

Torino Solá, Luis Marcelo

Evaluación de la terneza con dos métodos de medición en carne de novillos Brangus en distintos tiempos de maduración

**Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria
Facultad de Ciencias Agrarias**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Torino Solá, L. M. 2013. Evaluación de la terneza con dos métodos de medición en carne de novillos Brangus en distintos tiempos de maduración [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en:
<http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/evaluacion-terneza-medicion-novillos-brangus.pdf> [Fecha de consulta:.....]

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Facultad de Ciencias Agrarias

Ingeniería en Producción Agropecuaria

**Evaluación de la terneza con dos métodos de medición en carne de novillos
Brangus en distintos tiempos de maduración.**

Trabajo final de graduación para optar por el título de:

Ingeniero en Producción Agropecuaria

Autor: Luis Marcelo Torino Solá

Profesor Tutor: V. Julieta Fernández Madero, M.Sc.

Asesora estadística: Ing. Carolina Sánchez, MGR.

Fecha: 13 Noviembre 2012

Evaluación de la ternera con dos métodos de medición en carne de novillos cruza Brangus en distintos tiempos de maduración.

Resumen

La Ternera es uno de los factores más importantes de la calidad organoléptica de la carne, el cual puede ser mejorado mediante la maduración. Se midió la ternera sensorial y mediante la cizalla Warner Bratzler (WB) en 4 tiempos de maduración (4, 7, 14 y 30 días), en novillos Brangus, terminados en feedlot; y se comparó ambos métodos de medición, mediante el uso del Infostat. Hubo diferencias en todos los tiempos de maduración para las tres variables, aunque medido en la cizalla WB estas fueron significativas entre los tiempos 4 y tiempos 14 y 30; a diferencia de la medida en panel sensorial, donde estas se situaron entre el tiempo 4 y tiempos 7,14 y 30 y entre los tiempos 7 y 30. Se observó un coeficiente de correlación entre la ternera medida en panel sensorial y la medida en cizalla WB del 74%. La ternera medido en cizalla WB y en panel sensorial fue disminuyendo a medida que se aumentaba los días de maduración en cámara. A través del método de maduración se puede lograr una alta calidad de carne en bovinos de mayor kilaje.

Índice

I. Introducción	Pág.4
II. Revisión Bibliográfica	Pág.5
III. Objetivos	Pág.10
IV. Metodología	Pág.10
V. Resultados	Pág.13
VI. Discusión	Pág.25
VII. Conclusiones	Pág.26
VIII. Anexos	Pág.27
IX. Bibliografía	Pág. 34

Índice de Cuadros

Cuadro nº1: Pesos prefaena, de media reses y tipificación y engrasamiento	Pag.11	Eliminado: 1
Cuadro nº2: medidas de resumen	Pág.14	Eliminado: 12
Cuadro nº3: análisis de la varianza	Pág.14	Eliminado: 2
Cuadro nº4: análisis de la varianza	Pág.16	Eliminado: 12
Cuadro nº5: análisis de la variable	Pág.17	Eliminado: 3
Cuadro nº6: coeficiente de correlación	Pág.18	Eliminado: 14
Cuadro nº7: coeficiente de regresión y estadísticas asociadas entre carga y dureza	Pág.20	Eliminado: 4
Cuadro nº8: análisis de la varianza	Pág.21	Eliminado: 15
Cuadro nº9: matriz de covarianza de los coeficientes de regresión	Pág.21	Eliminado: 5
Cuadro nº10: variable/número de masticaciones	Pág.22	Eliminado: 16
Cuadro nº11: coeficiente de regresión y estadísticas asociadas	Pág.22	Eliminado: 18
Cuadro nº12: análisis de la varianza	Pág.22	Eliminado: 6
Cuadro nº13: variable/ número de masticaciones	Pág.23	Eliminado: 18
Cuadro nº14: coeficiente de regresión y estadísticas asociadas	Pág.23	Eliminado: 7
Cuadro nº15: análisis de la varianza	Pág.23	Eliminado: 19
Cuadro nº16: Shapiro-Wilks (modificado)	Pag. 27	Eliminado: 8
Cuadro nº17: Laboratorio análisis físico	Pag. 28	Eliminado: 19
Cuadro nº18: Laboratorio análisis sensorial	Pag.29	Eliminado: 9
Cuadro nº19: Laboratorio análisis sensorial	Pag. 31	Eliminado: 20
Cuadro nº20: Laboratorio análisis sensorial	Pag. 32	Eliminado: 20
		Eliminado: 1
		Eliminado: 20
		Eliminado: 21
		Eliminado: 21
		Eliminado: 4
		Eliminado: 21
		Eliminado: 5
		Eliminado: 25
		Eliminado: 6
		Eliminado: 25
		Eliminado: 7
		Eliminado: 27
		Eliminado: 8
		Eliminado: 29
		Eliminado: 19
		Eliminado: 30

Índice de Gráficos:

Gráfico n°1:	Pag. 15
Gráfico n°2:	Pag. 16
Gráfico n°3:	Pag. 18
Gráfico n°4:	Pag. 19
Gráfico n°5:	Pag. 19
Gráfico n°6:	Pag.20
Gráfico n°7:	Pag. 21
Gráfico n°8:	Pag. 22
Gráfico n°9:	Pag. 23

I. Introducción

Este estudio asienta en el saber que la satisfacción del consumidor de carne depende de un conjunto de propiedades de la misma tales como su terneza, jugosidad y sabor; y es sin duda, entre esos atributos, la terneza, o facilidad de corte durante la masticación, uno de los que el consumidor privilegia como criterio de calidad.

Durante la maduración o añejamiento de la carne en cámara y al vacío se va produciendo una mejora de la terneza, pudiendo ser, en algunos casos, de hasta más de un 30% a los 30 días.

Los métodos directos más frecuentemente utilizados para medir terneza son el aparato de corte Warner-Bratzler (Bratzler, 1932) y la evaluación sensorial, pudiendo ambos métodos correlacionarse (Cover et al., 1962).

La terneza es la cualidad de la carne de dejarse cortar y masticar (con mayor o menor facilidad) antes de la deglución, estando directamente ligada a la resistencia mecánica del producto consumible. La terneza esta dado por múltiples factores intrínsecos y extrínsecos.

II. Revisión Bibliográfica

Factores Intrínsecos:

Según Koohmaraie et al. (2002) y Warner et al. (2010) el contenido y solubilidad del colágeno, el acortamiento del sarcómero durante el rigor mortis, y la proteólisis miofibrilar después del almacenamiento, explicarían la mayor parte de la variación de la terneza de la carne.

Tejido Conectivo Muscular

La cantidad de tejido conectivo de las fibras musculares es un importante factor de variación de la terneza de la carne que varía entre músculos, sexos, razas, especies y edad (Torrescano et al., 2002). El colágeno es la principal proteína del tejido conectivo de la carne. Stolowski et al., (2006), Torrescano et al., (2003) y Moron et al., (2004) observaron que a mayor contenido de colágeno total, mayor es el valor de la resistencia al corte; y a mayor proporción del mismo como colágeno soluble, menor es el valor de la resistencia al corte.

Las posibles diferencias en la terneza existente entre machos castrados y enteros se pueden asociar en parte a las variaciones en el contenido de tejido conectivo (Cross et al., 1984). En diferentes trabajos se observó una mayor terneza y menor cantidad de tejido conectivo en machos castrados respecto a machos enteros (Morón et al., 2010, Destefanis et al., 2003 y Zhang et al., 2010).

Hay estudios que ponen de manifiesto la influencia de la edad sobre la terneza (Cross et al., 1984 y Hunsley et al., 1971). Esto se debería a que a lo largo de la vida de un animal aumenta el número de enlaces cruzados entre las moléculas de colágeno y consecuentemente la insolubilidad del colágeno (Nishimura, 2010). Este incremento de la insolubilidad del colágeno con la edad explicaría el aumento de la resistencia observada en carne de animales de mayor edad (Lepetit, 2006). La concentración de colágeno no cambia significativamente durante el crecimiento, pero su insolubilidad aumenta con el peso y la edad del animal aumentando la dureza de la carne (Bailey y Light, 1989, Gerrard et al., 1987). Algunos autores no encontraron diferencias en terneza trabajando con animales faenados en el rango de aproximadamente 12 a 22 meses de edad, es decir, que en animales jóvenes con rangos de edades a faena estrechos, las variaciones en terneza serían de poca importancia.

La terneza y el contenido de colágeno varían según el músculo que se evalúe (Stolowski et al., 2006; Moron et al. 2004; Franco et al., 2008; Torrescano et al., 2003); la función y posición anatómica de los músculos determina el contenido de colágeno. Los músculos más activos como el Semitendinoso o el Supraespinosus, contienen mayor cantidad de tejido conectivo que músculos menos activos como el longuissimus (Stolowski et al., 2006).

Crouse et al. (1985) concluyen que el contenido de tejido conectivo es un buen predictor de la terneza solo en músculos con alto contenido de tejido conectivo.

Un alto plano nutricional y un rápido crecimiento (invernadas intensivas, feedlots) provocan un alto índice de síntesis de colágeno. El nuevo colágeno sintetizado diluye al antiguo colágeno insoluble, haciéndolo en promedio más soluble, resultando de esta forma en un músculo con mayor terneza.

La grasa dentro de los cortes es responsable del 5 al 15% de la terneza de la carne. El macho brinda una carne más magra, debido a que las hembras poseen una mayor capacidad de deposición de grasa, pero a su vez poseen menor desarrollo de la masa muscular debido a que gran parte de los nutrientes de la dieta están siendo utilizados en el almacenamiento energético lipídico. Por tal motivo, la carne proveniente de las hembras posee una mayor terneza que la de los machos al ser comparada a una misma edad.

La terneza es menor en machos enteros, después de la pubertad, que en machos castrados, registrándose los mayores valores en las hembras, debido a que presentan en general mayores niveles de engrasamiento que los machos castrados, y éstos mayor que los machos enteros, debido a su mayor precocidad.

Whipple et al., (1990) estudiaron sobre el músculo Longuissimus las diferencias en terneza entre Bos indicus y Bos Taurus, y no encontraron diferencias en el total de colágeno ni en el total de colágeno insoluble.

Largo del sarcómero

La fibra muscular está compuesta por miofibrillas que poseen en su interior filamentos contráctiles gruesos y delgados solapados e interconectados, a la vez, están subdivididos, longitudinal y transversalmente en sarcómeros. El sarcómero es la unidad estructural y funcional de la miofibrilla, y mide aproximadamente 1,5-2,2µm de longitud en estado de reposo de la miofibrilla. En la contracción muscular los filamentos de la miofibrilla se contraen disminuyendo la longitud del sarcómero.

Inmediatamente después del sacrificio, comienzan en el músculo esquelético una serie de procesos metabólicos anaeróbicos debido a la interrupción de la circulación sanguínea. En esa condición, se acumula ácido láctico por la metabolización del glucógeno de reserva (Soria y Corva, 2004). Así, el ácido láctico se acumula en una cantidad que depende de las reservas de glucógeno hasta que su producción se interrumpe, bien sea por el agotamiento del glucógeno, o porque el descenso del pH alcanza valores que inhiben las reacciones enzimáticas (Cervieri, 2011). Al agotarse el ATP, las proteínas miofibrilares (actina y miosina) quedan en estrecho contacto, produciéndose un endurecimiento del músculo denominado rigor mortis. Este proceso se caracteriza por cambios físicos como pérdida de elasticidad y extensibilidad; se ha demostrado que la reducción de la longitud de sarcómero

es su principal responsable. En bovinos su duración es de unas 24 h, momento en el cual se estabiliza el pH y se inicia el período de maduración o añejamiento de la carne (Warris, 2000; Maltin et al., 2003). El largo del sarcómero de cada músculo durante el rigor mortis depende, entre otras cosas, de (a) la velocidad de descenso de la temperatura y del pH y (b) las diferentes tensiones a las que son sometidos los músculos durante el colgado de la media res (Teira, 2004; Torresco et al., 2003). La relación entre el descenso de la temperatura y el pH de la res desde el momento de la faena hasta alcanzar el pH final, es de gran importancia. Para evitar un acortamiento excesivo de los sarcómeros el descenso de ambas variables deberá estar dentro de un rango ideal: el pH mayor a 6 mientras la temperatura está por encima de 35 °C y menor a 6 antes de que la temperatura descienda por debajo de 12 - 15 °C; de lo contrario se producirá un excesivo acortamiento por calor (heat shortening) o por frío (cold shortening), respectivamente (Del Campo, 2008). La contracción por frío tiene su origen en la falta de retención de Ca²⁺ por parte de las membranas del retículo sarcoplasmático que ocurre a bajas temperaturas provocando mayor contracción y disminución de la longitud del sarcómero (Grajales-Lagunes et al., 2007). En general, animales con mayor espesor de grasa dorsal (EGD) poseen mayor protección respecto del frío, lo que resultaría en mayores largos de sarcómeros (Sañudo et al., 2005). De esta manera, un menor nivel de engrasamiento podría contribuir a una menor terneza de la carne por un mayor acortamiento de los sarcómeros.

Proteólisis miofibrilar

Luego de la etapa de rigor, entre las 24 y 72 h post mortem, se inicia la maduración o añejamiento de la carne en el cual los valores de la resistencia al corte descienden, en tanto que la longitud del sarcómero no cambia significativamente (Soria et al., 2004). En esta etapa hay fragmentación de las miofibrillas producida por tres enzimas y sus cofactores que en el animal vivo participan en el crecimiento, atrofia y remodelación del tejido muscular (Sethakul et al., 2008) Estas enzimas, activadas por el calcio, son dos proteasas (m-calpaína y μ -calpaína) y el inhibidor natural de las mismas, la calpastatina. Existe consenso en que la u-calpaína es la principal enzima responsable de la degradación de proteínas miofibrilares y otras proteínas asociadas a estas últimas (Geesink et al., 2006) en condiciones postmortem (Soria et al., 2004). Diversos estudios reportaron una relación entre la velocidad de caída del pH, el pH final y la terneza. Una lenta tasa de disminución del pH favorece la activación de las enzimas proteolíticas (Lonergan et al., 2010), en tanto que su actividad se maximiza con pH finales entre los 5,4 y 5,8 (Purchas, 1990; Watanabe et al., 1995; Wulf et al., 1997); maximizando en ambos casos el nivel de terneza.

Este proceso es mas intensivo dentro de las primeras 72 hs, pero, el mejoramiento de la terneza requiere almacenar en frío la carne vacuna por al menos 14 días para lograr mejorar la terneza en un 30%. Hay mucha bibliografía que pone en evidencia que pasados los 21

días de madurado la carne de animales de sangre cebuina llegan a poseer la misma terneza que animales de sangre británica.

Wulf et al., (2002) observaron que mayores valores de poder glucolítico se asociaron con un descenso más rápido del pH, garantizando alcanzar antes pH finales óptimos para la acción de las enzimas. Riley et al. (1983), Purchas et al (1985) y (2002) y Zhang et al. (2010) observaron mayores valores de pH final en enteros y animales con temperamento más excitable y mayor nivel de estrés de perifaena. Esto generaría menores niveles de glucógeno a la faena, menor descenso de pH y consecuentemente valores mayores de pH final (Wulf et al., 2002; Cervieri, 2011).

La menor terneza observada en el músculo Longuissimus de machos enteros que en el de machos castrados estuvo asociada a una mayor actividad de la calpastatína (Restle et al., 1999, Morgan et al., 1993, Franco et al., 2008 y Stolowski et al., 2006). Esta mayor actividad en enteros se observa en períodos cortos de maduración posmortem, y desaparecen al extender el período de maduración (Purchas et al., 2002 y Morgan et al., 1993).

La cantidad de glucógeno muscular pre faena está directamente relacionado con la magnitud de la disminución del pH post mortem. Diferentes músculos en un mismo animal, que presentaron un poder glucolítico menor a 100 μmol de lactato/ g de muestra de músculo, obtuvieron un pH final más alto de lo normal debido a que las reservas de glucógeno se agotaron antes de alcanzar un pH final de 5,6 (Wulf et al., 2002). Stolowsky et al., (2006), Franco et al., (2008) y Torrescano et al., (2003) observaron diferencias significativas en la velocidad de caída del pH y pH final entre músculos, encontrando mayor terneza en músculos con mayores velocidades de caída de pH y menores pH final. Wulf et al., (2002) obtuvieron diferencias significativas en el pH final del Longuissimus y Semitendinosus.

Dentro de los factores inherentes al animal la genética controla sólo el 30% de la variación, lo que resulta en la heredabilidad de la terneza. Los análisis de marcadores genéticos de terneza, se basan en detectar en el ADN bovino, por métodos de biología molecular, las mutaciones o variaciones en los genes de las calpaínas. La Calpaína es la enzima principal de estos procesos de maduración y las variantes más activas de la enzima confieren mayor terneza a la carne. La Calpastatina es a su vez una enzima que interviene en la regulación de la actividad de la Calpaína mediante la inhibición de su efecto cuando el proceso de maduración ha alcanzado determinado progreso. En forma inversa a la anterior, en este caso las variantes menos activas de esta enzima confieren mayor terneza. Cada animal posee por herencia mendeliana un cromosoma proveniente del padre y otro proveniente de la madre. Debido a que estos análisis identifican el genotipo presente en cada uno de los dos cromosomas; es posible clasificar al animal por la presencia o ausencia total de una

variante en ambos cromosomas del par (individuos homocigotas) o por la presencia de las dos variantes en dichos cromosomas (individuo heterocigota). La identificación del genotipo de cada individuo, se realiza mediante un sistema de cruces. El individuo que posee en los dos cromosomas la variación asociada con mayor terniza se clasifica con dos cruces [++] (homocigoto de mayor terniza), en tanto que el que posee en ambos cromosomas la variación asociada a menor terniza, se clasifica como cero cruz [0] (homocigoto de menor terniza). Del mismo modo, el individuo que posee la variación asociada a mayor terniza en uno solo de los dos cromosomas se identifica con una cruz [+] (heterocigoto). De esta manera, cuando en el estudio de marcadores genéticos se detecta que el individuo posee dos copias de la variante más favorable para ambos genes se identifica con cuatro cruces Calpaína [++] y Calpastatina [++] y si no se encuentra ninguna de las variantes favorables, se identifica con cero cruz Calpaína [0] y Calpastatina [0].

Cuando la carne de bovinos con más de $\frac{1}{4}$ de sangre Bos Indicus es comparada con la calidad de la carne de otras razas, se observa mayor dureza (Wheeler et al., 1990, Dinius et al., 1976; Winer et al., 1981; Koch et al., 1982; Norman, 1982). Se afirma que bovinos Bos Indicus presentan carne más dura que bovinos Bos Taurus (Norman et al., 1982; Pringle et al., 1997). A medida que aumenta el porcentaje de sangre Bos Indicus aumenta la actividad de la calpastatina (O'Connor et al., 1997; Stolowski et al., 2006). A causa de la mayor actividad de la calpastatina en Bos indicus, podrían marcarse más las diferencias observadas entre castrados y enteros. O'Connor et al., (1997) observaron en bovinos $\frac{3}{8}$ Bos Indicus en comparación con Bos Taurus (Longuissimus) una disminución de la dureza más lenta durante la primera semana de maduración, con mayores valores de dureza a los 4, 7, 14, 21, 35 días postmortem; en este trabajo no se estudió la mayor actividad de la calpastatina como posible causa de la lenta respuesta a la maduración durante la primera semana de los Bos Indicus. Al igual que Pargas et al., (2010) que observaron una disminución de la terniza menor durante la primera semana en Longuissimus de Brahman.

Factores Extrínsecos

Los agentes estresantes previos a la faena de los animales, independientemente de su naturaleza provocan la liberación de hormonas adrenales, así como también disminución del glucógeno de reserva, y por lo tanto descensos anormales de pH.

Es así, que animales transportados a larga distancia previo a la faena, con temperaturas extremas, la mezcla con otros animales, ruidos extraños, etc., aumentan la probabilidad de que se estresen y que sus carnes presenten valores de pH altos (superiores a 5.8) que generan luego los denominados “cortes DFD” (cortes secos, duros y oscuros).

III. Objetivos

Objetivo general: Evaluar la terneza a través de dos métodos directos en carne de novillos cruza Brangus madurada a 4, 7, 14 y 30 días.

Objetivos particulares:

Comparar la terneza en los distintos tiempos de maduración

Correlacionar ambos métodos de medición de la terneza

Evaluar la importancia del madurado

IV. Metodología

Materiales y Métodos

Se utilizó un lote de 100 bovinos macho Brangus (3/8 Brahman, 5/8 Aberdeen Angus) nacidos en agosto de 2010, destetados en Enero de 2011 a los 5 meses (Destete precoz) y castrados en Mayo 2011 a los 9 meses de edad. Estos fueron recriados en pasturas en base de alfalfa, por 8 meses, y posteriormente, se realizó un encierre a corral por 3 meses. La dieta administrada consistió en silaje de maíz (50%), alfalfa picada (30%), maíz tratado con hidróxido de sodio (8%), semilla de poroto (7%) y afrechillo de trigo (5%), en base seca. Con 16 meses de edad al alcanzar un adecuado grado de terminación y condición corporal se seleccionó al azar un grupo de 10 animales para faena y toma de muestras. En promedio los animales alcanzaron un peso de 376 kg prefaena.

Los 10 animales fueron faenados el mismo día en un frigorífico comercial (Frigorífico La Florida, Rosario de Lerma, Salta) siguiendo protocolo general del establecimiento. El establecimiento faenador se ubica a unos 500 metros del feedlot. El tiempo de encierre fue de 12 hs. El grado de Engrasamiento en todos los animales fue de 1.

Cuadro N°1: Pesos prefaena, de media reses y tipificacion y engrasamiento

Número de animal	Peso Prefaena	Tipificacion y engrasamiento	peso res der	peso res izq	muestra
10	359	A1	109	103	1
9	415	J1	123	122	2
8	354	A1	104	105	3
7	351	A1	105	102	4
6	388	J1	116	113	5
5	359	A1	108	104	6
4	369	A1	109	109	7
3	385	A1	114	113	8
2	390	J1	116	114	9
1	392	J1	116	115	10

Las medias reses fueron pesadas en forma individual mediante balanza electrónica.

Luego de 6 horas de oreo, las medias reses fueron introducidas a cámara frigorífica a 2 °C por 3 días, luego de los cuales se realizó el desposte y toma de muestra.

Se extrajeron de media res izquierda muestras del músculo Longissimus dorsii (parte del bife ancho y parte del angosto con base ósea), de la sección que contenía la 8va y 13ra vértebra dorsal cortando transversalmente al eje longitudinal del músculo entre la 7ma y 8va vertebra dorsal y entre las 13er vertebra dorsal y 1ra lumbar).

Las muestras fueron envasadas al vacío y conservadas a -18°C para su traslado. A los dos días, las muestras congeladas fueron acondicionadas en cajas de tergopol con refrigerante, y remitidas al Laboratorio de Carnes de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, en transporte terrestre. El viaje duró 15 horas.

Análisis de Laboratorio

En el laboratorio cada muestra fue descongelada, seccionada en cuatro partes y evaluadas a 4, 7, 14 y 30 días de maduración en cámara frigorífica a 2 °C y al vacío.

Se evaluó en cada sección de cada muestra:

Carga: Warner Bratzler montado sobre equipo INSTRON modelo 4442

Color (parámetros CIELAB) Colorímetro Minolta serie CR-300 (Minolta Co, Ltd. Japón) con iluminante D65.

Análisis Sensorial: Para el análisis sensorial se utiliza un panel compuesto de 8 panelistas entrenados utilizando planillas con escalas lineales no estructuras de 10 cm sin anclaje. El análisis sensorial se realiza siguiendo las normas IRAM.

IRAM 20001:1995 (ISO 5492:1992) Análisis sensorial - Vocabulario

IRAM 20002:1995 (ISO 6658:1985) Análisis sensorial - Directivas generales para la metodología.

IRAM 20003:1995 (ISO 8589:1988*) Análisis sensorial - Guía para la instalación de locales de ensayo.

IRAM 20004:1996 (ISO 3972:1991) Análisis sensorial - Determinación de la sensibilidad del gusto.

IRAM 20005-1:1996 (ISO 8586-1:1993) Análisis sensorial - Guía general para la selección, entrenamiento y monitoreo de evaluadores – Evaluadores seleccionados

IRAM 20005-2:1996 (ISO 8586-2:1994) Análisis sensorial - Guía general para la selección, entrenamiento y monitoreo de los evaluadores - Parte 2: Expertos.

IRAM 20006:1996 (ISO 5496:1992) Análisis sensorial – Metodología – Iniciación y entrenamiento de evaluadores en la detección y reconocimiento de olores.

IRAM 20014:1998 (ISO 4121:1987) Análisis sensorial – Evaluación de productos alimenticios por métodos usando escalas. (ISO Draft 1996).

IRAM 20018:2002 (ISO 11056) Análisis sensorial – Metodología - Estimación de la magnitud.

IRAM 20019 (ISO 13299:2003) Análisis sensorial – Metodología - Guía general para establecer un perfil sensorial.

IRAM 20022 (ISO 11037:1999) Análisis sensorial - Guía general y método de ensayo para la evaluación del color de los alimentos.

Análisis de datos:

Los datos fueron evaluados con el programa estadístico Infostat.

Se verificó el cumplimiento de los supuestos (normalidad, independencia, homogeneidad de varianzas) para aplicar ANOVA.

Se aplicó un Análisis de la Varianza (ANOVA) a un criterio Diseño Completamente Aleatorizado (DCA). Se empleó un ANOVA a las variables carga, dureza y número de masticaciones, que cumplieron los supuestos (Capelletti, 1993).

Se analizaron las correlaciones lineales entre carga y dureza, dureza y número de masticaciones y entre carga y número de masticaciones.

Se aplicaron análisis de regresión lineal para obtener el modelo que explica la relación entre las variables analizadas (Di Rienzo, 2008).

Se utilizó para analizar los valores medidos en el texturómetro Warner- Bratzler, la escala según la Universidad de Nebraska (2007) (Ranking of Beef Muscles for Tenderness), que considera: valores menores a 2,9 Kg muy tierno; entre 3 y 4,56 kg tierno; entre 4,57 a 4,97 kg intermedio; entre 4,98 a 6,67 Kg duro y mayor a 6,8 Kg muy duro.

V. Resultados

Luego de aplicar el Test de Shapiro-Wilks (modificado) se corroboró que todas las variables se distribuían normalmente.

En el cuadro 2 se analizaron las medidas de resumen, observándose a los 4 días de madurado una media de 3,82 Kg para la terneza medido en cizalla WB (dureza WB) y una media de 5,20 para la dureza sensorial; ambas variables tuvieron una variabilidad similar de 27%. Se puede observar que en los valores mínimos y máximos hay cortes organolépticamente muy tiernos y cortes duros en ambas variables; la media de la dureza WB es un valor de carne tierna, mientras que la media de la dureza sensorial es un valor de carne dura.

A los 7 días el valor medio de la dureza WB fue de 3,24 Kg con un 13% de variabilidad, y la dureza sensorial de 3,59 con un 31% de variabilidad; organolépticamente los valores mínimos y máximos para la dureza WB son de carne muy tierna a tierna, mientras que para la dureza sensorial ambos valores van de muy tierno a duro.

A los 14 días el valor de la media para la dureza WB es de 2,77 Kg con una variabilidad del 17,5%, para la dureza sensorial la media fue de 3,02 con una variabilidad del 25,5%. Organolépticamente los valores de máximos y mínimos para ambas variables fueron de muy tierno a tierno.

A los 30 días el valor de la media para la dureza WB es de 2,5 Kg con una variabilidad del 19%, para la dureza sensorial la media fue de 1,88 con una variabilidad del 30%. Organolépticamente los valores de máximos y mínimos para ambas variables fueron muy tiernos.

El número de masticaciones medio a los 4 días fue de 30,44 con una variabilidad de 13%, a los 7 días el valor medio fue de 26,45 con una variabilidad de 11%, a los 14 días el valor medio fue de 25,17 con una variabilidad de 8,15, a los 30 días el valor medio fue de 18,21 con una variabilidad de 12%.

Cuadro N°2: Medidas de resumen

Día	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	CV	Mín	Máx	Mediana
4	Dureza WB kg.	10	3,82	1,04	1,08	27,24	2,35	5,95	3,71
4	Dureza sensorial	10	5,2	1,44	2,06	27,65	3,07	7,12	5,48
4	número masticaciones	10	30,44	3,84	14,78	12,63	25	36,16	29,94
7	Dureza WB kg.	10	3,24	0,42	0,17	12,85	2,7	3,85	3,21
7	Dureza sensorial	10	3,59	1,12	1,26	31,27	1,53	5,64	3,65
7	número masticaciones	10	26,45	2,85	8,1	10,76	21,6	30,34	27,09
14	Dureza WB kg.		2,77	0,48	0,23	17,45	2,12	3,49	2,73
14	Dureza sensorial	10	3,02	0,77	0,6	25,66	1,75	4	2,99
14	número masticaciones	10	25,17	2,05	4,21	8,15	22,13	27,6	25,41
30	Dureza WB kg.	5	2,5	0,47	0,22	18,84	1,89	3,09	2,64
30	Dureza sensorial	5	1,88	0,56	0,32	29,89	1,1	2,68	1,85
30	número masticaciones	5	18,21	2,19	4,79	12,01	15,87	21,3	18,1

En el cuadro 3 se realizó el análisis de la varianza para la variable resistencia al corte, observándose diferencias altamente significativas para los 4 tiempos de maduración para los 4 tiempos de maduración ($F=5,86$; $p=0,0027$). Asimismo, Tukey arroja que las diferencias significativas están localizadas entre el tiempo 4 y el tiempo 14 y 30 de maduración, no existiendo diferencias entre los tiempos 4 y 7, ni entre los tiempos 7, 14 y 30; todos los resultados se pueden observar en el gráfico N°1.

Cuadro N°3:
Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
<u>D.WB kg</u>	35	<u>0,36</u>	<u>0,3</u>	<u>21,45</u>

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	8,11	3	2,7	5,86	0,0027
Día	8,11	3	2,7	5,86	0,0027
Error	14,31	31	0,46		
<u>Total</u>	<u>22,42</u>	<u>34</u>			

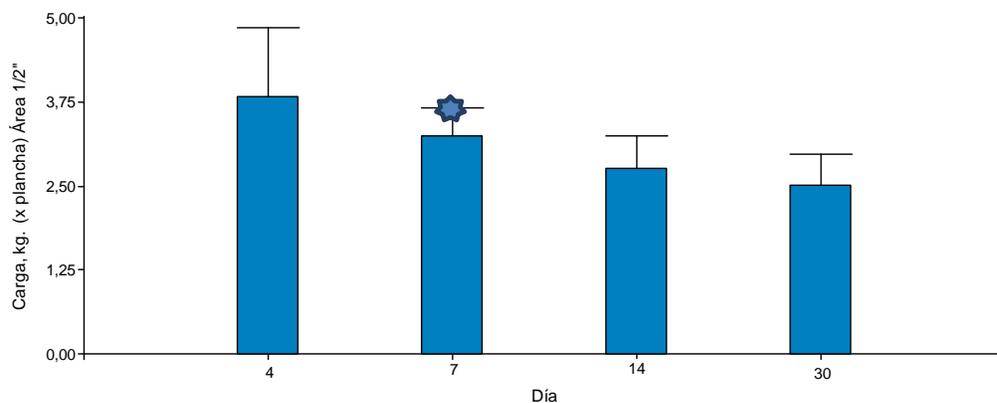
Test: Tukey
 Alfa=0,05 DMS=0,89919

Error: 0,4615 gl: 31

<u>Día</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>		
30	2,5	5	0,3	A	
14	2,77	10	0,21	A	
7	3,24	10	0,21	A	B
4	3,82	10	0,21		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

GRAFICO N°1



• Carga, Kg. (plancha)Áreal/2= Dureza WB

En el cuadro 4 se realizó el análisis de la varianza para la variable dureza sensorial, observándose diferencias altamente significativas para los 4 tiempos de maduración ($F=12,32$; $p < 0,0001$). Asimismo, Tukey arroja que las diferencias significativas están localizadas entre el tiempo 4 y el tiempo 7, 14 y 30 y entre 7 y 30 de maduración, no existiendo diferencias entre los tiempos 7 y 14, ni entre los tiempos 14 y 30; todos los resultados se pueden observar en el gráfico N°2.

Cuadro N° 4
Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Dureza sensorial	35	0,54	0,5	29,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	43,59	3	14,53	12,32	<0,0001
Día	43,59	3	14,53	12,32	<0,0001
Error	36,55	31	1,18		
<u>Total</u>	<u>80,14</u>	<u>34</u>			

Test: Tukey

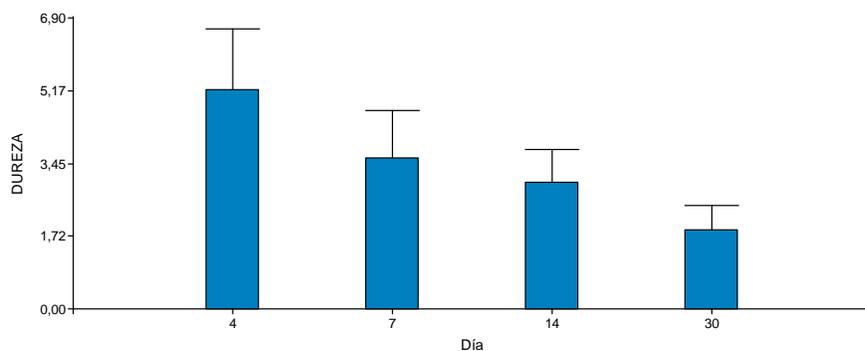
Alfa=0,05 DMS=1,43725

Error: 1,1791 gl: 31

<u>Día</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>			
30	1,88	5	0,49	A		
14	3,02	10	0,34	A	B	
7	3,59	10	0,34		B	
<u>4</u>	<u>5,2</u>	<u>10</u>	<u>0,34</u>			<u>C</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

GRAFICO N°2



- Dureza: Dureza Sensorial

En el cuadro 5 se realizó el análisis de la varianza para la variable cantidad de masticaciones, observándose diferencias altamente significativas para los 4 tiempos de maduración ($F=20,02$; $p<0,0001$). Asimismo, Tukey arroja que las diferencias significativas están localizadas entre el tiempo 4 y el tiempo 7, 14 y 30 y entre los tiempos 7 y 14 y el tiempo 30 de maduración, no existiendo diferencias entre los tiempos 7 y 14; todos los resultados se pueden observar en el gráfico N°3.

Cuadro N° 5
Análisis de la variable

<u>Variable</u> <u>número</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
masticaciones	<u>35</u>	<u>0,66</u>	<u>0,63</u>	<u>11,18</u>

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

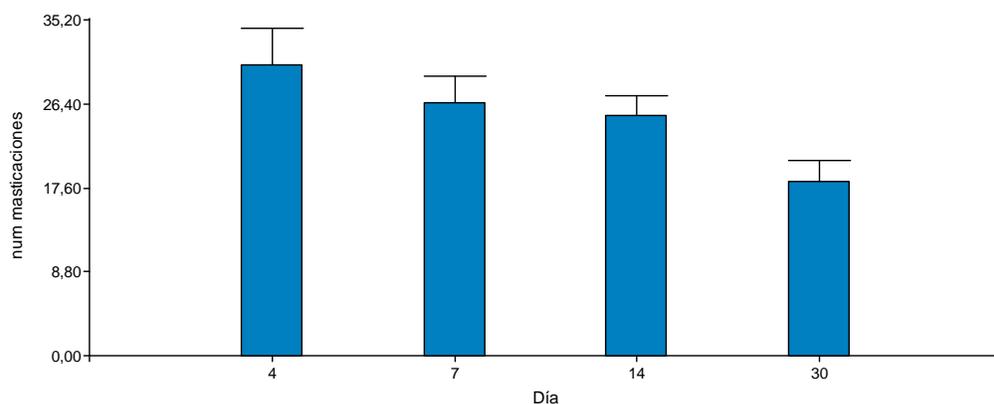
<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	509,45	3	169,82	20,02	<0,0001
Día	509,45	3	169,82	20,02	<0,0001
Error	262,98	31	8,48		
<u>Total</u>	<u>772,44</u>	<u>34</u>			

Test: Tukey
Alfa=0,05 DMS=3,85520
Error: 8,4833 gl: 31

<u>Día</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
30	18,21	5	1,3	A
14	25,17	10	0,92	B
7	26,45	10	0,92	B
<u>4</u>	<u>30,44</u>	<u>10</u>	<u>0,92</u>	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Grafico N° 3



Se realizó el análisis de coeficiente de correlación utilizando la correlación de Pearson observándose una existencia de correlación lineal significativa entre: Dureza WB y dureza sensorial ($r=0,74$; $p<0,0001$), Dureza WB y número de masticaciones ($r=0,69$; $p<0,0001$), Dureza sensorial y número de masticaciones ($r=0,87$; $p<0,0001$). Los resultados se observan en el cuadro 6, y los graficos 4, 5 y 6.

Cuadro N° 6

Coefficientes de correlación

	<u>Dureza</u> <u>WB, kg.</u>	<u>Dureza</u> <u>sensorial</u>	<u>número</u> <u>masticaciones</u>
Dureza WB, Kg	1	4,90E-07	5,30E-06
dureza sensorial	0,74	1	7,50E-12
<u>num masticaciones</u>	<u>0,69</u>	<u>0,87</u>	<u>1</u>

GRÁFICO N°4

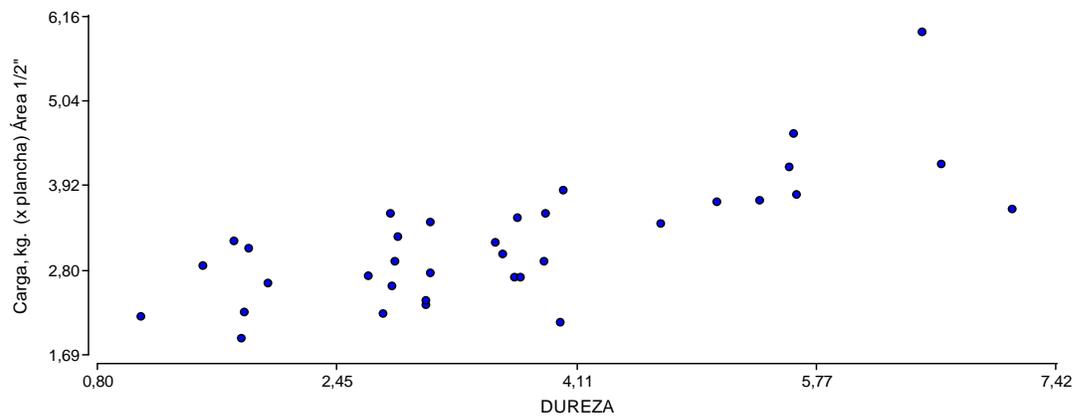
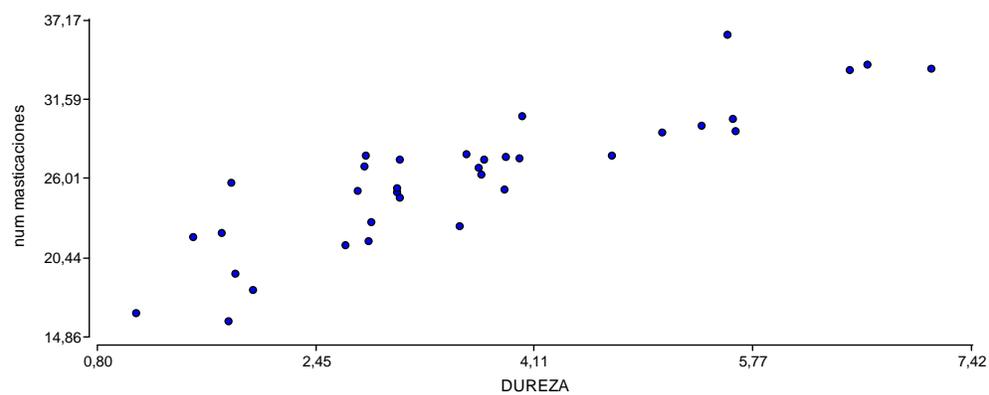


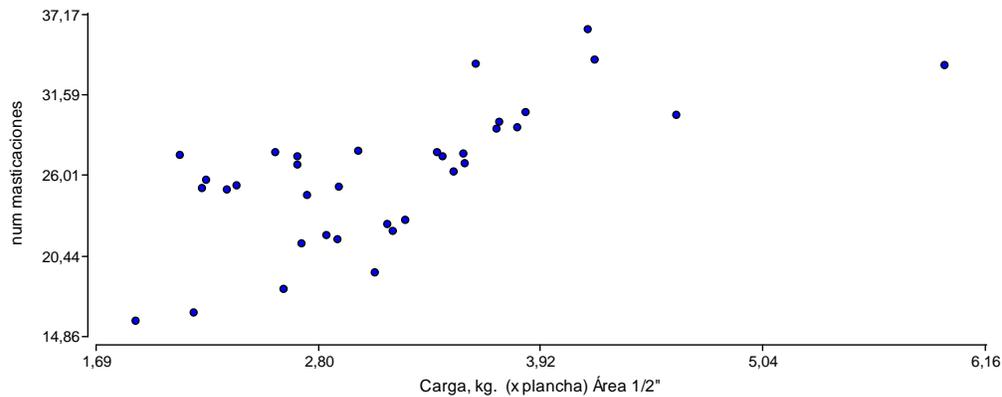
GRÁFICO N°5

*carga, Kg. (x plancha) Área ½: Dureza WB; DUREZA: Dureza sensorial



*Dureza: dureza sensorial

GRÁFICO N°6



*carga, Kg. (x plancha) Área ½: Dureza WB

Se calcularon los coeficientes de regresión y estadísticos asociados entre dureza WB y dureza sensorial, dureza WB y número de masticaciones y dureza sensorial y número de masticaciones, para obtener las diferentes ecuaciones de regresión.

Para dureza WB y dureza sensorial la ecuación que se obtuvo fue:

$$y=3,64+1,39*Carga.$$

Esta ecuación tiene valor predictivo en el rango de variación de dureza WB medidas en cizalla WB entre 2,35 y 5,95.

Para dureza WB y número de masticaciones la ecuación que se obtuvo fue:

$$y=26,05+4,03*Carga$$

Esta ecuación tiene valor predictivo en el rango de variación de dureza WB medidas en cizalla WB entre 2,35 y 5,95.

Para dureza sensorial y número de masticaciones la ecuación que se obtuvo fue:

$$y=26,05+2,71*DUREZA$$

Esta ecuación tiene valor predictivo en el rango de variación de dureza sensorial medido en panel sensorial entre 3,07 y 7,12.

Cuadro 7

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados entre dureza WB y dureza sensorial.

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
const	3,64	0,18	3,28	4	20,38	<0,0001	
<u>WB</u>	1,39	<u>0,22</u>	<u>0,94</u>	<u>1,84</u>	<u>6,23</u>	<u><0,0001</u>	<u>38,7</u>

Cuadro 8
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

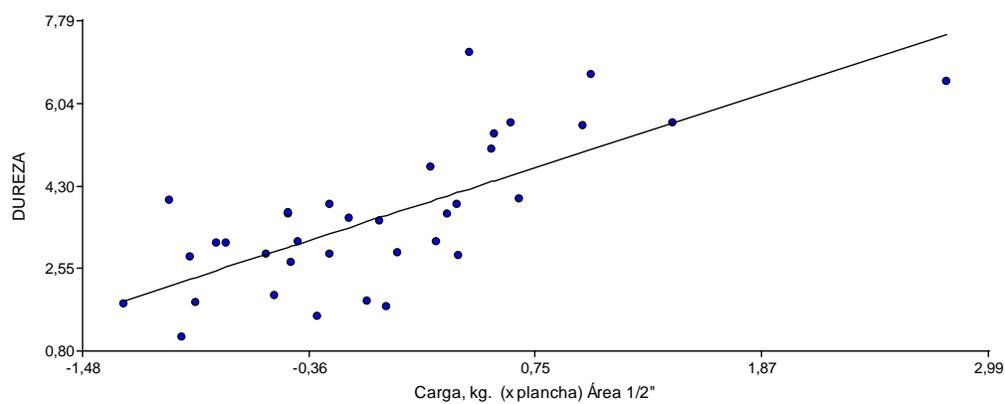
<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	43,31	1	43,31	38,81	<0,0001
WB	43,31	1	43,31	38,81	<0,0001
Error	36,83	33	1,12		
Total	80,14	34			

Cuadro 9

Matriz de covarianzas de los coef. de regresión

	<u>beta[0]</u>	<u>beta[1]</u>
<u>beta[0]</u>	0,03	0
<u>beta[1]</u>	0	0,05

Grafico 7



*carga, Kg. (x plancha) Área ½: Dureza WB; DUREZA: Dureza sensorial

$$y=3,64+1,39*Carga.$$

Cuadro N°10

<u>Variable</u> <u>número</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>ECMP</u>	<u>AIC</u>	<u>BIC</u>
masticaciones	<u>35</u>	<u>0,47</u>	<u>0,46</u>	<u>14,42</u>	<u>191,33</u>	<u>196</u>

Cuadro N°11

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

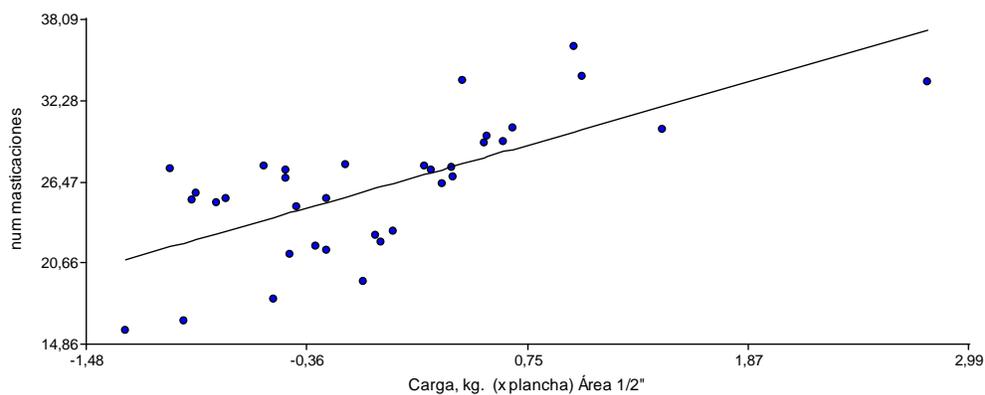
<u>Coef</u>	<u>Est.</u>	<u>E.E.</u>	<u>LI(95%)</u>	<u>LS(95%)</u>	<u>T</u>	<u>p-valor</u>
CpMallows const	26,05	0,59	24,84	27,26	43,8	<0,0001
<u>Dureza WB, kg.</u>	<u>4,03</u>	<u>0,74</u>	<u>2,52</u>	<u>5,54</u>	<u>5,42</u>	<u><0,0001</u>

Cuadro N°12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	363,87	1	363,87	29,39	<0,0001
WB	363,87	1	363,87	29,39	<0,0001
Error	408,56	33	12,38		
<u>Total</u>	<u>772,44</u>	<u>34</u>			

Grafico 8



*carga, Kg. (x plancha) Área ½: Dureza WB

$$y=26,05+4,03*Carga$$

Cuadro 13

<u>Variable</u> <u>número</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>ECMP</u>	<u>AIC</u>	<u>BIC</u>
masticaciones	35	0,76	0,76	6,28	163,21	167,88

Cuadro 14

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

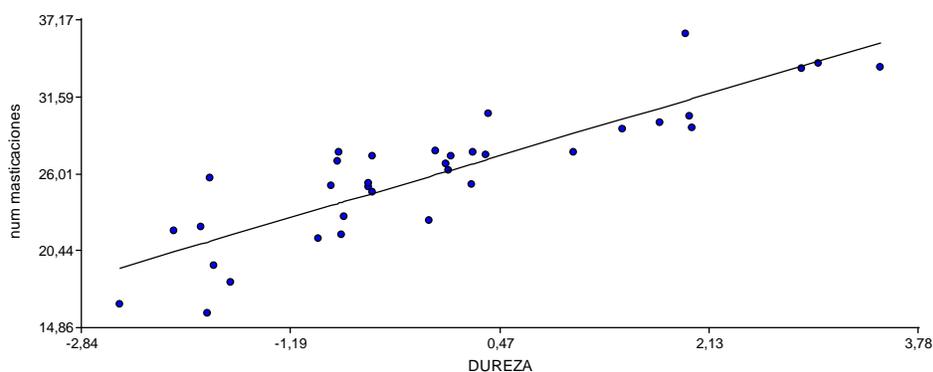
<u>Coef</u>	<u>Est.</u>	<u>E.E.</u>	<u>LI(95%)</u>	<u>LS(95%)</u>	<u>T</u>	<u>p-valor</u>	<u>CpMallows</u>
const	26,05	0,4	25,24	26,86	65,45	<0,0001	
<u>Dureza</u> <u>sensorial</u>	2,71	0,26	2,18	3,25	10,31	<0,0001	104,24

Cuadro 15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	589,49	1	589,49	106,33	<0,0001
Dureza s.	589,49	1	589,49	106,33	<0,0001
Error	182,94	33	5,54		
<u>Total</u>	<u>772,44</u>	<u>34</u>			

Grafico 9



* DUREZA: Dureza sensorial

$$y=26,05+2,71*DUREZA$$

Análisis Económico

Costo del envasado al vacío

Se calculó el costo del envasado al vacío de un corte carnicero (bife ancho y angosto sin hueso) de 5 Kg y madurado por 7 días.

Desarrollo:

-1 caja de 500 unidades de bolsas para vacío de 30 por 60 cm: \$1439;

Costo de cada bolsa: \$2,80, Costo de cada bolsa por Kg: \$0,56

-Costo de la mano de obra del troceado de una media res: \$30;

Costo de la mano de obra del troceado por corte (bife ancho y angosto sin hueso) asumiendo un 5% que representa el porcentaje en la media res: \$1,50, por kilo: \$0,30

-Costo del madurado en cámara por Kg/día: \$0,025

-Amortización de la envasadora al vacío:

(Valor Nuevo-Valor residual pasivo)/Vida útil: $(\$28000-\$17000)/10.000$ horas: 1,10 por hora

Asumiendo 60 cortes por hora, por corte \$0,018, por kg \$0,0036

-Costo del jornal del operario por hora: \$36, \$0,62 asumiendo que envasa 60 cortes por hora: por corte, por kg \$0,12

Resultados:

Costo fijo total del envasado al vacío por kilo: \$0,98

Costo variable: \$0,025 por día

Costo total del envasado al vacío por kg por 7 días: \$1,15

Invirtiendo \$1,15 por kilo, se puede obtener un corte de calidad superior en cuanto a ternura.

VI. Discusión

Hubo diferencias en todos los tiempos de maduración para las tres variables, aunque medido en cizalla WB estas fueron significativas entre los tiempos 4 y tiempos 14 y 30; a diferencia de la medida en panel sensorial, donde estas se situaron entre el tiempo 4 y tiempos 7,14 y 30 y entre los tiempos 7 y 30. Pargas et al., (2010) observaron una disminución de la terneza menor durante la primera semana en Longuissimus de Brahman. Doty et al., 1961 al igual que Bratcher et al., 2005, reportaron una disminución de la fuerza de corte en bovinos Británicos, del 10% luego de 14 días de maduración, no observando diferencias significativas en la dureza con mayores tiempos de madurado. La diferencia en los tiempos de maduración necesarias para disminuir significativamente los valores de fuerza de corte entre Bos Taurus y Bos Indicus podría deberse a las diferencias observadas en la actividad enzimática de la calpastatina entre ambos. (O'Connor et al., 1997; Stolowski et al., 2006).

El número de masticaciones disminuyó sensiblemente a medida que se aumentaban los días en cámara, observándose diferencias en todos los tiempos de maduración. Estas diferencias fueron significativas entre el tiempo 4 y los tiempos 7,14 y 30; y la variabilidad de los resultados disminuyó drásticamente a partir de los 7 días de maduración. Esto podría deberse a que a los 4 días los valores de la dureza de estos cortes se explicó tanto por la falta de maduración como por la cantidad de colágeno insoluble. A partir de los 7 días de maduración, la dureza disminuyó en base a la proteólisis, pero no por la disminución del colágeno insoluble. La desintegración del colágeno se produce por el cocinado de la carne, a partir de los 60°C. (Crouse et al., 1985)

Se observó un coeficiente de correlación entre dureza WB y dureza sensorial de $r=0,74$. Caine et al., 2003 obtuvieron valores de correlaciones entre panel sensorial y dureza Warner-Bratzler de $r: 0.64$, mientras que Destefanis et al., 2008 y Peachey et al., 2002 observaron una correlación de $r: 0.72$.

Por otro lado se observó un relación de $r: 0,69$ entre dureza WB y número de masticaciones, y de $r: 0,87$ entre dureza sensorial y número de masticaciones. Peachey et al., 2002 obtuvo coeficientes de correlación de $r: 0,98$ para dureza WB y numero de masticaciones y $0,72$ para dureza sensorial y numero masticaciones.

VII. Conclusiones

La resistencia al corte medido en cizalla Warner Bratzler y en panel sensorial fue disminuyendo a medida que se aumentaba los días de maduración en cámara. Organolépticamente aunque se observó variabilidad en todos los tiempos de maduración, a medida que aumentaban los días en cámara los valores de ambas variables fueron mejorando hasta observar a los 7 días valores medidos por cizalla WB y a los 14 días valores medidos en panel sensorial sumamente óptimos ya que variaron entre muy tierno y tierno; a los 30 días los valores de ambas variaban alrededor de valores muy tiernos. Puesto que el mayor ablandamiento se observó durante la primera semana de almacenamiento, alargar este periodo no parece recomendable.

Se pudo establecer que a un muy bajo costo de inversión se logra mejorar la calidad organoléptica a valores altamente competitivos para mercados sumamente exigentes en cuanto a calidad.

Bovinos de menos de 330 kg al momento de la faena poseen en general, una mejor calidad de carne en cuanto a terneza, por ser más jóvenes que los de mayor kilaje prefaena. A través del método de maduración se puede lograr que la calidad de la carne de bovinos más pesados o de mayor edad, se asemeje al de los más livianos o más jóvenes.

A través del método de maduración se puede lograr una alta calidad de carne en bovinos de mayor kilaje, beneficiando económicamente al productor y en consecuencia a la producción ganadera nacional.

VIII. Anexos

Cuadro N°16

Shapiro-Wilks (modificado)

<u>Variable</u>	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>D.E.</u>	<u>W*</u>	<u>p(Unilateral D)</u>
WB (plancha)	35	3,17	0,81	0,94	0,1642
Dureza sensorial	35	3,64	1,54	0,93	0,0965
<u>N masticaciones</u>	35	<u>26,05</u>	<u>4,77</u>	<u>0,96</u>	<u>0,6107</u>

Modelo de análisis de la varianza a un criterio de clasificación

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Una observación puntual= efecto medio verdadero + un efecto de tratamiento (tiempos de maduración) + Error experimental

i= 1 a 4 (son los distintos tiempos de maduración)

j= 1 a 10 en los tiempos 4, 7 y 14

j= 1 a 5 en el tiempo 30

Cuadro N°17

Laboratorio Análisis Físico:

Día	Número de muestra	Muestra	pérdidas x coacción	pH	L*	a*	b*	C*	WB, kg (cocc.x BM) Área 1/2"	WB, kg. (x plancha) Área 1/2"
4	12-001	# 1	19,2%	5,380	45,220	24,763	13,380	28,147	4,029	4,158
4	12-002	#2	19,4%	5,447	39,437	24,977	12,457	27,911	3,124	3,706
4	12-003	# 3	18,1%	5,407	43,810	23,750	11,487	26,382	3,340	3,717
4	12-004	# 4	16,3%	5,453	43,517	26,003	12,790	28,979	3,641	5,952
4	12-005	# 5	21,8%	5,373	45,277	26,237	14,343	29,901	2,536	2,349
4	12-006	# 6	23,4%	5,450	41,223	23,870	12,940	27,152	3,532	4,603
4	12-007	# 7	18,9%	5,387	42,793	26,937	15,257	30,957	3,136	3,539
4	12-008	# 8	21,9%	5,423	44,473	26,077	14,307	29,743	2,724	2,399
4	12-009	# 9	27,1%	5,383	45,527	23,710	12,090	26,615	4,077	4,199
4	12-010	# 10	22,1%	5,410	42,700	23,800	13,503	27,364	3,337	3,596
7	12-001	# 1	nd	5,397	47,308	23,480	10,928	25,898	nd	3,804
7	12-002	#2	nd	5,430	42,040	23,970	10,567	26,196	nd	2,909
7	12-003	# 3	nd	5,410	48,773	21,673	10,960	24,287	nd	3,846
7	12-004	# 4	nd	5,427	44,713	19,960	9,780	22,227	nd	3,405
7	12-005	# 5	nd	5,420	46,508	21,620	10,780	24,158	nd	2,702
7	12-006	# 6	nd	5,450	44,097	22,600	12,090	25,631	nd	2,906
7	12-007	# 7	nd	5,373	47,280	21,345	10,423	23,754	nd	3,434
7	12-008	# 8	nd	5,410	48,763	21,703	12,390	24,991	nd	2,849
7	12-009	# 9	nd	5,387	49,350	19,450	10,650	22,175	nd	3,544
7	12-010	# 10	nd	5,413	46,780	21,240	12,180	24,484	nd	3,006
14	12-001	# 1	20,6%	5,423	48,990	24,150	12,875	27,368	3,255	2,703
14	12-002	#2	24,4%	5,463	45,473	23,268	11,618	26,007	2,980	3,155
14	12-003	# 3	26,5%	5,453	47,390	21,625	12,200	24,829	3,523	2,753
14	12-004	# 4	22,1%	5,433	44,128	21,835	10,753	24,339	3,200	3,488
14	12-005	# 5	22,2%	5,487	47,460	22,998	11,048	25,513	3,219	3,245
14	12-006	# 6	24,1%	5,517	43,203	21,507	11,543	24,409	2,569	2,245
14	12-007	# 7	22,3%	5,443	44,675	20,533	10,487	23,056	2,930	2,115
14	12-008	# 8	22,6%	5,467	46,820	22,833	11,818	25,709	2,683	2,222
14	12-009	# 9	21,0%	5,433	47,460	21,397	11,597	24,337	2,410	3,185
14	12-010	# 10	16,4%	5,455	44,905	19,935	10,545	22,552	2,687	2,592
30	12-001	# 1	20,0%	5,420	45,970	21,207	11,240	24,001	2,664	2,721

30	12-002	#2	25,9%	5,280	45,515	24,305	12,720	27,432	2,088	Nd
30	12-003	# 3	16,3%	5,470	49,470	23,507	13,520	27,117	1,795	Nd
30	12-004	# 4	19,7%	5,440	47,597	21,493	11,807	24,523	2,414	Nd
30	12-005	# 5	22,6%	5,463	48,480	22,100	12,077	25,184	2,361	1,891
30	12-006	# 6	24,5%	5,418	44,577	21,763	12,020	24,862	2,052	Nd
30	12-007	# 7	22,6%	5,350	47,943	22,213	12,080	25,286	2,007	3,093
30	12-008	# 8	22,7%	5,395	47,787	20,960	11,563	23,938	1,726	Nd
30	12-009	# 9	23,8%	5,295	49,983	21,720	13,317	25,477	2,442	2,182
30	12-010	# 10	21,6%	5,373	44,580	20,465	11,400	23,426	2,153	2,635

Cuadro N° 18:
Laboratorio Análisis Sensorial

	día	COLOR GLOBAL	UNIF. COLOR GLOBAL	INTENSIDAD DE OLOR	OLOR CARACTERISTICO	HIGADO	Off olores
promedio 1	4	5,00	8,24	4,73	4,50	0,75	0,00
promedio 2	4	7,50	6,45	4,52	3,65	1,53	0,00
promedio 3	4	6,08	6,00	4,14	4,00	0,16	0,00
promedio 4	4	6,18	5,73	5,78	5,30	0,38	0,00
promedio 5	4	5,33	7,50	5,72	5,38	0,27	0,00
promedio 6	4	6,53	6,32	3,73	3,78	0,48	0,00
promedio 7	4	5,88	7,72	5,10	4,54	0,30	0,00
promedio 8	4	6,22	6,98	4,87	4,27	0,33	0,00
promedio 9	4	4,76	7,30	3,28	3,00	0,58	0,00
promedio 10	4	6,78	7,00	4,00	3,93	0,75	0,00

promedio 1	7	4,56	7,37	4,61	4,94	1,27	0,74
promedio 2	7	5,86	7,49	5,16	5,94	0,89	0,49
promedio 3	7	5,27	7,37	4,41	4,69	0,41	0,51
promedio 4	7	4,36	5,89	4,06	4,31	0,21	0,17
promedio 5	7	4,99	6,90	5,94	5,17	1,36	0,40
promedio 6	7	5,31	7,04	4,61	4,83	0,41	0,59
promedio 7	7	5,10	6,83	5,06	4,64	0,39	0,53
promedio 8	7	5,16	7,51	5,31	4,61	0,70	0,36
promedio 9	7	3,87	7,31	5,51	5,07	0,49	0,00
promedio 10	7	4,83	7,37	4,79	4,57	0,49	0,00
promedio 1	14	3,92	7,40	6,52	4,69	1,17	0,92
promedio 2	14	5,75	6,83	6,32	5,97	1,77	0,35
promedio 3	14	2,83	7,53	4,38	4,50	0,77	0,20
promedio 4	14	4,51	5,96	4,31	3,83	0,83	0,90
promedio 5	14	3,37	6,30	5,92	5,80	1,53	0,20
promedio 6	14	4,22	7,04	5,30	5,04	1,16	0,96
promedio 7	14	3,72	6,13	4,57	5,32	0,88	0,88
promedio 8	14	3,07	6,82	4,45	4,93	1,22	0,37
promedio 9	14	2,90	7,70	5,12	4,92	0,72	1,37
promedio 10	14	4,20	7,80	5,20	5,52	0,98	0,82
promedio 1	30	1,87	6,58	6,47	4,80	0,85	0,58

promedio 5	30	3,20	6,73	4,27	3,53	1,43	1,07
promedio 7	30	4,30	6,65	5,60	4,83	0,15	1,70
promedio 8	30	1,40	7,50	7,70	6,40	0,00	1,40
promedio 9	30	1,83	6,28	5,83	4,65	0,73	1,43
promedio 10	30	5,90	5,70	5,38	5,31	0,30	2,28

Cuadro N° 19:
Laboratorio Análisis Sensorial

DULCE	SALADO	ACIDO	METALICO	INTENSIDAD FLAVOR	FLAVOR CARACTERISTICO	HIGADO
1,00	1,30	1,34	2,18	3,48	3,74	0,66
0,36	2,08	0,83	1,38	3,75	3,73	0,66
0,30	1,52	0,44	1,66	4,94	4,38	1,26
0,93	1,57	2,25	2,75	5,08	5,24	0,50
0,85	2,52	2,67	2,45	5,27	5,35	1,25
0,68	2,30	1,74	1,50	4,00	3,45	0,67
0,85	1,83	1,48	2,00	4,40	4,35	1,43
0,95	2,10	1,18	2,27	5,18	4,70	1,20
0,96	2,26	1,74	2,36	4,38	3,40	0,70
0,85	2,05	1,30	2,03	4,42	4,27	0,38
0,89	2,13	1,91	2,96	4,39	3,70	0,89
0,59	2,11	1,89	2,53	4,96	4,59	0,89
0,51	1,90	1,73	2,47	5,19	4,03	0,54
0,93	1,94	1,26	3,19	4,00	3,37	0,89
0,83	2,97	1,91	2,17	5,29	4,97	1,17
0,54	2,26	1,10	1,53	5,59	4,89	1,49
1,11	1,94	1,07	1,96	4,90	5,38	0,73

1,37	2,10	1,20	1,49	5,57	4,43	1,63
1,03	2,26	1,06	1,81	5,58	4,63	0,89
1,11	1,89	1,19	2,19	5,40	4,30	1,26
0,98	2,75	1,75	1,92	5,90	4,79	2,13
1,38	2,65	1,75	2,33	5,70	4,83	2,67
0,53	2,63	2,03	2,70	5,47	4,70	2,10
1,24	2,30	2,01	1,93	4,79	3,80	1,83
1,15	2,87	1,77	2,42	5,70	4,22	2,01
0,36	3,70	1,50	1,20	6,18	4,40	3,26
1,33	3,80	2,52	2,77	5,48	4,24	2,37
1,22	3,10	1,68	2,47	5,87	4,36	3,06
1,28	2,35	1,75	1,68	5,58	5,02	2,90
0,40	2,24	0,94	2,04	6,36	5,50	0,92
1,45	3,10	1,10	3,53	6,30	5,30	3,50
1,33	3,83	2,43	4,17	5,83	4,90	5,43
1,20	2,90	2,28	2,75	6,87	5,40	3,40
0,80	0,40	3,40	3,60	7,70	5,80	0,80
1,15	2,60	3,73	3,95	5,95	5,30	2,60
1,60	3,53	1,30	3,38	6,48	4,50	2,53

Cuadro N° 20:

Laboratorio Análisis sensorial:

Off flavor es/off aroma s	PERSIS TENCIA	DURE ZA	MASTICA BILIDAD	MASTI CACION ES	CANTIDA D MASTICA CIONES	JUGO SIDAD	FIBRO SIDAD	UNTUO SIDAD	RESID UO
0,20	4,78	5,58	6,52	9,04	36,16	0,64	5,68	1,14	3,60
0,33	5,10	5,08	5,97	7,32	29,27	0,93	4,40	0,88	4,58
0,14	5,02	5,38	6,40	7,42	29,68	0,85	5,40	1,18	3,58
0,13	6,15	6,50	5,78	8,40	33,60	1,47	5,22	1,78	3,43
0,25	6,45	3,07	3,25	6,25	25,00	2,37	4,27	1,80	2,12
0,17	5,68	5,62	5,82	7,55	30,20	0,88	5,65	0,83	4,70
0,13	6,03	3,90	4,72	6,88	27,53	1,37	4,23	1,10	2,67
0,00	4,83	3,07	3,63	6,32	25,27	1,32	2,95	1,88	3,25
0,20	6,20	6,64	6,74	8,50	34,00	0,82	5,44	0,80	5,21

0,52	5,65	7,12	7,13	8,43	33,73	0,75	6,00	0,88	5,12
0,60	5,11	5,64	5,99	7,33	29,31	1,79	5,00	1,93	2,74
0,81	5,69	3,89	4,74	6,30	25,22	1,31	5,60	1,47	3,01
0,43	5,14	4,02	5,49	7,59	30,34	1,59	4,13	1,64	3,41
0,29	5,17	4,70	4,76	6,90	27,60	1,93	4,21	1,07	2,77
0,79	6,74	3,69	4,31	6,69	26,74	2,06	4,03	1,49	2,51
0,44	5,27	2,86	3,43	5,40	21,60	2,07	4,16	1,43	2,34
0,81	5,43	3,10	4,09	6,83	27,31	2,07	3,77	1,70	2,69
0,26	5,03	1,53	2,19	5,47	21,89	2,43	3,01	2,43	1,93
0,04	6,53	2,83	4,43	6,71	26,86	2,29	3,13	2,11	2,24
0,44	6,40	3,60	4,66	6,91	27,66	1,94	4,98	1,36	2,59
0,85	5,52	3,73	4,53	6,82	27,27	1,32	3,32	2,25	4,47
0,35	7,13	3,55	4,60	6,53	22,60	0,93	2,97	1,85	4,72
0,20	5,62	3,10	2,48	6,17	24,67	2,13	2,55	2,67	3,48
1,30	7,03	3,71	3,92	6,57	26,29	1,86	3,30	2,50	3,47
0,02	6,83	2,88	3,80	6,20	22,93	1,73	3,28	2,27	5,10
0,96	7,70	1,82	2,18	6,42	25,68	1,84	2,94	3,56	3,28
0,88	7,27	4,00	5,15	7,23	27,40	0,93	3,95	1,65	4,85
0,37	7,78	2,78	3,13	6,28	25,13	1,95	3,23	3,02	3,93
1,37	7,57	1,75	2,97	6,37	22,13	3,12	2,73	3,17	2,82
0,82	7,44	2,84	3,36	6,90	27,60	2,70	2,44	2,36	2,90
1,50	7,28	2,68	2,85	5,33	21,30	1,78	2,38	3,58	4,13
0,00	6,03	1,80	1,40	3,97	15,87	1,97	2,57	2,97	3,73
0,50	6,53	1,85	1,88	4,83	19,30	2,45	1,78	2,73	4,00
0,00	7,20	0,30	0,80	5,00	20,00	3,80	0,30	0,70	0,90
0,00	5,75	1,10	1,13	4,13	16,50	4,28	1,33	2,75	3,25
0,43	7,68	1,98	2,45	4,53	18,10	1,90	1,98	3,38	4,08

IX. Bibliografía

- Bailey, A. J.; Light, N. D. Connective tissue in meat and meat products. 1989. London: Elsevier Applied Science.
- B.M. Peachey, R.W. Purchas, L.M. Duizer. 2002. Relationships between sensory and objective measures of meat tenderness of beef m. longissimus thoracis from bulls and steers. *Meat Science* 60 (2002) 211–218.
- B. Panea, C. Sañudo, Olleta, J.L., D. Civit. 2008. Ranking of Beef Muscles for Tenderness Eurocarne Nº 167.
- Bratcher, C.L; D.D. Johnson; R.C. Littell , B.L. Gwartney. 2005. The effects of quality grade, aging, and location within muscle on Warner–Bratzler shear force in beef muscles of locomotion *Meat Science* 70. 279–284.
- Cervieri, Viviana, Dra. 2011. Macho Entero Jóven: Una nueva opción para la producción de carne bovina en Uruguay. Tesis de Master Internacional. Universidad de Parma. UBA.
- Cross H.R.; J. D. Crouse; M. D. MacNeil. 1984. Influence of breed, sex, age and electrical stimulation on carcass and palability traits of three bovine muscles. *J Anim Sci.* 58:1358-1365.984.
- Crouse J.D.; H. R. Cross; S. C. Seideman. 1985. Effects of sex condition, genotype, diet and carcass electrical stimulation on the collagen content and palability of two bovine muscles. *J Anim Sci.* 60:1228-1234.
- Crouse, J. D.; L. V. Cundiff; R. M. Koch; M. Koohmaraie; S. C.Seideman. 1989. Comparisons of *Bos indicus* and *BosTaurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. *J. Anim. Sci.* 67:2661.
- Destefanis, G. ; A. Brugiapaglia; M.T. Barge; E. Dal Molin. 2008. Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner–Bratzler shear force. *M.Sc.* 78:153.
- Dinius,D. A; R. F. Brokken; K. P. Bovard; T. S. Rumsey. 1976. Feed intake and carcass composition of Angus and Santa Gertrudis steers fed diets of varying energy concentration. *J. Anim. Sci.* 42:1089.
- Doty, D. M., & Pierce, J. C. (1961). Beef muscle characteristics as related to carcass-grades, carcass weight, and degree of aging. Universidad de Nebraska. USDA Technical Bulliten No. 1231.
- Franco, J. ; Feed, O.; Bianchi, G.; Garibotto, G.; Ballesteros, F.; Nan, F.; Percovich, M.; Piriz, M.; Bentancur, O. 2008. Parámetros de calidad de carne en cinco músculos de novillos Holando durante la maduración post-mortem. *Agrociencia* Vol XII Nº 1 pág. 61–68.
- Geesink, G.H.; S. Kuchay; A. H. Chishti; M. Koohmaraie. 2006. u-Calpain is essential for postmortem proteolysis of muscle proteins. *J. Anim. Sci.* 84:2834-2840.
- Gerrard, D.E.; S. J. Jones; E. D. Aberle; R. P. Lemenager; M. A. Diekman; M. D. Judge. 1987. Collagen stability, testosterone secretion and meat tenderness in growing bulls and steers. *J Anim Sci* 65:1236-1242.

- Grajales-Lagunes A.; M.A. Ruiz-Cabrera; J. Lepetit ; R. Favier. 2007. Cambios mecánicos, estructurales y geométricos provocados por la contracción al frío en carne cocida. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* Vol. 6, 1:11.
- Hunsley R.E.; R. L. Vetter; E. A. Kline; W. Burroughs. 1971. Effects of age and sex on quality, tenderness and collagen content of bovine longissimus muscle. *J Anim Sci* 33:933-938.
- Koch, R. M.; M. E. Dikeman; S. C. Seideman. 1982. Characterization of biological types of cattle (Cycle III). DI. Carcass composition, quality and palatability. *J. Anim. Sci.* 5435.
- Koohmaraie, M.; Matthew P. K.; S. D. Shackelford; E. Veiseth; T. L. Wheeler. 2002. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? *Meat Science* 62, 345–352.
- Lepetit, J. 2007. A theoretical approach of the relationships between collagen content, collagen cross-links and meat tenderness *Meat Science* 76 (2007) 147–159.
- Lepetit. *Meat Science* 80 (2008) 960–967 Collagen contribution to meat toughness: Theoretical Aspects.
- Lonergan, H. E.; Wangang Z.; S. M. Lonergan. 2010. Biochemistry of postmortem muscle. Lessons on mechanisms of meat tenderization. *Meat Science* 86, 184–195.
- Maltin, C.; Balcerzak, D.; Tilley, R.; Delday, M. 2003. Determinants of meat quality: Tenderness. *Proceedings of the Nutrition Society.* 62: 337-347.
- Morgan J.B.; T. L. Wheeler; M. Koohmaraie; J. W. Savel; J. D. Crouset J. 1993. Meat Tenderness and The Calpain Proteolytic System in Longissimus Muscle of Young Bulls and Steers. *J Anim Sci* 71:1471-1476.
- Morón-Fuenmayor O.E.; N. F., González- Méndez ;F. A. Vázquez-Ortiz. 2004. Contenido de colágeno y sus fracciones en tres músculos de toretes comerciales. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XIV, Nº 3, 270-273.*
- Nishimura T. 2010. The role of intramuscular connective tissue in meat texture. *JAS*, 81, 21–27. *J.A.S.* 75:2955-2961.
- Norman, G. A. 1982. Effect of breed and nutrition on the productive traits of beef cattle in South-East Brazil: Part 3: Meat quality. *Meat Sci.* 6:79.
- O'Connor, S. F.; Tatum, J. D.; Wulf, D. M.; Green, R. D.; Smith, G. C. 1997. Genetic effects on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. *Journal of Animal Science*, 75, 1822 -1830.
- Peter P. Purslow. 2005. Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner–Bratzler shear force *Meat Science* 70, 435–447.
- Pringle D.T., Williams S.E.; Lamb B.S.; Johnson D.D.; West R.L. 1997. Carcass characteristics, the calpain proteinase system and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers.
- Purchas R.W.; D. L. Burnham; S. T. Morris. 2002. Effects of growth potential and growth path on tenderness of beef longissimus muscle from bulls and steers. *J Anim Sci*, 80:3211-3221.
- Restle, J.; F. Vaz; D. Alves. 1999. Machos ñao-castrados para a producto da carne. In: Restle, J. (Ed).

- Confinamiento, pastagens e suplementacao para producto de bovinos de corte. Santa María: UFSM: p 215-231.
- Sañudo C.; Monson F.; Campo M.M.; Beltran J.A.; Bello J.M. 2005. Variación de Ph en canales comerciales de cordero. www.aida-itela.org/jornada37/trabajos.htm
- Sethakul J.; Y. Opatpatanakit; R. Limsupavanich; L. Srisuwan; K. Jirajaroenrat. 2008. Relationship of postmortem troponin-T degradation and meat tenderness of beef Longissimus dorsi from different production systems in Thailand. Section 6. 17. In Proceeding of the 54th International Congress of Meat Science and Technology.
- Soria, L.A.; P. M. Corva. 2004. Factores genéticos y ambientales que determinan la terneza de la carne bovina. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2004. 12(2): 73-88.
- Stolowski G.D., B.E. Baird a, R.K. Miller, J.W. Savell, A.R. Sams, J.F. Taylor, J.O. Sanders, S.B. Smith 2006. Factors influencing the variation in tenderness of seven major beef muscles from three Angus and Brahman breed crosses. Meat Science 73, 475–483.
- Teira, G. 2004. Actualidad y perspectivas de un componente principal de la calidad de carnes bovinas: la terneza. Ciencia, Docencia y Tecnología Nº 28, Año XV, (215-244).
- Torrescano G. ; Sanchez-Escalante A.; Gimenez B.; Roncales P.; Beltran J.A. 2003. Shear values of raw samples of 14 bovine muscles and their relation to muscle collagen characteristic. Meat Science 64, 85–91.
- Warner-Bratzler shear-force de la American Meat Science Association (AMSA). 1995.
- Warner RD; P.L. Greenwood, D.W.; Pethick , D.M. Ferguson. 2010. Genetic and environmental effects on meat quality. Meat Science 86, 171–183.
- Warris, P. D. 2000. Meat science an introductory text. CABI.
- Wheeler T.L.; J. W. Savell; H. R. Cross; D. K. Lunt; S. B. Smith. 1990. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle J Anim Sci. 68:4206-4220.
- Wheeler, T. L.; J. W. Savell; H. R. Cross; D. K. Lunt; S. B. Smith. 1990. Effect of postmortem treatments on the tenderness of meat from Hereford, Brahman and Brahman-cross beef cattle. J. A Sci. 68:3677.
- Wheeler T.L.; L. V. Cundiff; R. M. Koch.1994. Effect of Marbling Degree on Beef Palatability in Bos taurus and Bos indicus Cattle. J. A. Sci. 72:3145-3151.
- Whipple G.; M. Koohmaraie; M. E. Dikeman; J. D. Crouse; M. C. Hunt; R. D. Klemm 1990. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in Bos taurus and Bos indicus cattle J Anim Sci. 68:2716-2728.
- Winer, L. K.; P. J. David; C. M. Bailey; M. Read; T. P. Ringkob; M. Stevenson. 1981. Palatability Characteristics of the longissimus muscle of young bulls representing divergent beef breeds and crosses. J. Anim. Sci. 53:387.
- Wulf D.M.; R. S. Emnett; J. M. Leheska; S. J. Moeller. 2002. Relationships among glycolytic potential, dark cutting (dark, firm, and dry) beef, and cooked beef palatability. J Anim Sci

80:1895-1903.

Zhang Ying-Ying; Lin-SenZan; Hong-Bao Wang; Ya-Ping Xin; C. M. Adoligbe; J. A. Ujan. E2010. Effect of sex on meat quality characteristics of Qinchuan cattle African Journal of Biotechnology Vol. 9 (28), pp. 4504-4509, 12.