

EFFECTO DEL CLORURO DE CALCIO Y ENZIMAS PROTEOLÍTICAS SOBRE LA BLANDURA DE LA CARNE DE RES.

Martínez-Jaime O.A.^{a*}, Hernández-Hernández R.^a, Mendoza-Carrillo J.M.^a, Bucio-Villalobos C.M.^a,
Salas-Araiza M.D.^a y Orozco Gutiérrez D.V.^a

^a Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato-Salamanca, División Ciencias de la Vida, Departamento de Agronomía. Ex-Hacienda "El Copal", Km. 9 carretera Irapuato-Silao, C.P. 36821, Irapuato, Guanajuato, México.

* osmar67@yahoo.com

RESUMEN:

La textura de la carne de res es una característica de calidad que define la aceptación de los consumidores a través de medios sensoriales; con el propósito de incrementar su blandura, se aplicaron tres tratamientos a base de enzimas y cloruro de calcio en carne cocida y sin cocer, los cuales fueron: T₁ (0.015% bromelina, 0.005% papaína, 10% cloruro de calcio), T₂ (0.01% papaína, 10% cloruro de calcio), T₃ (0.03% bromelina, 10% cloruro de calcio) y T₀ como testigo. Se midió la fuerza de corte con un texturómetro antes de aplicar los tratamientos y en tres momentos posteriores (24, 48 y 72 horas), para lo cual se almacenaron las muestras a 4±0.5°C. Se realizó la evaluación sensorial de la carne cocida en los tres horarios anteriores, asignando una escala arbitraria y utilizando cinco jueces entrenados. Después de aplicar un diseño completamente al azar con ajuste por covarianza en cada momento para la fuerza de corte, se concluyó que el T₁ fue el más eficaz en el ablandamiento de la carne sin cocer y cocida, lo cual se confirmó para la carne cocida, con la aplicación del análisis sensorial, a través de la prueba de Kruskal-Wallis en cada horario.

ABSTRACT:

The texture of the beef is a quality characteristic that defines the acceptance by consumers through sensory means; in order to increase its softness, three treatments based on enzymes and calcium chloride were applied in cooked meat and uncooked meat, which were T₁ (0.015% bromelain, 0.005% papain, 10% calcium chloride), T₂ (0.01% papain, 10% calcium chloride), T₃ (0.03% bromelain, 10% calcium chloride) and T₀ as control. The cutting force was measured with a texturemeter before applying the treatments, and three times after application (24, 48 and 72 hours), for which the samples were stored at 4±0.5°C. Sensory evaluation of cooked meat was performed in the three previous times, assigning an arbitrary scale and using five trained judges. After applying a completely randomized design with covariate adjustment at each times for the cutting force, was concluded that the T₁ was the most effective in softening the uncooked meat and cooked meat, this was confirmed for the cooked meat, by applying sensory analysis, through the Kruskal-Wallis test in each time.

Palabras clave:

Blandura de la carne de res, enzimas proteolíticas, cloruro de calcio.

Keyword:

Softness of the beef, proteolytic enzymes, calcium chloride.

Área: Cárnicos.

INTRODUCCIÓN

La producción de carne de res en canal del 2012 al 2013, a nivel nacional disminuyó fluctuando de 1,820,547 a 1,806,758 t, en el estado de Guanajuato aumentó pasando de 45,856 a 54,855 t, y el incremento fue más considerable en el municipio de Irapuato donde varió de 2,200 a 7,494 t (SIAP, 2012, 2013). En términos generales, la carne de ganado bovino constituye un excelente alimento para el ser humano, al estar compuesta de 75% de agua, 19% de proteína,

3.5% de sustancias no proteicas solubles y 2.5% de grasa (Lawrie, 1998). La grasa es la forma energética más concentrada en los bovinos y cuando se deposita intermuscularmente incrementa la suavidad de la carne (Nishimura *et al.*, 1999; Calkins and Sullivan, 2007). Las proteínas del tejido conectivo son: colágeno, elastina y reticulina, las de tipo miofibrilar son: actina, miosina, tropomiosina y troponina, y las sarcoplasmáticas son: mioglobina y hemoglobina; las dos primeras determinan la capacidad de retención de agua y la textura de la carne (Swatland and Findlay, 1997). Una característica fundamental que influye en la aceptación de la carne de res por parte de los consumidores, es sin duda, la percepción sensorial de su textura (Jeremiah, 1982); esta característica constituye un proceso complejo, que es afectado por factores como la especie, la raza, la edad, el sexo, la dieta e incluso el manejo del animal durante el transporte y al momento de su sacrificio (Thompson, 2002); los factores postmortem también influyen en la textura, como por ejemplo: el enfriamiento, la estimulación eléctrica, la maduración o acondicionamiento de la carne, el tipo de cocción y el ablandamiento artificial a través de métodos mecánicos, químicos y enzimáticos. Un método químico bastante utilizado, es la inyección a base de cloruro de calcio (Koochmaraie *et al.*, 1990; Chacón, 2004), el cual desde un punto de vista nutricional, posee la ventaja de incrementar la ingesta de calcio (Heaney, 1992). En el caso de los métodos enzimáticos, se ha recurrido a la aplicación de ficina, papaína y bromelina que son enzimas extraídas de las plantas (Naveena *et al.*, 2004). Por lo anteriormente expuesto, se planteó el presente estudio con el objetivo de evaluar el efecto del cloruro de calcio en combinación con las enzimas proteolíticas: papaína y bromelina, sobre el atributo de blandura del músculo supraespinoso del ganado bovino.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la ciudad de Irapuato, Guanajuato, México. Se utilizó carne del músculo supraespinoso (españilla) proveniente de cuatro animales diferentes con aproximadamente 24 horas postmortem, la cual fue proporcionada por cuatro expendios de carne de la ciudad. Una vez separado de las canales, las cuatro porciones de carne fueron colocadas en recipientes aislantes del calor para mantenerlas a baja temperatura, y se llevaron al laboratorio de la División de Ciencias de la Vida. De cada porción se cortaron a su vez dos pequeños fragmentos, para medir la fuerza de corte en carne cruda y cocida, lo que constituyó la lectura inicial del ensayo. Enseguida, se procedió a separar el tejido conjuntivo y la grasa de cada uno de los trozos de carne iniciales, y posteriormente se seccionaron en cuatro partes, cortando paralelamente a las fibras musculares, de manera que se obtuvieron 16 porciones, que funcionaron como las unidades experimentales para aplicar tres tratamientos y un control de referencia (T_0). En el primer tratamiento (T_1) se aplicó 0.015% de bromelina, 0.005% de papaína y 10% de solución de cloruro de calcio 200mM (CaCl_2); en el segundo (T_2) 0.01% de papaína y 10% de CaCl_2 ; y en el tercero (T_3) 0.03% de bromelina y 10% de CaCl_2 , los porcentajes fueron en base al peso de cada porción de carne (unidad experimental), tal como lo sugirió Wheeler *et al.*, 1993. La bromelina (Tebrozime) y la papaína (Propain 100) fueron proporcionadas por la empresa Enmex, S.A. de C.V., y el cloruro de calcio por Bekarem, S.A. de C.V. Los cuatro trozos de carne correspondientes a cada tratamiento, fueron a su vez cortados en tres partes para su posterior empacado en bolsas de polietileno, marcados y almacenados a una temperatura de $4 \pm 0.5^\circ\text{C}$, con el fin de que cada parte pudiera ser usada para medir la fuerza de corte a las 24, 48 y 72 horas, para lo cual se utilizó un texturómetro Chatillon LTCM-100 con celda de 500 N,

rango de carga de 0-55 Kg y un desplazamiento de cuchilla Warner Bratzler de 15.8 in/min, de las cuatro porciones de carne que corresponden a la medición de esta variable a las 24 horas, en cada tratamiento más el control, se tomaron dos trozos, el primero fue cortado con dimensiones de 5cmx1cmx1cm y de forma paralela a las fibras musculares para el registro en carne sin cocer, y el segundo trozo con dimensiones mayores al primero, se coció durante 15 min a baño maría hasta alcanzar los 72°C en el centro térmico, a fin de ajustar a las dimensiones del primero y realizar la valoración en carne cocida. En ambos casos, se realizaron 5 determinaciones para las cuatro porciones por cada tratamiento, generando 20 repeticiones por tratamiento. Este procedimiento se reprodujo de manera análoga a las 48 y 72 horas. Para efectuar el contraste de estas cuatro muestras aleatorias independientes, y considerando que los registros para esta variable presentaron una lectura inicial (a las 0 horas) y una lectura final (a las 24, 48 y 72 horas), fue necesario analizar esta información para cada lectura final, a través de un modelo de diseño de un factor con cuatro tratamientos y veinte repeticiones, con ajuste por covarianza. Los resultados obtenidos se confirmaron con análisis sensorial, para lo cual se utilizaron cinco jueces entrenados; de cada trozo de carne correspondiente a cada tratamiento y el control, se cortaron cinco tiras de dimensiones un poco mayores a 5cmx1cmx1cm, para después del cocimiento ajustar estas medidas, los trozos se empacaron independientemente en bolsas de polietileno y se cocieron a baño maría durante 15 minutos. Una vez cocida la carne, se esperó hasta que esta alcanzara la temperatura del medio ambiente, las pruebas se realizaron a las 24, 48 y 72 horas después de haber aplicado los tratamientos, asignando una escala arbitraria de 1 (el más suave) a 6 (el menos suave). Dada de la naturaleza de esta variable respuesta, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla I se presentan los valores de la prueba de F, probabilidad P y los coeficientes de variación del análisis de varianza del diseño propuesto para la variable fuerza de corte en carne cocida y sin cocer a las 24, 48 y 72 horas. En la carne sin cocer, se presentaron diferencias altamente significativas entre medias de tratamientos solamente a las 24 horas, esto se confirma en la figura 1 donde la prueba de Tukey ($P=0.05$) muestra que el T₁ fue el mejor con el menor promedio (grupo c), seguido del T₀ y el T₃ (grupo b) y el T₂ con la media más alta (grupo a); estas variaciones posiblemente sean debidas a la presencia de diferentes cantidades de tejido conectivo dentro de un mismo músculo (Dumont, 1990); por su parte, las valoraciones realizadas a las 48 y 72 horas fueron estadísticamente iguales, posiblemente debido a la poca activación enzimática provocada por la baja temperatura a la que fue almacenada la carne. En la carne cocida, esta variable registró diferencias altamente significativas a las 24, 48 y 72 horas (tabla I), lo anterior se ratifica en la figura 2 donde se aprecia a las 24 y 48 horas, que la prueba de Tukey ($P=0.05$) reafirma al T₁ como el más sobresaliente con el promedio más bajo (grupo c), seguido de los tratamientos T₂ y T₃ (grupo b) y el testigo T₀ (grupo a), mientras que a las 72 horas, los tratamientos T₁, T₂ y T₃ (grupo b) se consideran mejores que el T₀ (grupo a). Ensayos análogos fueron realizados por Ketnawa and Rawdkuen, 2011, en carne de cerdo y calamar, e Istrati *et al.*, 2011, en carne de res, ambos trabajos coincidieron con este estudio, al concluir que el tratamiento con la mezcla de enzimas y cloruro de calcio, fue el que logró aumentar en mayor grado la suavidad de la carne de las diferentes especies utilizadas. Los valores de la prueba H de Kruskal-Wallis para la variable con escala arbitraria correspondiente a la

evaluación sensorial de la carne cocida fueron 36.394, 20.806 y 36.167 a las 24, 48 y 72 horas, respectivamente, con un valor de probabilidad en todos los casos de $P=0.0001^{**}$, lo que permitió concluir que al menos una mediana de tratamiento fue diferente a las demás. Lo anterior se comprueba en la figura 3 donde la prueba de Tukey ($P=0.05$) aplicada a los promedios de los rangos asignados por Kruskal-Wallis, presenta al T_1 como el mejor, al registrar la menor mediana (grupo c), seguido de los T_2 y T_3 (grupo b) y el T_0 con la mediana más alta (grupo a) a las 24 horas; mientras que a las 48 y 72 horas, los tratamientos T_1 , T_2 y T_3 (grupo b) mostraron medianas más bajas que el T_0 (grupo a), por lo tanto, la prueba sensorial es consistente con la fuerza de corte.

Tabla I. Análisis de varianza de la fuerza de corte con ajuste por covarianza para carne cocida y sin cocer a las 24, 48 y 72 horas.

	Valor de F	Probabilidad	C.V. (%)
24 horas			
Carne sin cocer	8.03	0.0001 **	27.03
Carne cocida	28.45	0.0001 **	29.37
48 horas			
Carne sin cocer	0.66	0.5774 NS	22.87
Carne cocida	25.50	0.0001 **	30.84
72 horas			
Carne sin cocer	0.94	0.4248 NS	31.17
Carne cocida	37.04	0.0001 **	28.36

** Indica diferencia altamente significativa y NS Indica que no hay diferencia entre medias de tratamientos.

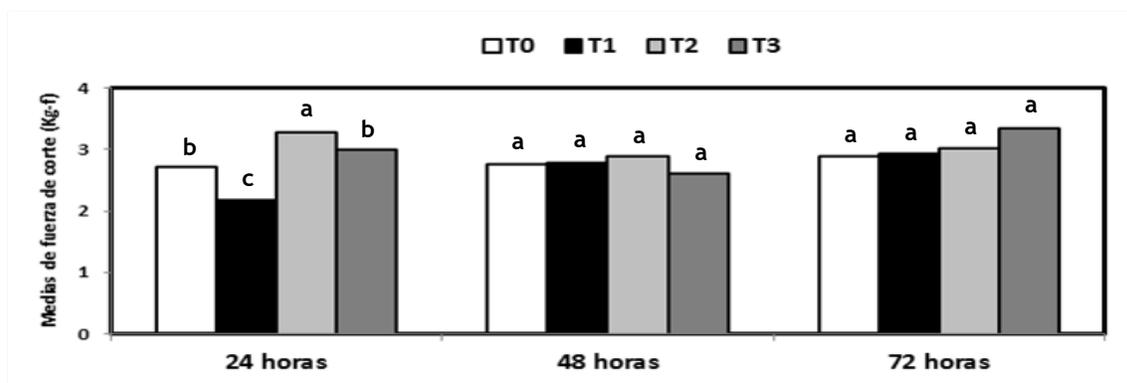


Figura 1. Prueba de Tukey ($P=0.05$) aplicada a las medias de tratamientos ajustadas para la fuerza de corte (Kg-f) en carne sin cocer a las 24, 48 y 72 horas.

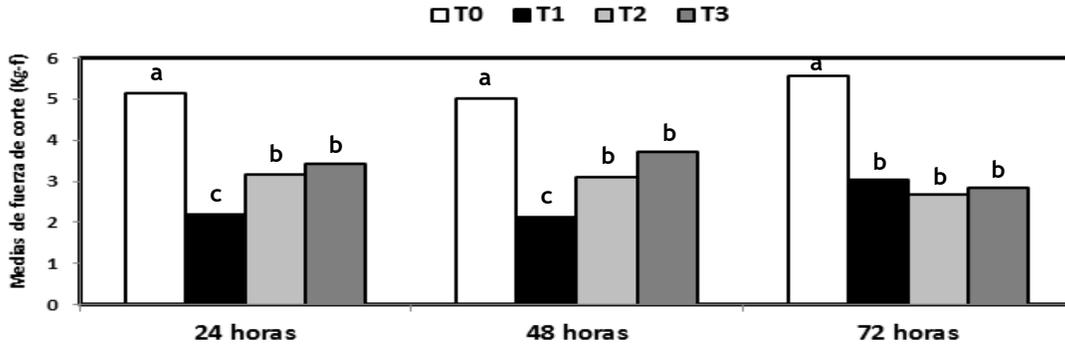


Figura 2. Prueba de Tukey (P=0.05) aplicada a las medias de tratamientos ajustadas para la fuerza de corte (Kg-f) en carne cocida a las 24, 48 y 72 horas.

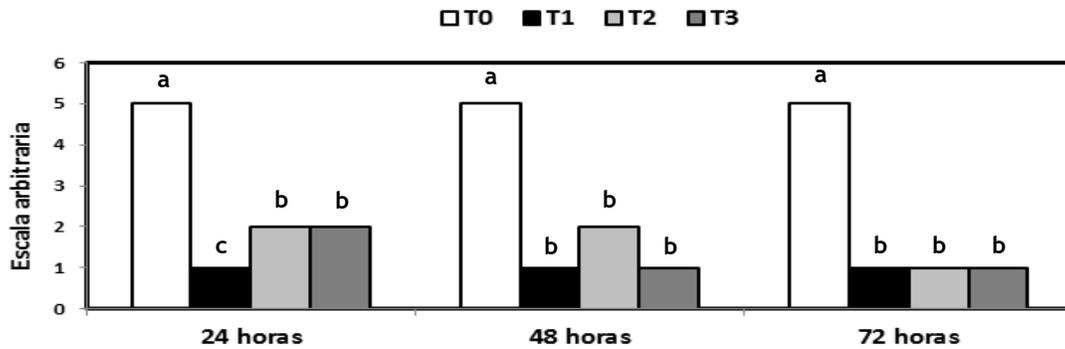


Figura 3. Prueba de Tukey (P=0.05) aplicada a los promedios de los rangos asignados por Kruskal-Wallis para la evaluación sensorial en carne cocida a las 24, 48 y 72 horas.

CONCLUSIONES

La mezcla de enzimas proteolíticas en combinación con el cloruro de calcio fue el tratamiento más eficiente para incrementar la blandura del músculo supraespinoso del ganado bovino en carne sin cocer y cocida, al registrar los valores más bajos de fuerza de corte, confirmando estos resultados con un mayor grado de suavidad mediante la percepción sensorial de la carne cocida.

BIBLIOGRAFÍA

- Calkins CR, Sullivan G. 2007. Adding enzymes to improve beef tenderness. National Cattlemen's Beef Association.
- Chacón A. 2004. La suavidad de la carne: implicaciones físicas y bioquímicas asociadas al manejo y proceso agroindustrial. *Agronomía Mesoamericana* 15(2):225-243.
- Dumont BL. 1990. Variation of ham conformation and relation to the muscle/bone ratio. In *Journées de la Recherche Porcine en France* 22:43-49.

- Heaney RP. 1992. Calcium in the prevention and treatment of osteoporosis. *Journal of Internal Medicine* 231:169-180.
- Istrati D, Vizireanu C, Dima F, Dinică R. 2011. Influence of vacuum packaging on quality of beef muscle after different tenderization methods. *Journal of Agroalimentary Process and Technologies* 17(3):275-280.
- Jeremiah LE. 1982. Factors affecting consumption, selection and acceptability of meat purchases. *Journal of Consumer Studies and Home Economics* 6:137-154.
- Ketnawa S, Rawdkuen S. 2011. Application of bromelain extract for muscle foods tenderization. *Food and Nutrition Sciences* 2:393-401.
- Koohmaraie M, Crouse JD, Whipple G. 1990. Acceleration of postmortem tenderization in lamb and brahman-cross beef carcasses through infusion of calcium chloride. *Journal of Animal Science* 68:1278-1283.
- Lawrie RA. 1998. *Ciencia de la carne*. Tercera edición. Editorial Acribia, S.A. 367 p. Zaragoza, España.
- Naveena BM, Mendiratta SK, Anjaneyulu ASR. 2004. Tenderization of buffalo meat using plant proteases from *Cucumis trigonus* Roxb and *Zingiber officinale* Roscoe (Ginger Rhizome). *Meat Science* 68(3):363-369.
- Nishimura T, Hattori A, Takahashi K. 1999. Structural changes in intramuscular connective tissue during the fattening of Japanese black cattle: effect of marbling on beef tenderization. *Journal of Animal Science* 77:93-104.
- SIAP, 2012. Sistema de Información Agropecuaria. Bovino, producción, precio, valor y peso de ganado en pie y carne en canal. (<http://www.siap.gob.mx>). Consulta en línea: 28 de julio de 2014.
- SIAP, 2013. Sistema de Información Agropecuaria. Bovino, producción, precio, valor y peso de ganado en pie y carne en canal. (<http://www.siap.gob.mx>). Consulta en línea: 28 de julio de 2014.
- Swatland HJ, Findlay CJ. 1997. On-line prediction of beef toughness, correlating sensory evaluation with fluorescence of connective tissue and dynamic analysis of overall toughness. *Food Quality and Preference* 8(3):233-239.
- Thompson J. 2002. Managing meat tenderness. *Meat Science* 62:296-308.
- Wheeler TL, Koohmaraie M, Lansdell JL, Siragusa GR, Miller MF. 1993. The effects of post mortem injection time, injection level and concentration of calcium chloride on beef quality trait. *Journal of Animal Science* 71:2965-2974.