

Evaluación de los cambios producidos por el tiempo de aplicación de papaína en las propiedades de textura de la carne de bovino

Evaluation of the changes by the time of application of the papain in the textural properties of beef

Trujillo N. Yanine Y.* , Argote A. Hugo A.

Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Departamento de Alimentos. Universidad de Pamplona, Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Recibido 20 de Octubre 2009; aceptado 11 de Diciembre 2009

RESUMEN

Comercialmente se encuentran piezas de carne que presentan una textura dura, las cuales son rechazadas por parte del consumidor, reduciéndose el beneficio económico en la comercialización. La textura dura de la carne puede ser modificada por medios físicos, mecánicos, químico y, enzimáticos a partir del uso de enzimas pectolíticas como la papaína. El efecto que causa la adición de la papaína en las propiedades de textura de la carne de bovino empacada y almacenada a 4°C durante 15 días, se evalúa, con el fin de establecer el tiempo de tratamiento más favorable en el uso de esta enzima. La evaluación se realiza en carne cruda y en carne cocida testigo, tratada previamente con papaína en dos tiempos (1 y 3 horas). De las propiedades de la textura, medidas instrumentalmente se obtiene que la papaína reduce la dureza, aumenta la elasticidad y la masticabilidad, disminuye la adhesividad, conforme se aumenta el tiempo del tratamiento enzimático. La papaína en la carne cruda aumenta la adhesividad y la masticabilidad. La papaína reduce la dureza de la carne cocida hasta el 9 día de almacenamiento, siendo mayor conforme se aumenta el tiempo del tratamiento enzimático, la elasticidad solo modifica al

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia. E-mail: yaninetrujillo@unipamplona.edu.co

incrementar el tiempo de exposición (3 horas), es más masticable al aplicar 1 hora y menos adhesivo.

Palabras clave: *músculo semitendinoso, papaína, TPA,.*

ABSTRACT

Commercially there are meat pieces having a hard texture, which are rejected by the consumer reducing the economic benefit in the commercialization. The hard texture of the meat can be modified by physical, mechanical, chemical and enzymatic means from the use of pectolytic enzymes such as the papain. The effect caused by the addition of the papain in the textural properties of packaged beef and stored at 4°C and evaluated for 15 days, in order to establish the most favorable treatment time in the use of this enzyme. The evaluation was done on raw meat and cooked meat previously treated with papain in two times (1 to 3 hours). From the texture properties instrumentally measured was obtained that the papain reduces the hardness, increases the elasticity and the chewiness, decreases the stickiness as the time of the enzyme treatment increases. Papain in raw meat increases the adhesiveness and the chewiness. Papain reduces the hardness of the cooked meat up to the 9 day of storage being greater as the time of the enzymatic treatment increases, the elasticity only modifies when the exposure time increases (3 hours), it is chewier when applying 1 hour and less adhesive.

Keywords: semitendinosus muscle, papain, TPA.

INTRODUCCIÓN

La textura de los alimentos es un conjunto de sensaciones distintas, un parámetro multidimensional, y por ello es complicado obtener una definición válida de la misma. Por este motivo, diversos autores han propuesto definiciones (Scott-Blair, 1976; Brennan, 1980; Bourne, 1982; Anzaldúa-Morales, 1994), entre las que se describe como la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista, el oído, y que se manifiesta cuando el alimento

sufre una deformación. No se puede hablar de la textura de un alimento como una propiedad única de este, sino que hay que referirse a los atributos o a las propiedades de textura de ese alimento (Anzaldúa-Morales, 1994). Dentro de los atributos de la textura, el más destacado es la dureza. Este parámetro es menos variable en la carne de cerdo, conejo, cordero y ternera, que en la de vacuno mayor. En relación a ello, investigaciones como la de Ramírez, quien en el 2004 comparó las

características bioquímicas del músculo *longissimus*, así como la calidad de la carne de conejo a partir de la capacidad de retención de agua (CRA), el color y las propiedades de textura, empleando el test de Warner-Bratzler (WB) y el análisis de perfil de textura (TPA). Como resultado obtuvo diferencias significativas ($p < 0.05$) en la CRA, expresadas como el porcentaje de agua liberada por presión entre los grupos. Además los resultados para el análisis de perfil de textura (TPA) para masticabilidad, gomosidad y dureza, fueron también más altos en uno de los grupos ($p < 0.01$), concluyendo que la carne de uno de los grupos era más dura que la obtenida en el grupo control.

Sobre la dureza influyen fundamentalmente tres componentes (Van Hoof, 1981). Por un lado, el “grano” de la carne y el tipo de fibras musculares, es decir, el tamaño de los haces de fibras musculares, y el número de fibras que cada uno de ellos contiene, ya que los distintos tipos de estas fibras presentan diferentes capacidades de contracción y de retención de agua y, por tanto, reaccionan de distinta forma a la temperatura. En segundo lugar, inciden sobre la dureza la longitud del sarcomero y de las miofibrillas, de forma que cuanto mayor es el estado de contracción mayor es la dureza. Algunos autores, sin embargo, consideran que no existe una relación lineal entre estos dos parámetros (Dunn y *et al.*, 1993). Otros (Smulders *et al.*, 1990) afirman que la dureza es completamente independiente de la longitud del sarcomero en los músculos de rápida glucólisis *post mortem*. Davis y *et al.*, (1980) afirman que la dureza disminuye a medida que aumenta la longitud del sarcomero. Por último, como

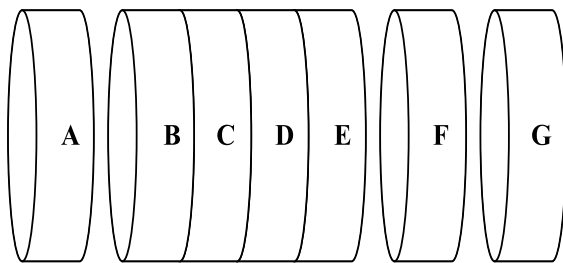
ya hemos dicho, influye la cantidad y naturaleza del tejido conjuntivo (Nakamura *et al.*, 1975). Una mayor cantidad de colágeno implica mayor dureza, pero mucho más si está muy polimerizado, con lo que disminuye su solubilidad (Touraille, 1978).

Adicionalmente, la actividad enzimática es muy dependiente de la temperatura y a medida que la temperatura *post mortem* cae, la actividad de las enzimas implicadas en la degradación miofibrilar, calpaina y calpastatina, disminuye. Por tanto, la degradación miofibrilar, la cual se ha relacionado con descensos en la dureza de la carne, se ve reducida (Miller, 1994). La extensión del ablandamiento es proporcional al nivel de calpainas y de calpastatina (Shackelford y col., 1991; Koohmaraie, 1992). Shackelford y col. (1991) han observado que el inhibidor de las calpainas (calpastatina) es el parámetro mejor correlacionado con la dureza tras 14 días de almacenamiento a 2°C, y especularon sobre su papel como regulador de la dureza. Entre otras tecnologías empleadas para contrarrestar la dureza de la carne, el uso de enzimas es uno de los más generalizados, principalmente la bromelina y la papaína tanto en la industria como a nivel culinario.

Respecto a la carne se han realizado diversos estudios a nivel nacional e internacional, pero en lo que se refiere a la utilización de papaína, en la misma, pocas investigaciones se conocen, por lo que la presente investigación se desarrolló con el fin de establecer el efecto del tiempo de exposición de la papaína en las propiedades de textura de la carne bovina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las 18 piezas de carne de bovino (músculo semitendinoso) fueron adquiridas en la plaza de mercado de Pamplona, provenientes de un único proveedor quien garantizó la edad (≤ 2 años), el sexo (macho) y la raza (Cebú) de los animales sacrificados. Estas fueron organizadas en tres lotes utilizando uno de ellos como testigo (sin tratamiento alguno) y los dos restantes para la aplicación de los tratamientos enzimáticos. Cada pieza de carne fue adecuada, y cortada transversalmente en filetes de 2 cm de espesor para la realización de los diferentes análisis (figura 1).



A: Color y pH, **B:** Humedad y capacidad de retención de agua (CRA), **C y D:** TPA carne cruda, **E:** Análisis sensorial, **F y G:** TPA carne cocida.

Figura 1. Esquema de muestreo realizado en carne de vacuno (Modificado de Sañudo *et al.*, 2000).

Aplicación del tratamiento enzimático

La enzima papaína fue aplicada en disolución a la concentración de 0,2 % (p/v) (Hanyol *et al.*, 2008) en dos tiempos diferentes, 1 y 3 horas a la temperatura de 4°C (Ashie *et al.*, 2002). Transcurrido el tiempo de inmersión,

los filetes de carne fueron empacados al vacío en bolsas de polietileno de alta densidad. Finalmente las muestras empacadas (testigo y tratadas) fueron almacenadas a 4 °C.

Evaluación del efecto del uso de papaína en las propiedades de textura

Se llevó a cabo a partir del análisis de perfil de textura (TPA).

Para la determinación del TPA se utilizó un texturómetro (TA-Plus Lloyd) acoplado a un software NEXIGEN, empleándose como aditamento una sonda cilíndrica de 75 mm de diámetro. Se siguió la metodología propuesta por BELTRAN *et al.*, 2005 y ONEGA *et al.*, 2003, (velocidad de ensayo: 1,0 mm/s, tiempo entre ciclos: 2 s y distancia de calibración: 30 mm), salvo el porcentaje de compresión, el cual fue establecido en un 40% a través de ensayos previos.

Análisis estadístico de los resultados

Los resultados obtenidos fueron evaluados estadísticamente con el fin de determinar si existe diferencia significativa entre las propiedades de textura de la carne al emplear papaína, utilizando un análisis de comparación ANOVA con nivel de significancia del 95 %; utilizando el software estadístico Statgraphis plus versión 5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación del análisis de perfil de textura (TPA) en carne cruda almacenada

De los resultados para la dureza en carne cruda (figura 2), se observa que inicialmente se presentó una mayor dureza en la carne una vez tratada con papaína por un tiempo de tres horas. Sin embargo, esta dureza se redujo a lo largo del tiempo de almacenamiento, siendo esta muestra la que presentó una menor variabilidad en el tiempo, manteniendo una dureza más o menos constante entre 3 y 4 kgf.

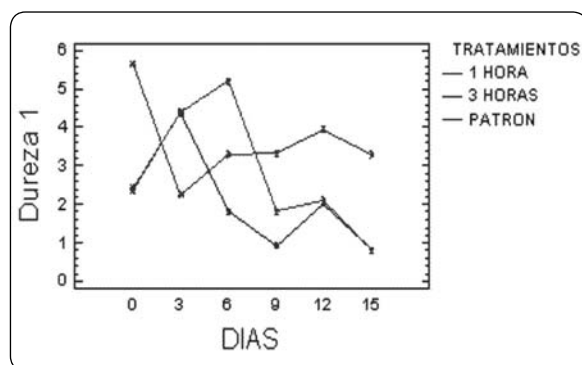


Figura 2. Evolución de la dureza de la carne de bovino cruda para cada uno de las muestras a lo largo del tiempo.

En cuanto a los resultados obtenidos en las muestras de carne para la propiedad de elasticidad, se muestra en a figura 3 como al adicionar papaína a la carne de bovino y exponerla por un tiempo de tres horas en inmersión, aumenta su elasticidad inmediatamente después de aplicado dicho tratamiento. Entre las muestras de carne patrón y la tratada por un tiempo de una hora se observó un comportamiento similar durante el almacenamiento.

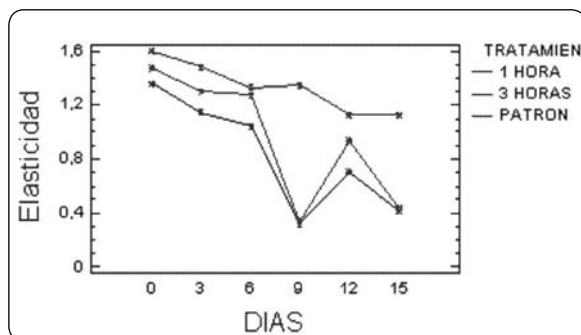


Figura 3. Evolución de la elasticidad de la carne de bovino cruda para cada uno de las muestras a lo largo del tiempo.

La evolución de la propiedad de masticabilidad en las tres muestras de carne de bovino cruda se representa en la figura 4.

La muestra que presentó un mayor esfuerzo para su masticación a lo largo del almacenamiento fue la carne con aplicación enzimática por un tiempo de tres horas. Estos resultados están relacionados directamente con la dureza, en donde una mayor dureza es un indicativo de que se requiere un mayor número de masticaciones.

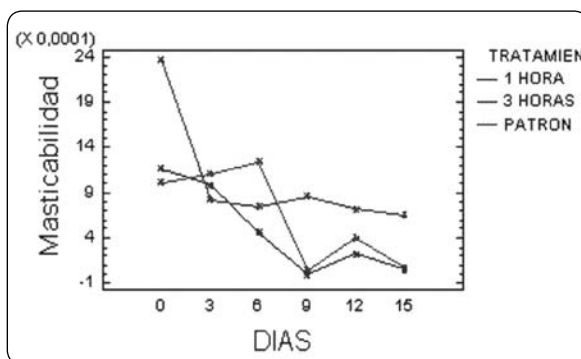


Figura 4. Evolución de la masticabilidad de la carne de bovino cruda para cada uno de las muestras a lo largo del tiempo.

La figura 5, representa los resultados obtenidos para la propiedad de la adhesividad para cada una de las muestras preparadas durante el tiempo de almacenamiento. En el día 0 se presentó que la muestra de carne sin

tratamiento (patrón) fue más adhesiva que las muestras tratadas con papaina. Así mismo, esta muestra presentó una variación entre los días 3 – 9 cuyos resultados demuestran una menor adhesividad.

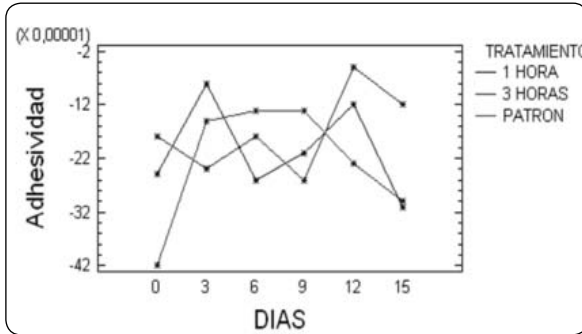


Figura 5. Evolución de la adhesividad de la carne de bovino cruda para cada uno de las muestras a lo largo del tiempo.

De los resultados estadísticos obtenidos para las propiedades de textura (tabla 1) se dice que existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras para todas las propiedades de textura evaluadas.

En estos resultados se presentaron diferencias mínimas significativas a un nivel de confianza del 95% entre la dureza, elasticidad, masticabilidad y adhesividad inicial de la carne de bovino cruda con respecto a todas las muestras analizadas.

Tabla 1. Valores medios, error estándar y análisis de varianza para cada uno de los tratamientos en las propiedades de textura de la carne de bovino cruda

Tratamientos	Dureza	Elasticidad	Masticabilidad	Adhesividad
Inicial	5,91 ± 2,18 ^{abc}	1,66 ± 0,015 ^{abc}	0,002 ± 0,0004 ^{abc}	-0,0004 ± 0,0002 ^{abc}
Patrón	2,77 ± 0,830 ^{ad}	0,96 ± 0,819 ^{ad}	0,0006 ± 0,0007 ^{ad}	-0,0002 ± 0,0002 ^{ad}
1 hora	2,07 ± 1,737 ^{be}	0,83 ± 0,818 ^{be}	0,0005 ± 0,0007 ^{be}	-0,0002 ± 0,0001 ^b
3 horas	3,62 ± 4,227 ^{cde}	1,33 ± 0,119 ^{cde}	0,001 ± 0,0006 ^{cde}	-0,0002 ± 0,0 ^{cd}
p-valor	0,00	0,00	0,00	0,00

^{a,b,....} Letras iguales entre columnas existen diferencias significativas a un nivel de confianza del 95%. p -valor $\leq 0,05$ existen diferencias estadísticamente significativas.

Determinación del análisis de perfil de textura (TPA) carne cocida

En la figura 6, se observa como a medida que aumenta el tiempo de exposición de la enzima disminuye la dureza en la carne, viéndose reflejado en mayor proporción en el tratamiento enzimático de 3 horas.

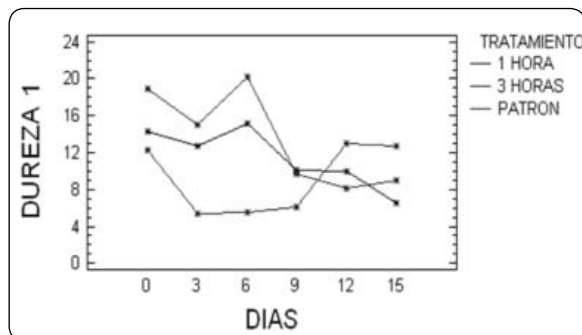


Figura 6. Evolución de la dureza de la carne de bovino cocida para cada uno de las muestras a lo largo del tiempo.

La propiedad de elasticidad se ve modificada con menor incidencia en la muestra de carne que fue tratada con papaína en un tiempo de tres horas con respecto a su valor inicial. Mientras que las muestras patrón y la tratada una hora tienen un comportamiento similar, presentándose en éstas una menor elasticidad a lo largo del tiempo. Esta mayor elasticidad presentada en la muestra con tratamiento a tres horas puede ser debido a una redistribución de las cadenas proteicas (figura 7).

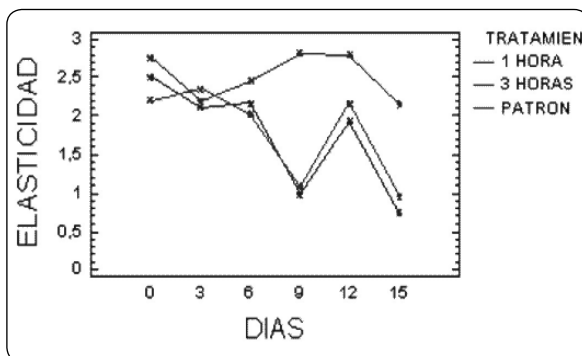


Figura 7. Evolución de la elasticidad de la carne de bovino cocida para cada uno de las muestras a lo largo del tiempo.

Según la figura 8, la muestra patrón es la menos masticable ya que se requiere un mayor esfuerzo para romper el tejido de la carne, lo cual confirma los resultados obtenidos para la dureza en los que esta muestra fue la que opuso mayor resistencia a la deformación.

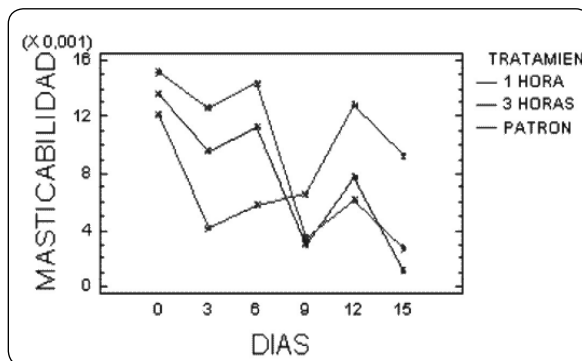


Figura 8. Evolución de la masticabilidad de la carne de bovino cocida para cada uno de las muestras a lo largo del tiempo.

Los resultados de la adhesividad presentaron durante el tiempo un comportamiento disperso para el tratamiento con enzima a tres horas, mientras que para la carne tratada a una hora y la carne patrón presentaron menor variabilidad (figura 9).

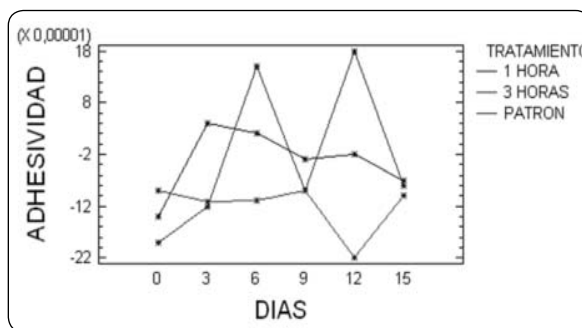


Figura 9. Evolución de la adhesividad de la carne de bovino cocida para cada uno de las muestras a lo largo del tiempo.

Según el análisis ANOVA (tabla 2), existen diferencias significativas entre muestras a un nivel de confianza del 95% para todas las propiedades de textura excepto la masticabilidad.

Tabla 2. Valores medios, error estándar y análisis de varianza para cada uno de los tratamientos en las propiedades de textura de la carne de bovino cocida

Tratamientos	Dureza	elasticidad	Masticabilidad	Adhesividad
Inicial	11,18±0,927	2,70± 0,102 ^{ab}	0,001±0,0002	-0,0002±0,00 ^{abc}
Patrón	13,49±10,43 ^{ab}	1,80± 0,994 ^{ac}	0,0098±0,010	-0,0001±0,00 ^{ade}
1 hora	11,48±3,122 ^{ac}	1,74±0,910 ^{bd}	0,008±0,004	-0,00003±0,00 ^{bd}
3 horas	9,15±0,606 ^{bc}	2,53±0,820 ^{cd}	0,008±0,006	-0,00002±0,0001 ^{ce}
p-valor	0,001	0,00	0,0946	0,00

^{a,b,....} Letras iguales entre columnas existen diferencias significativas a un nivel de confianza del 95%. p -valor $\leq 0,05$ existen diferencias estadísticamente significativas.

Para la dureza, las muestras tratadas con enzima difieren significativamente entre sí y con respecto a la carne patrón, siendo esta última la muestra más dura.

En este caso no existen diferencias mí-

nimas significativas entre las muestras evaluadas con respecto a la dureza inicial de la carne, pero sí se presenta en las propiedades de elasticidad y adhesividad.

CONCLUSIONES

Al aplicarse soluciones de papaína en la carne de bovino en concentraciones de 0,2% (p/v) por tiempos de 1 y 3 horas de inmersión,

se presentan cambios en las propiedades de textura principalmente en la dureza, la cual disminuye notablemente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anzaldúa-Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Ed. Acribia, Zaragoza.
- Ashie, T.L. Sorensen, P.M. Nielsen. Effects of Papain and a Microbial Enzyme on Meat Proteins and Beef Tenderness Journal of Food Science. 67 (6):. 2138-2142.
- Davis, G.W., Dutson, T.R., Smith, G.C., Carpenter, Z.L. (1980). Fragmentation procedure for bovine *longissimus* muscle as an index of cooked steaks tenderness. J. Food Sci. 45, 880-886.
- Dunn, A.A., Kilpatrick, D.J., Gault, F.S. (1993). Influence of ultimate pH, sarcomere length and cooking loss on the textural variability of cooked M. *Pectoralis major* from free range and standard broilers. Brit. Poultry Sci. 34, 663-675.
- Koohmaraie, M. (1992). Muscle proteinases and meat aging. En: 38th International Congress of Meat Science and Technology, Vol. 1, 61. Clermont-Ferrand, Francia.
- Miller, R.K. (1994). Quality Characteristics. En: Muscle Foods. Meat Poultry and Seafood Technology. Eds. D.M. Kinsman, A.W. Kotula, B.C. Breidenstein. Chapman & Hall.
- Nakamura, R., Sekoguchi, S., Sato, Y. (1975). The contribution of intramuscular collagen to the tenderness of meat from chickens of different ages. Poultry Sci. 54, 1604-1612.
- Sañudo, C., Olleta, J.L., Campo, M.M., Alfonso, M., Panea, B. (2000). Determinación instrumental de la calidad de la carne. Propuesta de muestreo. En: Metodología

-
- para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Coords. V. Cañeque y C.
- Shackelford, S.D., Koohmaraie, M., Whipple, G., Wheeler, T.L., Miller, M.F., Crouse, J.D., Reagan, J.O. 1991. Predictors of beef tenderness: Development and verification. *J. Food Sci.* 56, 1130-1135.
- Shin Han-Gyol; Choi Young-Min ; Kim Ho-Kyoung; Ryu Youn-Chul; Lee Sang-Hoon ; Kim Byoung-Chul; Tenderization and fragmentation of myofibrillar proteins in bovine longissimus dorsi muscle using proteolytic extract from *Sarcodon aspratus*.
- Shin, H.G., Y.M. Choi, H.K. Kim, Y.C. Ryu, S.H. Lee, and **B.C. Kim**. (2008). Tenderization and fragmentation of myofibrillar proteins in bovine longissimus dorsi muscle using proteolytic extract from *Sarcodon aspratus*. *LWT - Food Science and Technology.* 41, 1389-1395.
- Smulders, F.J.M., Marsh, M.M., Swartz, D.R., Russell, R.L., Hoenecke, E. (1990). Beef tenderness and sarcomere length. *Meat Sci.* 28, 349-358.
- Touraille, C. 1978. Evolution de la composition corporelle du poulet en fonction de l'âge, et conséquences sur la qualité. INRA: La composition corporelle des volailles, 59-70.