófilos aerobios (MA) y *Salmonella spp* y 14 para coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF) y *E. coli*. Cada muestra se integró con tres submuestras externas y tres internas anterior, media y posterior, sobre un espacio rectangular de 10 cm<sup>2</sup> con hisopos estériles<sup>12</sup>, humedecidos con agua peptona al 1 %.

Para la determinación de coliformes se utilizó la técnica del Número Más Probable (NMP)<sup>17</sup>. Los MA se determinaron por el método de conteo de bacterias aerobias en placa según la norma NOM-092-SSA1-1994<sup>16</sup>, *E. coli* mediante la prueba del indol<sup>3</sup>. De manera similar, se tomo la muestra para *Salmonella spp.* pero con caldo tetratiónato y siguió el método para la determinación de *Salmonella spp.* en alimentos de acuerdo a la NOM-114-SSA1-1994<sup>18</sup>.

En esta parte el análisis estadístico sólo incluyó media y desviación estándar.

## Resultados

La luminosidad (L\*) y la tendencia al color rojo (a\*) del músculo LD no se modificaron a través de los días (Cuadro 1). L\* presentó una triple interacción ( $P \leq 0.05$ ) entre dieta, raza y sexo donde las hembras alimentadas con manzarina presentaron menor luminosidad que las alimentadas con la dieta testigo y que los machos.

En a\* se encontró efecto ( $P \leq 0.05$ ) de una doble interacción entre dieta y sexo, en la cual las hembras que se alimentaron con manzarina presentaron carne más roja que las alimentadas con la dieta testigo y que los machos, pero entre éstos, fue similar ( $P > 0.05$ ).

Se observó que la intensidad al color amarillo (b\*) se modificó a través de los días con un efecto ( $P \leq 0.05$ ) lineal con valores que van desde  $9.18 \pm 0.16$  hasta  $9.86 \pm 0.15$ .

Para la oxidación de la carne se encontró una triple interacción ( $P \leq 0.05$ ) entre sexo, raza y dieta sobre el contenido de malonaldehído en la carne el cual fue menor en las hembras que en los machos, y entre dietas donde los animales alimentados con manzarina presentaron menor grado de oxidación que los alimentados con la dieta testigo (Cuadro 1). Se encontró una doble interacción entre sexo y día de almacenamiento ( $P \leq 0.05$ ) sobre el contenido de malonaldehído ( $\mu\text{g/kg}$ ) en la carne, éste fue menor en la dieta que contenía manzarina, pero aumentó con el almacenamiento para ambas dietas (Gráfica 1).

Se observó una doble interacción ( $P \leq 0.05$ ) entre raza y dieta para el pH de la carne, la cruce Charollais con Katahdin (ChxKh) con la dieta testigo presentó un valor menor que las alimentados con manzarina.

El factor sexo tuvo efecto sobre el pH ( $P \leq 0.05$ ), las hembras obtuvieron un valor promedio más alto que los machos. La PG presentó efecto ( $P \leq 0.05$ ) de sexo, fue mayor la pérdida en hembras.

También se observó efecto ( $P \leq 0.05$ ) de la dieta sobre la PG donde fue mayor en los ovinos alimentados con manzarina (Cuadro 2). Sexo, dieta y raza no mostraron efecto ( $P > 0.05$ ) sobre la CRA y textura de la carne, además del día sobre esta última.

**Finalmente**, respecto a la presencia de microorganismos, no se observó *Salmonella spp.*, *E. coli* tuvo una incidencia de 14.28%, los MA presentaron un valor promedio de  $\log_{10}$  1.0 UFC/cm<sup>2</sup>, coliformes totales un valor promedio de  $\log_{10}$  1.93 NMP/cm<sup>2</sup> y los coliformes fecales un valor de 24 NMP/cm<sup>2</sup>.

Cuadro 1. Interacciones del sexo, raza y dieta ( $P \leq 0.05$ ) sobre los parámetros L\* y a\* del color y la oxidación (TBA) de la carne de ovinos alimentados con manzarina (Medias  $\pm$  EE)<sup>1</sup>.

Dieta

Característica Sexo Manzarina Testigo Cruza

Cruza

ChxDp ChxKh ChxDp ChxKh

L\* H 31.2  $\pm$  0.62 33.4  $\pm$  0.62 34.7  $\pm$  0.76 33.2  $\pm$  0.54

M 33.3  $\pm$  0.62 33.9  $\pm$  0.62 31.7  $\pm$  0.54 34.0  $\pm$  0.76

a\* H 7.9  $\pm$  0.18 6.9  $\pm$  0.19

M 7.1  $\pm$  0.18 7.2  $\pm$  0.19

TBA ( $\mu$  g malonaldehído/kg) H 424.7  $\pm$  57.6 320.5  $\pm$  57.6 372.7  $\pm$  70.5 591.3  $\pm$  49.9

M 432.4  $\pm$  57.6 529.2  $\pm$  57.6 681.7  $\pm$  49.9 580.1  $\pm$  70.5

<sup>1</sup>ChxDp = Charollais x Dorper; ChxKh = Charollais x Khatadin

H = Hembra; M = Macho.

Cuadro 2. Efecto del sexo, raza y dieta ( $P \leq 0.05$ ) sobre el pH y la pérdida por goteo (PG), de la carne de ovinos alimentados con manzarina (Medias  $\pm$  EE).

Característica Sexo Dieta

pH Hembra Macho Cruza Manzarina Testigo

5.26  $\pm$  0.03 5.07  $\pm$  0.03 ChxDp 5.17  $\pm$  0.05 5.20  $\pm$  0.05

ChxKh 5.24  $\pm$  0.05 5.05  $\pm$  0.05

PG (%) 6.12  $\pm$  0.36 3.90  $\pm$  0.36

5.63  $\pm$  0.35 4.39  $\pm$  0.39

Gráfica 1. Efecto del tiempo de almacenamiento de la carne de ovino sobre el contenido de malonaldehído.

### Discusión

Los resultados sobresalientes pueden explicarse tal como lo muestran Sañudo *et al.*<sup>22</sup> los cuales observaron diferencias estadísticas en los valores de L\* para carne de hembras (39,80) y machos enteros (41,26). Lanza *et al.*<sup>13</sup> encontraron que la luminosidad (L\*) de la carne de cordero se reduce, al incluir en

la dieta pulpa de cítrico deshidratada, la cual tiene alto contenido de energía y fibra. Muriel *et al.*<sup>15</sup> encontraron que el valor de a\* incrementa a medida que la concentración de hemoproteínas aumenta, esto explica los mayores valores de la coordenada a\* encontrados en el LD. La oxidación lipídica precede

de la oxidación de la oximioglobina y por lo tanto la depreciación del color,  $a^*$  disminuye y  $b^*$  aumenta. De

acuerdo con Gasperlin *et al.*<sup>8</sup>  $b^*$  mostró un valor alto en el LD madurado, este efecto se dio como resultado de una rápida oxigenación de la carne. Gonçalves *et al.*<sup>9</sup> observaron un efecto significativo del tiempo de maduración sobre  $b^*$ .

Los ácidos grasos insaturados son propensos a oxidarse conduciendo al desarrollo de rancidez a medida que aumenta el tiempo<sup>20</sup>, sin embargo el bagazo de la manzana es rica en flavonoides y polifenoles que reducen el proceso natural de oxidación<sup>5</sup>.

En el presente trabajo las hembras presentaron un pH mayor que los machos, pero estos un mayor peso al sacrificio, al respecto Cano *et al.*<sup>4</sup> mencionan que el pH de la carne disminuye al aumentar el peso al sacrificio de los animales.

Hopkins *et al.*<sup>11</sup> trabajaron con animales de seis genotipos diferentes y observaron que la raza tuvo un efecto significativo sobre el valor del pH<sub>u</sub> medido en el músculo LD.

De la misma manera Franco *et al.*<sup>6</sup> encontraron que la carne de las hembras porcinas presenta mayor pérdida por goteo que la de los machos.

#### Literatura citada

1. Antonomanolaki, R. E., K. P. Varelziz, S. A. Georgakis y E. Kaldrymou. 1999. Terminal gelation properties of surimi-like material made from sheep meat. *Meat. Sci.* 52:429-435.
2. Bushway, A. A., N. B. Lecomte, T. M. Work y R. H. True. 1988. Characteristic of frankfurters prepared from mutton and fowl. *J. Food. Sci.* 53(1):67-69.
3. Cano, de los Ríos O. 2006. Manual de técnicas para el análisis microbiológico de alimentos. Universidad Autónoma de Chihuahua.
4. Cano, E.T., Peña, B.F., Martos, P.J., Domenech, G.V., Alcalde, A.M.J., García, M.A., Herrera, G.M., Rodero S.E. y Acero de la Cruz, R. 2003. Calidad de la canal y de la carne en corderos ligeros de raza segureña. *Arch. Zootec.* 52:315-326.
5. Ćetković, G., Čanadanović-Brunet, J., Djilas, S., Savatovic, S., Mandic, A. y Tumbas, V. 2008. Assessment of polyphenolic content and in vitro antiradical characteristics of apple pomace. *Food Chemistry.* 109(2):340-347.
6. Franco, M.M., Antunes, R.C., Borges, M., Melo, E.O. Y Goulart, L.R. 2008. Influence of breed, sex and growth hormone and halothane genotypes on carcass composition and meat quality traits in pigs. *Journal of muscle foods.* 19(1):34-49
7. Garrido, M. D., S. Bañón, J. Pedauye, and J. Laencina. 1994. Objective meat quality easurements of ham: a practical classification method on the slaughterline. *Meat Sci.* 37(3):421-429.
8. Gasperlin, L., Zlender, B. y Abram, V. 2001. Colour of beef heated to different temperaturas as related to meat ageing. *Meat Science* 59(1):23-30
9. Gonçalves, L.A.G., Zapata, J.F.F., Rodrigues, M. Do C.P., Borges, Â.S. 2004. Efeitos do sexo e do tempo de maturação sobre a qualidade da carne ovina. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas,* 24(3):459-467.
10. Honikel, K. O. y C. J. Kim 1986. Causes of the development of PSE pork. *Fleischwirsch.* 66: 349-351.
11. Hopkins, D.L., Stanley, D.F., Martin, L.C., Toohey, E.S. y Gilmour, A.R. 2007. Genotype and age effect on sheep meat production. 3. Meat quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* 47(10):1155-1164.
12. Hyttainen, M. 1975. Microbiology methods of examination and quality assessment of meat. *Fleischwirtschaft.* 55(4):459-552.
13. Lanza, M., Fasone, V., Galafaro, V., Barbagallo, D., Bella, M. y Pennisi, P. 2004. Citrus pulp as an ingrediente in ostrich diet: effects on meat quality. *Meat Science* 68(2):269-275.
14. López, P. M. G., M. S. Rubio y S. E. Valdés. 2000. Efectos del cruzamiento, sexo, dieta en la

- composición química de la carne de ovinos Pelibuey con Rambouillet y Suffolk. *Veterinaria México*. 31(1):11-19.
15. Muriel, E., Antequera, T. y Ruiz, J. 2002. Efecto del tipo de músculo sobre parámetros de calidad en carne fresca de cerdo ibérico. *Ciencia y tecnología alimentaria*. 3(4):241-247.
16. NOM-092-SSA1-1994. Norma Oficial Mexicana. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
17. NOM-112-SSA1-1994. Norma Oficial. Bienes y servicios. Determinación de bacterias oliformes. Técnica del número más probable.
18. NOM-114-SSA1-1994. Norma Oficial Mexicana. Bienes y servicios. Método para la determinación de Salmonella en alimentos.
19. Piccini, J. L., Evans, D. R. y Quaranta, H. O. 1986. Comparison of TBA number of irradiated fish with sensory quality. *Food Chemistry* 19:163-171.
20. Renerre, M., Dekker, C.F. y Lopez-Bote, C.J. 2001. Oxidative processes and mioglobin. In antioxidants in muscle foods. Ed. John Wiley. New York. N.Y. 113-133.
21. Rodríguez, M.C., Becerra, B. A., Arzola, O.C., Ruiz, O. y Jiménez, J. 2005. Producción de proteína microbial mediante la fermentación con levaduras a partir de subproductos de manzana. Memorias, XXIV Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal y Reunión Latinoamericana de Producción Animal.
22. Sañudo, C., Sierra, I., Olleta, J.L., Martin, L., Campo, M.M., Santolaria, P., Wood, J.D. y Nute, G.R. 1998. Influence of weaning on carcass quality, fatty acid composition and meat quality in intensive lamb production systems. *Animal Science*. 66:175-187.
23. Tsai, T. C. y Ockerman, H. W. 1981. Water binding measurement of meat. *J. Food. Sci.* 46(3):697-701.