

Tesis de Posgrado

Parámetros químicos e histológicos que influyen en la terneza de carne vacuna y su contribución a las medidas realizadas con un penetrómetro de agujas

Pagliariar, Armando F.

1980

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Químicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Pagliariar, Armando F.. (1980). Parámetros químicos e histológicos que influyen en la terneza de carne vacuna y su contribución a las medidas realizadas con un penetrómetro de agujas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1712_Pagliariar.pdf

Cita tipo Chicago:

Pagliariar, Armando F.. "Parámetros químicos e histológicos que influyen en la terneza de carne vacuna y su contribución a las medidas realizadas con un penetrómetro de agujas". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1980.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1712_Pagliariar.pdf

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

"PARAMETROS QUIMICOS E HISTOLOGICO QUE
INFLUYEN EN LA TERNEZA DE CARNE VACUNA Y
SU CONTRIBUCION A LAS MEDIDAS REALIZADAS
CON UN PENETROMETRO DE AGUJAS"

ARMANDO F. PAGLIARO

TESIS PRESENTADA PARA OPTAR AL TITULO DE
DOCTOR EN CIENCIAS QUIMICAS

1980

1712
E. S.
C

Agradezco especialmente al Dr. Pedro Cattaneo por haber posibilitado la realización de esta tesis bajo su dirección, donde su aliento y experiencia de maestro fue de importancia capital para llevar a buen término este trabajo.

Agradezco

A la ex Cía Swift de La Plata SAF por permitir la realización de este trabajo en las instalaciones que posee en Berisso - La Plata.

Al Dr. Enrique Canessa que posibilitó la realización de las experiencias en el laboratorio de Investigación y Desarrollo de la ex Cía Swift de La Plata SAF.

A los compañeros del Laboratorio de Investigación y Desarrollo de la ex Cía Swift de La Plata SAF que me ayudaron con su apoyo y aliento a llevar a buen término las experiencias de planta como de laboratorio.

A la Dra. María H. Bertoni por sus invalorable consejos y apoyo durante la realización de este trabajo.

A mi esposa

A mis hijas

Indice General

	Página
I - Introducción	1
II - Discusión parte experimental	42
III - Parte experimental	87
IV - Tablas, gráficos y figuras	99
V - Conclusiones	141
VI - Bibliografía	153

I - Introducción

	pág.
1. Estructura del músculo	1
2. Factores que pueden influir sobre la terneza de la carne	4
2.1. Factores inherentes al propio animal	4
2.1.1. Tejido conjuntivo	5
2.1.2. Naturaleza del tejido conjuntivo	6
2.1.3. Disposición de la grasa	10
2.1.4. Características del músculo	12
2.1.4.1. Diámetro de la fibra muscular	12
2.1.4.2. Longitud del sarcómero	12
2.1.5. Estado de stress ante-mortem	13
2.2. Factores resultantes del tratamiento post-mortem	14
2.2.1. Rigor mortis	14
2.2.2. Contracción por frío	16
2.2.3. Maduración	22
2.2.4. Cocimiento	25
2.2.4.1. Fenómenos químicos y físicos	25
2.2.4.2. Influencia sobre la terneza	27
3. Métodos para determinar terneza de carne	33
3.1. Métodos objetivos o instrumentales	33
3.2. Métodos subjetivos o sensoriales	37
4. Predicción de terneza	39
4.1. Tenderómetro de agujas Armour	41

I - Introducción

La terneza de la carne es una de las características de palatabilidad más apreciada por los consumidores. De aquí que se haya dedicado, a través del tiempo, un gran esfuerzo para dilucidar cuales son los factores o parámetros que gobiernan a esta característica, para poder de esta manera controlarla. Algunos autores como Szczesniak y Torgenson⁽¹⁾ dividen a los factores que pueden influir sobre la terneza de la carne en factores anteriores a la muerte del animal y factores después de la muerte del animal.

En la actualidad se considera más apropiada clasificar a los factores que pueden influir sobre la terneza de la carne en factores inherentes al propio animal y factores resultantes del tratamiento posterior a la muerte del animal, o sea cuando el músculo se convierte en carne. Antes de pasar revista a estos factores es conveniente resumir la estructura y composición del músculo esquelético o estriado para que resulte más claro el desarrollo posterior.

1. Estructura del músculo

El músculo está compuesto de proteínas, pigmentos, depósitos de grasa, tejido conjuntivo de varios tipos, un sistema vascular y un sistema nervioso todo rodeado de líquido intercelular característico.

Histológicamente el músculo estriado está formado por fibras mantenidas en posición por una red de tejido conjuntivo.

La fibra muscular constituye la unidad celular de tejido muscular. Está formada por haces de miofibrillas o fibrillas las cuales presentan un estriado transversal cuando se las observa con microscopio de contraste de fases. La unidad de estriado se repite a lo largo de la fibra en forma periódica y el nombre que recibe esta unidad es la de sarcómero.

Las miofibrillas o fibrillas a su vez están formadas por filamentos o cadenas de actina y miosina las cuales se deslizan entre sí cuando el músculo se contrae o se relaja. El estriado que se observa en la fibra se debe al apareamiento característico de las cadenas de miosina y actina que son las proteínas insolubles más importantes antes de la muerte del músculo.

La fibra o unidad celular está rodeada como toda célula de una membrana protoplasmática llamada sarcolema. Dentro del sarcolema se encuentra el sarcoplasma el cual contiene proteínas solubles las cuales casi todas tienen actividad enzimática.

Las fibras están separadas entre sí por una capa de tejido conjuntivo llamado endomisium y que tiene estructura reticular compuesto en su mayor parte por reticulina que tiene un comportamiento similar al colágeno.

Las fibras se reúnen en haces paralelos rodeados de tejido conjuntivo que recibe el nombre de fascículos. El tejido conjuntivo que envuelve a los fascículos se denomina perimisium. El conjunto de fascículos constituye el músculo el cual a su vez está rodeado de una capa de tejido conjuntivo llamado epimisium.

Las proteínas miofibrilares más importantes son la miosina, actina, actomiosina, troponina, actinina, tropomiosina. La actomiosina es el complejo que se forma entre la miosina y la actina cuando el músculo se contrae. Algo similar sucede durante el rigor mortis pero la diferencia estriba en que el fenómeno no es reversible. Tanto la miosina como la actomiosina tienen actividad de adenosintrifosfatasa (ATPasa).

Las proteínas sarcoplásmicas o sea las solubles que se encuentran en el sarcoplasma tienen casi todas actividad

enzimática. Aquí se encuentran localizadas por ejemplo las enzimas del ciclo glucogenolítico de importancia durante la transformación del músculo en carne.

La mioglobina es la responsable del color de la carne. Esta proteína tiene características similares a la hemoglobina y su función es la de transportadora de oxígeno y anhídrido carbónico dentro de la célula muscular.

El tejido conjuntivo está compuesto de fibras proteicas colaginosas, reticulares y elásticas embebidas en una sustancia amorfa de naturaleza carbohidrato-proteína.

El tejido colaginoso no es elástico pero si flexible y extensible y se hidroliza en medio acuoso por medio del calor para pasar a gelatina en cambio la elastina es tejido elástico que no se solubiliza por el calor aún en presencia de ácidos y bases débiles. La reticulina tiene un comportamiento similar al colágeno.

El tejido adiposo se encuentra en forma de grupo de glóbulos grasos entre medio del tejido conjuntivo y se lo puede considerar como un tejido conjuntivo especializado. La distribución de la grasa es función del grado de nutrición, sexo y características de heredabilidad.

Entre los músculos de un animal determinado se establecen diferencias en la proporción de tejido conjuntivo y enzimas que regulan su actividad de acuerdo a la funcionalidad de los mismos. Así por ejemplo en los músculos que trabajan mucho o son muy activos se encuentra mayor cantidad de colágeno y elastina que para los menos activos. La actividad aumenta la densidad fibrilar y reduce el contenido sarcoplásmico.-Helander⁽²⁾. Los músculos que operan en forma brusca o sea que se contraen bruscamente pero se recuperan rápidamente obtienen la energía para la contrac-

///

ción principalmente del sistema glucogenolítico anaeróbico y son por lo tanto pobres en mioglobina, tienen alta concentración de glucógeno, creatina fosfato y fosfatosas, exhiben alta capacidad para desdoblar al adenosin trifosfato (ATP) y poca actividad respiratoria. El retículo sarcoplasmático está bien desarrollado. Son los llamados músculos blancos por su bajo contenido en mioglobina. En cambio los músculos que están más o menos en constante actividad o aquellos que desarrollan poca fuerza estacionaria obtienen la mayor cantidad de energía de contracción a través del sistema aeróbico de Krebs, son ricos en mioglobina de aquí su denominación de músculos rojos. Son de fibras delgadas, éstas están rodeadas de un sistema capilar muy desarrollado o sea que tiene un adecuado suministro de oxígeno a través de la hemoglobina, siendo la mioglobina encargada de llevar en el interior de la célula hasta las mitocondrias este oxígeno.

Tienen poca creatinina fosfato, glucógeno y fosforilaza, poca capacidad para desdoblar el ATP y exhiben una alta actividad respiratoria. Lawrie⁽³⁾.

2. Factores que pueden influir sobre la terneza de la carne

Dividiremos a estos en aquellos inherentes al propio animal y aquellos que participan después de la muerte del animal.

2.1. Factores inherentes al propio animal

Entre los más importantes debemos mencionar al tejido conjuntivo y dentro de éste al colágeno, el grado de madurez del colágeno, la cantidad de grasa intramuscular y de cobertura, las características propias del músculo y la res-

puesta del animal a determinados estímulos.

2.1.1. Tejido conjuntivo

La fibra colagínosa es dentro del tejido conjuntivo la más importante pues es la que se encuentra en mayor proporción, representando la fibra elástica una pequeña proporción en la mayoría de los músculos.-Vognarová y col⁽⁴⁾. En algunos músculos la proporción de elastina puede ser alta como es el caso del semitendinoso bovino.-Mc Intosh⁽⁵⁾. Además el colágeno mediante la acción del calor se hidroliza para dar gelatina, en cambio la elastina no sufre alteración durante el cocimiento. Por lo tanto es el colágeno, más bien que el tejido conjuntivo total, el que interesa para la ternura de la carne.

Desde muy temprano se ha observado que los músculos que tienen mayor cantidad de tejido conjuntivo son más duros que los que tienen menor cantidad. Así el longissimus dorsi y el psoas tienen menor cantidad que el semitendinoso siendo los primeros más tiernos que los últimos.- Mc Intosh⁽⁵⁾.

Esta regla parece funcionar entre los diferentes músculos de un mismo animal. Un caso típico lo encontramos en el trabajo de Dutson y col⁽⁶⁾ en el cual se comparó la ternura del m.sternomandibular y el psoas con la cantidad de colágeno y donde se encontró que la diferencia en la cantidad de colágeno entre los músculos correlacionó bien con las diferencias de ternura entre los músculos en toda longitud de sarcómero. Pero en este caso la relación de colágeno entre los músculos sternomandibulares y psoas fue de 5:1 . Cuando se compara la cantidad de tejido conjuntivo de un determinado músculo de varios animales con su ter-

neza, en la mayoría de los casos no se puede explicar la variación de la terneza en función de la cantidad de tejido conjuntivo o colágeno.- Cover and Smith⁽⁷⁾.

Así por ejemplo Batterman y col⁽⁸⁾ informaron haber obtenido un índice de correlación significativo de 0,79 entre la terneza y la cantidad de colágeno en carne vacuna.

Nottingham⁽⁹⁾ utilizando el aparato de Winkler para determinar la terneza de carne ovina encuentra también una correlación significativa de 0,79 entre ésta y la cantidad de colágeno.

Ritchey y col⁽¹⁰⁾, Ritchey y Hostetler⁽¹¹⁾ y Berry y col⁽¹²⁾ si bien no encontraron correlación significativa entre la cantidad de colágeno y la terneza sensorial u objetiva observaron una tendencia a la asociación de mejor terneza con menos cantidad de colágeno.

La contrapartida a estos resultados han sido numerosos trabajos que han mostrado poca o nula correlación entre la terneza sensorial u objetiva y la cantidad de colágeno de la carne en estudio. Así Griswold^(13,14), Fielder y col⁽¹⁵⁾, Herring y col⁽¹⁶⁾ y Hunsley y col⁽¹⁷⁾ no encontraron correlación significativa entre la cantidad de colágeno y la terneza sensorial u objetiva. Más recientemente Reagan y col⁽¹⁸⁾ y Culler y col⁽¹⁹⁾ tampoco encontraron asociación entre cantidad de colágeno y terneza del longissimus aún en músculos provenientes de diferentes edades cronológicas, o sea, que la variación en la cantidad de colágeno encontrada en un determinado músculo de varios animales no llega a explicar la variación de terneza encontrada en dicho músculo.

2.1.2. Naturaleza del tejido conjuntivo

Al no encontrarse correlación entre la canti-

dad de colágeno y la ternera se pensó que la naturaleza del tejido conjuntivo, más bien que la cantidad, podría ser responsable de las diferencias de ternera encontradas entre músculos con igual contenido de colágeno. Esto también explicaría porqué el colágeno de ciertos animales pasa a gelatina con mayor facilidad que otros.

Goll y colaboradores^(20,21) estudiaron la cantidad de colágeno y su lability para pasar a gelatina de animales vacunos de diferentes edades desde 49 días a 10 años y encontraron que, si bien la cantidad de hidroxiprolina no varía significativamente entre los diferentes grupos de animales, se observó una mayor solubilización durante el calentamiento del colágeno de los animales más jóvenes, concluyendo que el grado de entrecruzamiento de las moléculas de tropocolágeno podría ser la causa de este comportamiento. También observaron que el colágeno de los animales más jóvenes era más fácilmente atacable por colagenasa que el de los más maduros, Goll y col⁽²²⁾.

En 1966 Hill⁽²³⁾ experimentó un método para evaluar el grado de entrecruzamiento de las moléculas de tropocolágeno utilizando solución 1/4 Ringer. Con este método encuentra que el colágeno solubilizado sigue una tendencia decreciente con la edad de los animales ya sea en músculos ovinos, porcinos o vacunos, concluyendo que hay suficiente evidencia para pensar que el entrecruzamiento aumenta con la edad de los animales proveyendo una explicación de porque la cantidad de colágeno de los músculos es inadecuada para explicar la dureza de la carne con el incremento de la edad.

Paralelamente, el estudio del colágeno mostró que, en la medida que el animal madura se producen en-

tre las moléculas de tropocolágeno entrecruzamientos intra e intermoleculares que producen polimerización y formación de las tres diferentes fracciones Alfa que se convierten en fracciones Beta (dímeros) o Gamma (trímeros). Se ha podido observar que estos cambios imprimen características particulares al colágeno como ser se endurece y la resistencia a la tensión aumenta disminuyendo la fracción extractable por sales y ácidos débiles, Piez⁽²⁴⁾ y Veiss⁽²⁵⁾.

Estos hallazgos indujeron al estudio no solo de la cantidad sino de las características del colágeno y su asociación con la edad de los animales y la terneza.

Los resultados obtenidos hasta la fecha no siempre han coincidido dado que se han utilizado técnicas, músculos y madurez de animales muy diferentes.

A continuación se mencionan algunos de los estudios realizados sobre este particular.

Herring y col⁽¹⁶⁾ estudiaron el contenido de colágeno y su lábilidad a pasar a gelatina por calor en longissimus y semimembranosos de animales de diferente madurez, encontrando que la solubilidad disminuyó significativamente en cada grupo avanzado de madurez en ambos músculos. La solubilidad del colágeno del longissimus fue mayor que en el semimembranoso excepto para el grupo de mayor madurez. También encontraron que la solubilidad correlacionó significativamente con la terneza sensorial siendo sus coeficientes de correlación de 0,77 y 0,81 para longissimus y semimembranoso respectivamente. Sin embargo dentro de los grupos de madurez la correlación fue baja y no significativa. Berry y col⁽¹²⁾ y Reagan y col⁽¹⁸⁾ también encontraron asociación significativa entre la cantidad de colágeno solubilizado y la terneza de dichos músculos trabajando con grupos de animales de muy diferentes edades cronológicas. En

el último trabajo citado la edad cronológica de los animales osciló entre 1 y 23 años.

Williams y Harrinson⁽²⁶⁾ investigaron el porcentaje de colágeno solubilizado por calor y la terneza en músculos semimembranosos cocido a 70 y 80°C a dos temperaturas de horno 94 y 149°C, encontrando asociación significativa pero moderada solo con los bifes cocinados hasta 80°C en horno de 94°C pero no con los cocinados con las otras combinaciones.

Culler y col⁽¹⁹⁾ encuentran asociación significativa entre la terneza sensorial de bifes de longissimus y la proporsión de colágeno solubilizado pero no con los valores objetivos de terneza determinados con la cizalla de Warner-Bratzler, concluyendo que este parámetro es de poco valor para predecir la terneza de la carne.

Paul y col⁽²⁷⁾ encontraron correlaciones significativas entre el colágeno solubilizado y las medidas de cizalla Warner-Bratzler solo para el m.semitendinoso pero no para el biceps femoris sugiriendo que es más importante para la terneza los cambios que se producen en las fibras contráctiles que en las del colágeno durante el calentamiento.

Pfeiffer y col⁽²⁸⁾ encontraron trabajando con longissimus dorsi que la terneza correlacionó significativamente con la proporción del componente α del colágeno y concluye que la terneza de la carne está más asociada con las ligaduras cruzadas del colágeno soluble que con la cantidad de colágeno lábil.

En cambio Brayne y col⁽²⁹⁾ trabajando con animales de madurez semejante no encontraron correlación entre el colágeno solubilizado por calor y en solución Ringer y la terneza de músculos cocinados hasta 70°C en horno de 93 y 149°C.

También Field y col⁽³⁰⁾ al comparar dos grupos de toros, seleccionados por ternera uno y por poca grasa el otro, respecto al colágeno lábil y su asociación con la ternera, no encontraron correlación significativa entre ésta, ya sea objetiva o subjetiva y el colágeno lábil al calor.

Como se ve en algunos casos se ha encontrado una buena correlación entre el colágeno lábil al calor y la ternera sobre todo en aquellos casos en que la madurez de los animales era muy diferente.

En otros casos la correlación fue parcial correlacionando en forma moderada, ya sea con la ternera sensorial u objetiva, con carne cocida de acuerdo a una determinada forma o no correlacionando en absoluto. Estos resultados se podrían explicar por el hecho de que el tejido conjuntivo al madurar va sufriendo cambios que lo hacen más duro, con aumento de la resistencia a la tensión y por lo tanto a igual cantidad de tejido conjuntivo será más dura la carne que tenga el colágeno más maduro, siempre que el resto de las otras variables que pueden influir sobre la ternera se mantengan constantes. Esto explicaría porque cuando los grados de madurez de los animales ensayados son cercanos, la asociación entre colágeno lábil al calor y ternera no llega a ser significativo o no existe. Cuando se ha estudiado la ternera en función de la edad de los animales de los cuales proviene la carne solo se ha encontrado correlación significativa entre estos parámetros cuando el rango de edades ha sido grande pero no cuando ha sido pequeños, Berry y col⁽¹²⁾, Carroll y col⁽³¹⁾, Covington y col⁽³²⁾ y Walter y col⁽³³⁾.

2.1.3. Disposición de la grasa

Al tejido adiposo lo encontramos como grasa

///

de cobertura y grasa intramuscular. Como hemos dicho es una forma especializada de tejido conjuntivo que sirve de sustancia soporte y como depósito de grasa utilizable. El marmoreado es la disposición visible de grasa a través del tejido muscular. La grasa separable es la grasa que encontramos entre músculos y la de cobertura que es un índice de la terminación del animal.

En nuestro país se tiene en cuenta para la clasificación de los animales la grasa de cobertura pero no la intramuscular como en otros países.

Varios autores han estudiado la influencia de la cantidad de grasa ya sea de cobertura o intramuscular sobre la terneza de la carne.

En algunos casos se ha encontrado asociación entre el marmoreado y la terneza de la carne vacuna, Berry y col⁽¹²⁾, Campion y col⁽³⁴⁾, Mc Bee y Wiles⁽³⁵⁾, Covington y col⁽³²⁾ y Jenning y col⁽³⁶⁾. En otros casos si bien hubo tendencia a asociarse la mayor terneza con el mayor marmoreado ésta no llegó a ser estadísticamente significativa, Breidestein y col⁽³⁷⁾. En cambio en otros casos se ha informado falta de asociación entre el marmoreado y la terneza tal el caso de Gilpin y col⁽³⁸⁾, Walter y col⁽³³⁾, García de Siles y col⁽³⁹⁾ y Dikeman y Crouse⁽⁴⁾.

En general si bien los resultados como se ha visto no son coincidentes se acuerda que hay una tendencia a asociarse carnes más tiernas sensorialmente con la mayor cantidad de grasa intramuscular dentro del mismo orden de madurez. Esto podría ser explicado por la dilución que sufren los elementos del tejido conjuntivo por la distribución de la grasa, la cual afecta a la estructura del mismo.

2.1.4. Características del músculo

Podemos mencionar el diámetro de las fibras y la longitud del sarcómero.

2.1.4.1. Diámetro de la fibra muscular

Aquí mencionaremos solo las relaciones encontradas entre el diámetro de la fibra y la terneza sin considerar los cambios estructurales que pueden ser inducidos durante el período inmediato posterior a la muerte del animal y que alteran el diámetro y también la longitud del sarcómero. Cuando se ha comparado el diámetro de fibra de varios músculos con su terneza se ha encontrado muy buena correlación. Hiner⁽⁴¹⁾ encontró para músculos vacunos un coeficiente de correlación de $-0,83$. Es decir que los músculos que tienen fibras de menor diámetro son más tiernos que los que tienen fibras de mayor diámetro. Es el caso del psoas con respecto al semitendinoso o semimembranoso.

En cambio cuando se compara el diámetro de la fibra de un determinado músculo de varios animales la correlación disminuye y en algunos casos se hace no significativa, Covington y col⁽³²⁾.

2.1.4.2. Longitud del sarcómero

Lo que hemos dicho para el diámetro de la fibra también se aplica aquí pues tal vez la longitud del sarcómero sea el parámetro que más variación ofrece con el tratamiento postmortem, así que solo presentaremos aquí la variación de la longitud del sarcómero entre los diferentes músculos de un animal y su terneza así como la variación de la longitud del sarcómero de un mismo músculo en donde

todos los animales hayan sufrido el mismo tratamiento post mortem.

Hunt y Hedrick⁽⁴²⁾ compararon la longitud de sarcómero post mortem de cinco diferentes músculos a saber longissimus, psoas major, glúteos medio, semimembranoso y semitendinoso y encontraron que la longitud media en estos músculos fue de 1.83, 3.06, 1.73, 1.82 y 2.30 micrones respectivamente, o sea que en general los músculos de mayor ternera se asocian a longitud de sarcómero más grandes.

En cambio cuando se compara la longitud del sarcómero de un músculo en particular donde no se haya afectado la estructura durante el rigor la correlación de la longitud del sarcómero con la ternera en la mayoría de los casos no ha sido significativa- Culler y col⁽¹⁹⁾, Reagan y col⁽¹⁸⁾, Covington y col⁽³²⁾ y Gothard y col⁽⁴³⁾ - o fue significativa en una determinada parte del músculo longissimus dorsi- Howard y Judge⁽⁴⁴⁾.

Sin embargo también se ha informado significativa correlación entre longitud de sarcómero y ternera-Berry y col⁽¹²⁾ -aunque posiblemente si se removiese la influencia de la edad de los animales esta correlación podría ser no significativa.

2.1.5. Estado de stress ante mortem

Dado que el stress ante mortem podría influir sobre el grado de contracción post mortem de las miofibrillas y por ende sobre la ternera de la carne, algunos autores han estudiado la influencia de este factor. Uno de estos trabajos fue realizado por Webb y col⁽⁴⁵⁾ encontrando que la ternera de la carne de novillos que estaba en estado de

stress antes de la muerte era menos tierna que la carne de los que no estaban en estado de stress aunque esta diferencia desapareció después de un determinado período de madurez.

2.2. Factores resultantes del tratamiento post mortem o factores post mortem

Es evidente que para comprender porqué ciertos factores resultantes del tratamiento post mortem de las reses influyen la ternura de la carne, es necesario conocer los fenómenos físicos y químicos que ocurren en el músculo después que se ha producido el paro circulatorio.

2.2.1. Rigor mortis

Es el fenómeno que ocurre después de la muerte del animal caracterizándose por una serie de cambios físicos y químicos que ocurren en el músculo. Entre los cambios físicos podemos citar pérdida de extensibilidad del músculo, rigidez momentánea y endurecimiento del mismo. Dentro de los cambios químicos podemos citar la disminución del pH por el pasaje del glucógeno a ácido láctico, reducción del nivel de creatina fosfato y el pasaje del adenosin trifosfato a monofosfato y éste a su vez es deanimado para pasar a inosin monofosfato, liberándose amoníaco, disminución de la capacidad tampon de las proteínas por desnaturalización y disminución de la capacidad de retención de agua.

Enseguida de la muerte, el calcio que se encuentra en su mayor parte en el retículo sarcoplasmático, cuando el músculo está en reposo o relajado, comienza a difundirse hacia el interior de la célula al mismo tiempo que

el magnesio comienza a entrar al retículo sarcoplasmático como consecuencia del accionar de la bomba Ca/Mg. El ATP que está saturando los sitios activos de la miosina comienza a desdoblarse por la acción de la ATPasa de la miosina, lo cual es catalizado por la presencia del calcio. La concentración de ATP tiende a restablecerse por resíntesis a través de la creatina fosfato que actúa como sustancia de reserva de compuestos de alta energía en el organismo y además a través del ciclo glucogenolítico. Cuando la concentración de creatina fosfato prácticamente ha desaparecido y el ciclo glucogenolítico ya no aporte suficiente ATP a la fibra muscular para mantener una determinada concentración de esta sustancia, se produce el deslizamiento de los filamentos de actina sobre las de miosina empujando a los primeros hacia el centro de la banda A del sarcómero formando un complejo estable denominado actomiosina. Este es en esencia un fenómeno de contracción que es similar al que se produce cuando el músculo vivo se contrae pero que a diferencia de éste no es reversible. Al producirse la contracción el sarcómero se acorta pero el diámetro fibrilar aumenta pues esta contracción se hace a volumen constante. Por lo tanto la longitud del sarcómero es una medida del grado de contracción sufrido por la fibra muscular. Como consecuencia de estos fenómenos el músculo se vuelve inextensible y se endurece. Se utiliza la característica de inextensibilidad para seguir el curso del rigor. A su vez como consecuencia del accionar del sistema glucogenolítico anaeróbico el pH del músculo que a la muerte era de 7,2-7,3 disminuye a 5,5-5,7 siempre que el nivel de glucógeno inicial haya sido normal. Como consecuencia de esta disminución de pH que acerca a las proteínas miofibrilares al punto isoeléctrico, la capacidad

///

de retención de agua también disminuye produciéndose por bajo pH una desnaturalización general de las prote^unas.

2.2.2. Contracción por frío

Locker⁽⁴⁶⁾ observó que diferentes músculos del animal vacuno entran en rigor en diferentes estados de contracción mencionando que el estado final del músculo pareciera estar asociado a la forma en que se cuelga la media res.

En 1963 Locker y Hagyard⁽⁴⁷⁾ describen un fenómeno hasta el momento no reconocido que denominan "cold shortening" o sea acortamiento por frío y que consiste en la contracción o acortamiento de las fibras musculares cuando estas son expuestas a temperaturas menores a 10°C. Esta contracción o acortamiento es independiente de la contracción producida durante el fenómeno de rigor mortis y para que se realice, el músculo debe estar en estado de prerigor. Los autores mencionados estudiaron el efecto de acortamiento muscular entre 0 y 45°C utilizando el m.sternomandibularis encontrando que a 0°C el músculo se acorta al 50% de su longitud original. En el rango de 10 a 20°C encuentran el mínimo acortamiento que fue de alrededor de 10%. Cuando la temperatura se elevó a 45°C el acortamiento fue del 30%.

Marsh y Leet⁽⁴⁸⁾ trabajando también con m. sternomandibularis vacuno encuentran que el acortamiento comienza a los pocos minutos de colocarse el músculo aislado en un ambiente frío completándose dentro de la hora de comenzado. Si se extiende el período entre la muerte y la colocación del músculo en el frío, disminuye el grado de acortamiento. Así el músculo antes citado se acortó un 50% cuando se lo colocó a 18°C por cuatro horas y luego a temperatura cercana a 0°C. Se acorta un 30% si se extiende el

tiempo a 12 horas y se acorta aproximadamente un 10% si se lo deja 24 horas antes de colocarlo al frío.

Se ha encontrado correlación entre el grado de contracción o acortamiento del músculo y la terneza de la carne proveniente de dicho músculo. En algunos casos el acortamiento por frío hace incrementar el esfuerzo de cizalla de una carne que ha sufrido acortamiento por frío a 4 o más veces con respecto a un control no sometido al acortamiento por frío.

Marsh y Leet⁽⁴⁸⁾ han estudiado el efecto del acortamiento sobre la terneza y han encontrado trabajando con m. sternomandibularis que el valor de cizalla se hace mínimo con un 10% de acortamiento, luego se incrementa hasta un máximo con un acortamiento de 40% y luego disminuye a casi el mismo nivel de lo logrado con 10% de acortamiento cuando la contracción llega al 60%. Se explica la disminución del esfuerzo de cizalla con acortamientos mayores a 40% por la ruptura que se produce en la estructura de las miofibrillas con formación de planos debilitados, fácilmente escindibles situados a intervalos frecuentes a través y a lo largo de la fibra. Concluyen que si la dureza de base de la carne dada por el tejido conjuntivo no es significativa, el efecto endurecedor de la contracción por frío es mayor que cualquier otro factor como ser maduración, cocción, etc.

El efecto de acortamiento por frío fue estudiado al principio con músculos aislados. Posteriormente se investigó hasta que punto podría afectar este fenómeno a los músculos que se encuentran fijados a la estructura ósea por sus inserciones tendinosas. Marsh y Leet⁽⁴⁸⁾ encontraron que a pesar de estar fijados los músculos al esqueleto

no se evita el acortamiento por frío siempre que el músculo no sea sometido a un estiramiento o fijación por efecto de palanca.

Marsh y col⁽⁴⁹⁾ estudiaron el efecto de varios tratamientos post mortem sobre la carne de corderos y encontraron que la terneza mejoraba en la medida que el tiempo entre la muerte de los corderos y su congelamiento aumentaba, consiguiendo la máxima terneza después de 16 horas a temperatura de entre 18 y 24°C. Mc Crae y col⁽⁵⁰⁾ confirmaron lo encontrado por Marsh y col⁽⁴⁹⁾ y a su vez observaron que cuando se seccionaron los puntos de fijación de los músculos al esqueleto y se sometió a congelamiento rápido los músculos tiernos se endurecieron y los músculos duros no fueron afectados. Concluyeron que la diferencia de comportamiento entre músculos se debió al grado de estiramiento o flacidez impuesto por sus inserciones, de tal manera que si el músculo se mantiene estirado durante su enfriamiento en estado de prerigor el fenómeno de acortamiento se presenta, pero es anulado por el estiramiento del mismo. Herring y col⁽⁵¹⁾ encontraron que colgando la media res vacuna del agujero obturador algunos músculos se estiraban con respecto al colgado convencional del tendón de Aquiles y cuando se enfriaban en forma convencional o sea cuando todavía la mayor parte de los músculos no han entrado en rigor, los músculos limitados en su contracción por la posición de la res eran más tiernos que sus controles. También hubo asociación entre terneza y longitud del sarcómero o sea a mayor longitud o sea menor contracción, mayor terneza.

Los estudios anteriormente mencionados llevaron a concluir que el endurecimiento producido por el acortamiento por frío es consecuencia del aumento variable de

///

enlaces cruzados formados entre miosina y actina que influyen posiblemente la resistencia a la tensión de la fibra aumentando la resistencia al cizallado. El acortamiento del sarcómero por la mayor interacción entre la actina y miosina para formar actomiosina hace acortar la banda I aumentando la resistencia al cizallado de la fibra, dado que el lugar ocupado por la banda I sería un punto débil de la estructura del sarcómero.

Es interesante mencionar que los músculos que tienen una mayoría de fibras blancas no son lábiles a la contracción por frío. Este es el caso del psoas del conejo que no se contrae por frío aunque se lo enfríe inmediatamente a la muerte. También los músculos de cerdo se contraen poco por frío y menos que el músculo ovino o bovino.

Se ha postulado que como las fibras blancas tienen un retículo sarcoplasmático más desarrollado que las rojas la capacidad y eficacia para retener calcio, que es el elemento indispensable para iniciar la contracción, sería mayor en aquellas que en éstas, siendo ésta la causa por la cual las fibras blancas no son lábiles al acortamiento por frío.

Sin embargo Buege y Marsh⁽⁵²⁾ han obtenido evidencias circunstanciales de que las mitocondrias liberan calcio y ésta sería la fuente que contribuiría al acortamiento por frío del músculo. O sea que el calcio que iniciaría la contracción por frío provendría de las mitocondrias y no del retículo sarcoplásmico. De esta forma se explicaría la mayor labilidad de las fibras rojas al acortamiento por frío pues solo las rojas tienen las mitocondrias bien desarrolladas y con suficiente calcio para iniciar esta contracción.

Es evidente que para evitar el efecto del

acortamiento por frío es necesario no exponer los músculos a temperaturas bajas hasta que se produzca el rigor o sea hasta que se establezcan los enlaces cruzados fijos entre la miosina y actina. O sino mantener a los músculos extendidos durante su exposición al frío y su pasaje al estado de rigor. Otra forma sería acelerar de alguna forma el fenómeno de rigor, con el fin de que la carne se pueda enfriar después que haya comenzado el fenómeno de rigor. Si bien el primero de los métodos mencionados se aplica desde hace varios años a las reses ovinas antes de congelarlas, en las reses vacunas es un tanto difícil de poner en práctica pues el espesor de los planos musculares es suficientemente grande como para mantener temperaturas altas durante mucho tiempo en la res facilitando la proliferación bacteriana.

El efecto de contracción de la fibra sobre la terneza ha sido estudiada entre otros por Herring y col⁽⁵³⁾, Buck y Black⁽⁵⁴⁾ y Bouton y col⁽⁵⁵⁾ quienes encontraron buena asociación entre grado de contracción post mortem y terneza, a menor contracción mayor terneza.

Por dicha razón se ha experimentado el colgado de las reses vacunas en tal forma que algunos de los músculos del cuarto trasero se mantengan más extendidos que cuando se cuelga la res del tendón de Aquiles. Ya hemos mencionado a Herring y col⁽⁵¹⁾, Smith y col⁽⁵⁶⁾ también experimentaron varios sistemas de colgado seccionando vértebras y colgando pesos adicionales utilizando temperaturas cercanas a 0°C y de 16°C por 16 horas concluyendo que, el grado de contracción que ocurre durante el desarrollo del rigor es el factor primario que influencia la terneza de la carne vacuna y que esta contracción es función de la temperatura que se utiliza en los primeros períodos del enfriamiento.

Hostetler y col⁽⁶¹⁾ estudiaron la combinación de método de colgado y temperaturas de enfriamiento utilizando 2 y 16°C y colgado convencional (Tendón de Aquiles) y colgado Agujero obturador encontrando que la combinación de colgado del Agujero Obturador y mantenimiento de 16°C en el ambiente por 7 días fue la más efectiva.

El último método para evitar el acortamiento por frío es la estimulación eléctrica de las reses antes de transcurrido 45 minutos de su muerte. Se pretende con este sistema acelerar el desdoblamiento de ATP, dado que con el impulso eléctrico se pone en marcha el fenómeno contráctil, y de esta manera se acelera el proceso de rigor.

Esta técnica ha sido experimentada en corderos, Carse⁽⁶²⁾ y Chrystall y Hagyard⁽⁶³⁾ ..Davey y col⁽⁶⁴⁾ han experimentado con vacunos utilizando impulsos de 5 m seg de 15 Hz a 3600 voltios por 55 segundos reduciendo el tiempo de desarrollo del rigor de 24 a 5 horas.

Desde entonces varios investigadores se han dedicado a estudiar el efecto de la estimulación eléctrica sobre la terniza utilizando más bajos voltajes en vacunos, porcinos y ovinos. Savell y col⁽⁶⁵⁾ utilizaron 100 V, 5 amp y 84-100 segundos. Lograron carne más tierna sobre vacunos, porcinos y ovinos.

Shaw y Walker⁽⁶⁶⁾ encontraron que se baja más rápido el pH utilizando bajo voltaje.

Bouton y col⁽⁶⁷⁾ compararon diferentes tipos de colgado con estimulación eléctrica encontrando mejor resultado en vacunos colgados del Agujero Obturador que colgados en forma convencional.

Smith y col⁽⁶⁸⁾ estudiaron estimulación eléctrica con animales cuereados y sin cuerear no encontrándose

///

diferencia en la terneza de la carne.

2.2.3. Maduración

Los cambios químicos y físicos que se producen durante el envejecimiento son complejos y recién en la actualidad se está llegando a conocer la contribución de cada uno de ellos a la terneza de la carne. Durante la maduración la carne se tierniza y va adquiriendo el sabor característico.

Se ha pensado desde el principio que la tiernización se debe a la acción proteolítica de ciertas enzimas denominadas catepsinas que son las responsables de la escisión de las proteínas miofibrilares. También se ha pensado que la acción de la colagenasa sobre el tejido conjuntivo podría participar en el tiernizado de la carne.

Sin embargo los estudios que se han realizado sobre la acción proteolítica no han demostrado que realmente la proteólisis que se produce por acción de las catepsinas sea la responsable de la acción de tiernizado. Así Husaini y col^(70,71) y Wierbicki y col⁽⁷²⁾ no han encontrado cambio en el nitrógeno proteico durante la maduración de la carne.

Davey y Gilbert⁽⁷³⁾ encontraron que no hay correlación entre el grado de proteólisis y el grado de tiernizado de longissimus de vacuno, aunque hubo un aumento del nitrógeno no protéico en 30 días de maduración a 2°C que no representa sin embargo mas del 2,3% en la degradación de las proteínas de la carne.

Field y col⁽⁷⁴⁾ tampoco encontraron correlación entre la cantidad de aminoácidos y la terneza de carne de toros y novillos.

///

Davey y Gilbert⁽⁷⁵⁾ realizaron un estudio sobre extractabilidad de las proteínas miofibrilares encontrando que la extractabilidad de la actina aumenta a través del tiempo. También observó que una mezcla compleja de proteínas adicionales soluble a baja concentración iónica se libera en cantidades crecientes en la medida que la maduración aumenta postulando que la desaparición de la línea "z" del sarcómero podría estar relacionada con el cambio observado en la extractabilidad de las proteínas.

Paralelamente De Fremery y Streeter⁽⁷⁶⁾ demostraron que el efecto de tiernizado por maduración de pollos no se relacionan con los cambios en el tejido conjuntivo.

Davey y Gilbert⁽⁷⁷⁾, Davey y Dickenson⁽⁷⁸⁾, en músculo vacuno y Fukazawa y col⁽⁷⁹⁾ en músculo de pollo demuestran que durante la maduración de la carne se produce una pérdida de adhesión entre miofibrillas adyacentes con desintegración y desaparición de la línea z y la ruptura de la unión de la línea z y los filamentos constituyentes de los filamentos I. Postulan que estos cambios en la estructura fibrilar sería la razón del tiernizado pues la resistencia a la tensión de las miofibrillas disminuiría sensiblemente disminuyendo por lo tanto el esfuerzo al cizallado y a la acción masticatoria. Davey y Gilbert⁽⁷⁷⁾ observan que si se agrega un secuestrante de calcio a la suspensión de miofibrillas el proceso descrito se interrumpe.

Hay y col⁽⁸⁰⁾ en pollos y Yamamoto y col⁽⁸¹⁾ en pavos describieron la aparición de una proteína de PM 30000 Dalton durante la maduración y almacenado en congelamiento respectivamente, postulando que se origina en la troponina. Penny⁽⁸²⁾ encontró también una banda de 30000 Dalton en preparaciones de miofibrillas vacunas a las 24 horas post mor-

ten, sin embargo cuando incubaba las miofibrillas con una proteasa activada por calcio se produce la degradación tanto de la sustancia como de la troponina B. Samejima y Wolfe⁽⁸³⁾ sugirieron que la banda 30.000 hallada en el cromatograma electroforético podría estar relacionado con la actina F natural. Finalmente Olson y col⁽⁸⁴⁾ demostraron que el componente 30.000 Dalton se origina en la degradación de troponina T por acción de un factor activado por calcio presente en el longissimus y semitendinoso como en el psoas mayor aunque en este último la cantidad fue la mitad de la encontrada en las otras dos. También pudieron demostrar que el factor activado por calcio es el responsable de la degradación del disco z y la troponina T y de los cambios que sufre la carne durante su almacenamiento siendo este factor endógeno para la célula muscular.

Mc Bride y Parrish⁽⁸⁵⁾ encontraron al comparar longissimus dorsi duros y tiernos después de 24 horas a 2°C, que el componente 30.000 Dalton se encontraba en los tiernos pero no en los duros postulando que la utilización de este parámetro podría ser de utilidad para predecir la ternura de la carne.

Respecto al tiempo de maduración Martini y col⁽⁸⁶⁾ observaron una caída en el valor de cizalla del 12% en bifes de costilla angostos vacunos a los 3 días de maduración a 2°C. Los bifes de costilla anchos decrecieron un 14% el valor de cizalla entre los 3 y 6 días a razón de 1,6% por día. Concluyen que un período de maduración de 6 días es suficiente para la carne de animales jóvenes.

Smith y col⁽⁸⁷⁾ estudiaron el comportamiento de la ternura en 20 músculos bovinos madurados por diferentes tiempos a 1°C encontrando que 8 de los 20 músculos

estudiados alcanzaron su mayor terneza entre 5 y 8 días, necesitándose 11 días o más para el resto de los músculos. Respecto a temperatura, en general se puede decir que el tiernizado se lleva a cabo más rápidamente en la medida que la temperatura de maduración sube, pero es evidente que está limitado por el desarrollo bacteriano. Hostetler y col⁽⁶¹⁾ encontraron en músculos bovinos a igualdad de tiempo mayor respuesta a 16°C que a 2°C.

Olson y col⁽⁸⁸⁾ estudiaron el comportamiento del longissimus, semitendinoso y psoas vacuno a 2 y 25°C durante 13 días, encontrando que a 25°C los cambios en el índice de fragmentación miofibrilar y en el esfuerzo de cizalla se aceleraron en el longissimus y semitendinoso no siendo de importancia en el psoas.

2.2.4. Cocimiento

2.2.4.1. Fenómenos químicos y físicos

Durante el cocimiento se producen en la carne cambios físicos y químicos.

Los más importantes son: pérdida de solubilidad y coagulación de proteínas tanto miofibrilares como sarcoplásmicas. El pH de la carne aumenta posiblemente por la formación de nuevas uniones de hidrógeno como consecuencia del desdoblamiento de las cadenas protéicas. El isoeléctrico vira a pH mayores posiblemente debido a la formación de enlaces salinos entre grupos imidazol de la histidina y grupos ácidos. Hamm⁽¹⁵⁶⁾.

El decrecimiento de la capacidad de retención de agua comienza a 35°C y es prácticamente alto entre 40 y 50°C. A 60°C si bien no se ha completado conti-

núa en forma lenta. El agua liberada es agua libre y no agua de hidratación. La capa mono y multimolecular del agua de hidratación no es alterada por el calentamiento.

Durante la coagulación hay liberación de metales alcalinos ligados originariamente a la proteína. Posiblemente el desdoblamiento de las proteínas traería un debilitamiento en la fuerza secuestrante. El Zn es retenido. A temperaturas mayores de 90°C se libera ortofosfato inorgánico.

Con el desdoblamiento de las proteínas se produce una liberación de grupos sulfidrilos siendo mayor a temperaturas altas. Proviene de grupos fáciles de reaccionar y no de los grupos disulfuro de la metionina. A 80°C comienza el desprendimiento de SH₂ incrementándose en forma exponencial con la temperatura.

Las ATPasas se inactivan a relativa baja temperatura entre 40 y 45°C. Las proteasas a 80-73°C en cambio las peroxidasas y transaminasas se inactivan a mayor temperatura.

Veamos en forma somera el mecanismo de la desnaturalización por el calor. La coagulación de las proteínas miofibrilares comienza entre 35 y 50°C. Las moléculas de actomiosina son desdobladas, comenzando la coagulación por agregación de moléculas desdobladas junto con la formación de ligaduras cruzadas estables. Entre 50 y 70°C continúa el desdoblamiento y la coagulación, formándose una red protéica con uniones relativamente estables debido a nuevas uniones de hidrógeno, al intercambio disulfuro sulfídrico y/o a la interacción entre lados no polares de la cadena. A temperaturas mayores de 70°C el desdoblamiento casi es completo y a 80°C los grupos sulfidrilos son transformados a SH₂. La α actinina es una de las proteínas más lábi-

///

les al calor en cambio la actina y troponina son las más resistentes insolubilizándose esta última a 80°C. - Cheng y Parrish⁽⁸⁹⁾.

Las proteínas sarcoplásmicas coagulan entre 40 y 60°C y a 80°C prácticamente todas están insolubilizadas.

Respecto a la mioglobina, que es la heteroproteína que da la coloración a la carne, a 80°C todavía se puede detectar su presencia. El comportamiento al calor depende de si está o no aislada de otros sistemas proteicos. Cuando no está aislada se hace más lábil al calor.

2.2.4.2. Influencia sobre la terneza

Se ha investigado la influencia que diferentes tipos de calor tienen sobre la terneza de la carne así como la tasa de calentamiento y el grado de contracción del músculo y el tejido conjuntivo sobre la misma. También se han hecho estudios histológicos para observar el comportamiento de la fibra con el calor.

El efecto de diferentes tipos de calor sobre el cocimiento fue estudiado principalmente en los últimos diez años.

Ferger y col⁽⁹⁰⁾ evaluaron el efecto del calor húmedo y seco sobre piernas de cordero y Roast Beef vacuno utilizando temperaturas de 149, 163 y 177°C hasta temperatura final de 60°C observaron que partiendo del producto congelado con calor húmedo se requirió menor tiempo para llegar a la temperatura pero que no hubo diferencias significativas en la terneza entre ambos tratamientos. También observaron que el aspecto de la carne cocida en calor húmedo tenía la apariencia de carne mejor cocida.

Straffer y col⁽⁹¹⁾ obtuvieron resultados similares a los anteriores cuando cocinaron nalga externa y peceto en una sola pieza congelada, en horno de 177 y 205°C hasta temperaturas finales de 60, 70 y 80°C con calor seco y húmedo. No encontraron diferencias de palatabilidad entre cocimiento con calor húmedo y seco. Con calor húmedo se tardó menos para llegar a 80°C que con calor seco. Observaron que la carne cocida en calor húmedo tiene apariencia de mejor cocida con mayor pérdida por cocimiento que la carne cocida en calor seco.

Crae y Paul⁽⁹²⁾ compararon cuatro métodos de cocimiento a saber microondas, parrilla de horno, horno y cocimiento al vapor de pecetos vacunos hasta temperatura final de 70°C. Encontraron que el cocimiento con microondas fue el más efectivo para solubilizar el colágeno. Sin embargo cuando el cocimiento al vapor se llevó a 98°C por media hora la extractabilidad del colágeno aumentó más que cualquiera de los otros métodos. Respecto a la ternera los cocidos con microondas y a la parrilla fueron los más blandos de acuerdo a la medida del penetrómetro aunque el esfuerzo de cizalla no varió significativamente entre ellos. Concluyen en base a lo observado microscópicamente que el calentamiento rápido por microondas influenció tanto al tejido contráctil como al conjuntivo en forma diferente a los métodos tradicionales.

Berry y col⁽⁹³⁾ comparan ternera de músculos semimembranosos (nalga interna) cocidos en vapor y horno no encontrando diferencias significativas entre los valores de cizalla, pero encontraron diferencias significativas en la ternera sensorial y en las pérdidas por cocimiento.

///

La tasa de incremento de temperatura durante el cocimiento ha sido motivo de varios trabajos que se han realizado para evaluar su efecto sobre el tiernizado y las pérdidas de cocimiento.

Cross y col⁽⁹⁴⁾ compararon terneza de bifes de costilla vacunos cocinados en parrilla eléctrica de 275°C y horno de 175°C hasta temperatura de 70°C no encontrando diferencias significativas. Los cocidos en horno fueron más jugosos y con menos pérdidas por cocimiento requiriendo mayor tiempo para llegar a la temperatura final. Bramblet y Vail⁽⁹⁵⁾ cocinaron en horno músculos de la pierna vacuna utilizando temperaturas de 155 y 200°C para llegar a 65°C de temperatura interna, encontrando que los cocidos a baja temperatura eran más tiernos con mayor pérdida de cocimiento que los cocidos a mayor temperatura.

Brayne y col⁽⁹⁶⁾ compararon la terneza de semimembranosos (nalga interna) cocidos en horno, utilizando temperaturas de 93 y 149°C hasta temperatura interna de 70°C resultando lo cocido a menor tasa de calentamiento más tierno y con mayor pérdida de cocimiento que lo horneado en mayor temperatura. No varió el porcentaje de colágeno solubilizado. Penfield y Mayer⁽⁹⁷⁾ estudiaron el efecto de dos tasas de calentamiento sobre la terneza de probetas de semitendinoso vacuno (peceto) y tejido conjuntivo intramuscular utilizando programa de calentamiento que simulara el calentamiento de nalga interna de 2Kg a 93 y 149°C y temperaturas finales de 40, 50, 60 y 70°C. Encontraron que calentamientos más lentos produjeron mejor terneza con mayor solubilización de material que contiene hidroxiprolina, detectándose actividad proteolítica durante el calentamiento. Concluyen que la solubilización del material colaginoso no

es el único factor que incrementa la terneza cuando la carne se calienta en forma lenta.

Posiblemente uno de los factores a que se refiere Penfield y Meyer⁽⁹⁷⁾ que contribuye a que la carne se tiernice durante el calentamiento sea el factor activado por calcio que debilitaría la miofibrilla a la altura de la línea z. Este supuesto estaría confirmado por un reciente trabajo de Cheng y Parrish⁽⁸⁹⁾.

Hearne y col⁽⁹⁸⁾ realizaron un estudio utilizando material y tasas de calentamiento similares a las utilizadas por Penfield y Meyer⁽⁹⁷⁾ y encontraron que el valor de cizalla Warner-Bratzler decrece de 40 a 60°C, lo mismo que el diámetro de la fibra, en cambio la longitud del sarcómero decreció entre 60 y 70°C. La fibra muscular se desintegró en la medida que la temperatura se incrementó concluyendo en función de los valores de cizalla y desintegración que otros factores se oponen al efecto de tiernizado por desintegración de la fibra.

Bouton y Harris⁽⁹⁹⁾ estudiaron el efecto de las temperaturas de cocimiento sobre ciertas propiedades mecánicas de la carne observando que las temperaturas hasta 50°C tienen un efecto endurecedor que reflejan cambios en la capacidad de retención de agua y que los cambios observados entre 50 y 60°C se deben posiblemente a cambios en el tejido conjuntivo. El incremento de durezas entre 60 y 75°C lo explican por el acortamiento de las fibras.

El grado de contracción del músculo sobre la terneza y las pérdidas de cocimiento han sido estudiados por varios autores. Así por ejemplo Hostetler y col⁽¹⁰⁰⁾ estudiaron el efecto del acortamiento por frío sobre la dureza del músculo vacuno encontrando que los múscu

los que se tiernizan por prevención del acortamiento son menos susceptibles al endurecimiento cuando se cocinan hasta altas temperaturas internas o sea cuando se pasan de cocimiento. Respecto a las pérdidas por cocimiento de músculos sometidos al acortamiento por frío Bouton y col⁽¹⁰¹⁾ encontraron que las pérdidas son mayores en los acortados por frío, siendo mayor dicha pérdida en la medida que la longitud de la muestra se acorta más aunque la sección transversal de la misma tuvieron casi tan grande efecto como el largo de ésta. Estos efectos se minimizaron cuando el tiempo de calentamiento fue prolongado.

Bouton y col⁽¹⁰²⁾ observaron el comportamiento de músculos limitados en su acortamiento durante su calentamiento encontrando que este tratamiento incrementa la contribución del tejido conjuntivo al pico del valor de cizalla probablemente por cambio en las características de fuerza tensión de las fibras colaginosas.

Snowden y col⁽¹⁰³⁾ encuentran que limitando en su acortamiento al tejido conjuntivo de animales viejos y jóvenes durante el cocimiento el tejido conjuntivo de los primeros desarrollan una tensión que es linealmente dependiente de la temperatura no así el de los jóvenes que después de aumentar decreció rápidamente.

Los cambios histológicos miofibrilares que se producen durante el cocimiento fue estudiado por Cheng y Parrish⁽¹⁰⁴⁾ y Jones y col⁽¹⁰⁵⁾ entre otros. Los primeros observaron cambios progresivos con el incremento de temperatura de 60 a 80°C en el longissimus bovino en la vaina endomesial, en la desintegración de la fibra colaginosas y en la fragmentación miofibrilar a la altura de la banda "z" al llegar a una temperatura de 70°C. La degradación del

perimio se inició a los 70°C y se hizo intensa a 80°C. En cambio en el psoas los cambios fueron menos intensos posiblemente por el menor empaquetamiento de la fibra muscular. Los segundos trabajando con semitendinoso bovino calentados a 50, 60 y 90°C también confirman que recién a 60°C se hicieron evidentes los cambios morfológicos. Observaron que el sarcolema se volvió granular a 60°C con fracturas del sarcolema a la altura de la banda z y desintegración de la banda I, aunque la disposición general de los sarcómeros permanecieron intactos aún a 90°C

Si bien los resultados obtenidos en todos los trabajos mencionados no han sido coincidentes se puede concluir que: la terneza de la carne bovina no difiere significativamente entre diferentes tipos de calor utilizados para su cocimiento siempre que se la cocine hasta la misma temperatura interna y siempre que las temperaturas de cocimiento no difieran mucho y que los trozos sean de parecido tamaño. Cuando se encontraron diferencias éstas fueron respecto a la terneza sensorial. En general cocinando al vapor se obtienen mayores pérdidas de cocimiento.

El cocimiento más lento produce carne más tierna pero con mayor pérdida de cocimiento que las cocinadas más rápido.

Cocinando carne con menos contracción se obtiene mejor terneza y en general es menos lábil al endurecimiento por sobrecocido.

Es evidente que la carne cruda se endurece al cocinarse debido a la coagulación y apretamiento del tejido conjuntivo. Luego comienza un período de ablandamiento debido a cambios en la estructura colagínica y en desintegración miofibrilar. Por lo tanto el efecto del coci-

///

miento sobre la terneza dependería del balance entre el ablandamiento del colágeno y el endurecimiento y desintegración de la fibra muscular. El cocimiento de músculos con alto contenido de colágeno sería entonces preferible realizarlo con vapor en forma prolongada dado que ésta es una de las formas más efectivas para aumentar la solubilización del mismo. En cambio a los músculos con poco contenido de tejido conjuntivo sería conveniente cocinarlos con calor seco y de esta manera se lograría una terneza razonable sin pérdida de jugosidad y rendimiento.

3. Métodos para determinar terneza de carne

Uno de los problemas más grandes que han enfrentado los investigadores de la terneza ha sido la forma de cuantificar este atributo en forma objetiva dado que en su evaluación intervienen una serie de estímulos psicofísicos resultantes del acto de masticar, que no siempre están reflejados en los métodos objetivos que se han ensayado.

Por lo tanto para evaluar la terneza de la carne se hace uso de métodos objetivos o instrumentales y métodos subjetivos o sensoriales.

3.1. Métodos objetivos o instrumentales

Los métodos objetivos o instrumentales se basan en general en el esfuerzo necesario para cizallar, comprimir, punzar, morder, etc. una probeta de carne. A través de los años se han ensayado más de 15 instrumentos (Szczeraniak y Torgenson⁽¹⁾), pero desafortunadamente ninguno de ellos estimaría exactamente la terneza como lo haría un panel de evaluadores en forma sensorial. Se utilizan en la actualidad aquellos instrumentos que han revelado poseer una co-

rrelación razonables con los métodos sensoriales.

Uno de los instrumentos más populares es la cizalla de Warner-Bratzler descrita originalmente por Warner⁽¹⁰⁶⁾ y modificada por Bratzler⁽¹⁰⁷⁻¹⁰⁸⁾ conocida en la actualidad como cizalla de Warner-Bratzler. Con este aparato que se describirá más adelante se determina el esfuerzo máximo necesario para cizallar una probeta de carne que se corta con un sacabocados muy afilado de 25,4 o 13 mm de diámetro. Si bien ha sido objeto de varias modificaciones, en la actualidad se utiliza como la modificó Bratzler originalmente.

Este instrumento se ha comparado con métodos sensoriales encontrándose coeficientes de correlación muy significativos de hasta -0,94., Wilcox y col⁽¹⁰⁹⁾, aunque bajo ciertas condiciones y en aislados casos han llegado a ser no significantes. Entre 70 y 80% de los trabajos realizados nos muestran coeficientes de correlaciones que oscilan entre -0,78 y -0,80 con números grandes de comparaciones. Lo que todavía está en discusión en este aparato es la calidad o componente de la terneza que es medida por la resistencia al cizallamiento. Como menciona Shultz⁽¹¹⁰⁾ la masticación comprende cortado, cizallado, desgarrado, molienda y apretado. De todas estas cualidades solo la sección de cizallado es simulado por la cizalla de Warner-Bratzler.

Otra cizalla utilizada frecuentemente es la de Lee Kramer desarrollada originalmente por Kramer en la Universidad de Maryland y modificada posteriormente.-Kramer y Backinger⁽¹¹¹⁾. Se utilizó originalmente para determinar ca racterísticas texturales de vegetales y luego se extendió su uso a carne. Consiste en una celda de ensayo ranurada, donde se coloca la muestra, y un elemento de presión y ciza-

llado formado por barras de sección rectangular que entran en registro con las ranuras. Este elemento está conectado a un medidor de esfuerzo. Tiene la ventaja que pueden obtenerse gráficos de fuerza tiempo obteniéndose un perfil textural. Se ha utilizado con pollos y en menor frecuencia con carne vacuna. En carne de pollo se han obtenido coeficientes de correlación de hasta -0,97 -Cameron y Ryan⁽¹¹²⁾ - pero con carne vacuna los mayores coeficientes oscilan entre -0,60 y -0,70. En casi todos los trabajos que se han comparado la cizalla de Warner-Bratzler y la de Lee-Kramer con los métodos sensoriales la primera ha resultado mejor.

Otro de los aparatos utilizados para determinar terneza objetiva es el llamado STE (Slice Tenderness evaluator) estudiado por investigadores del U.S.D.A.. Su fundamento se basa en el esfuerzo necesario para punzonar o cizallar una rodaja de carne. Las correlaciones obtenidas entre este instrumento y las medidas sensoriales son razonablemente buenas, la mayoría están entre -0,30 y -0,55 para punzonado y hasta -0,70 para cizallado. Se establecen estos dos tipos de determinaciones pues el punzón al introducirse en la rodaja primero punzona midiendo este esfuerzo, pero como la rodaja está colocada sobre un agujero con bordes cortantes al penetrar más el punzón, que tiene un engrosamiento de diámetro, en el agujero se produce el efecto de cizallado, midiéndose el esfuerzo de cizalla. En ningún caso el coeficiente de correlación fue mayor que lo obtenido por la cizalla de Warner-Bratzler, en estudios paralelos.

El aparato de Volodkevich desarrollado por Volodkevich⁽¹¹³⁾ se basa en el esfuerzo necesario para cortar una muestra entre dos elementos en forma de cuñas o calzas de puntas romas. La calza inferior es fija y la superior móvil.

La carne se coloca entre las calzas y se acciona la superior, registrándose el esfuerzo de estrujado y corte en función de la distancia recorrida por la calza. Se ha utilizado con pollos y otros alimentos. Winkler⁽¹¹⁴⁾ utilizando el mismo principio simplifica el aparato anterior colocando en la mandíbula móvil una leva contrabalanceada. Esta es accionada por una fuerza creciente por medio de una vena de municiones de plomo. Se grafica el esfuerzo en función del tiempo. Ultimamente el Meat Industry Research Institute of New Zealand utilizando también el principio de Volodkevich-Winkler ha desarrollado un instrumento que se utiliza frecuentemente en ese instituto, conocido como Tenderómetro MIRINZ. Las correlaciones informadas con respecto a la cizalla de Warner-Bratzler son buenas, Bouton y Harris⁽¹¹⁵⁾ informaron una correlación entre el aparato MIRINZ y Warner-Bratzler de 0,94.

El tenderómetro a dentadura diseñado por Proctor y col⁽¹¹⁶⁾ en el MIT es posiblemente la mejor adaptación del aparato de Volodkevich respecto a la acción de masticar.

Consiste en un conjunto de dentadura postiza con mejillas, labios y lenguas estando la parte superior acoplada a un articulador Hanau. Un par de medidores de esfuerzo colocados en el brazo móvil transmiten la señal a través de un amplificador a un osciloscopio de rayos catódicos. La relación fuerza penetración es fotografiada por una cámara Polaroid. Tiene la desventaja de ser dificultoso el mantenimiento de la muestra entre los dientes y de ocluirse los dientes falseando resultados. La correlación con el método sensorial informado ha sido razonablemente buena de -0,40 -Carpenter y col⁽¹¹⁷⁾. Con este mismo principio General Food ha diseñado un aparato similar donde se ha cambiado la forma

de registrar la respuesta del aparato.

Se han desarrollado otros aparatos como el de Kelly y col⁽¹¹⁸⁾ conocido como aparato KT que simula la acción de masticar, o el llamado Tenderómetro o dispositivo orificio de Hiner descrito por Sperring y col⁽¹¹⁹⁾ que consiste en el esfuerzo necesario para hacer fluir el tejido a través de un orificio calibrado pero en realidad han sido utilizados por sus autores o en trabajos aislados.

También se han utilizado tensiómetros o extensiómetros para determinar el esfuerzo necesario para extender o rupturar fibras pero no son de aplicación generalizada.

3.2. Métodos subjetivos o sensoriales

Los métodos sensoriales o subjetivos han sido usados desde muy temprano y son en día muy populares dado que hasta ahora ninguno de los métodos objetivos desarrollados ha sido capaz de evaluar y describir la textura de la carne. Tiene el gran inconveniente de todo método sensorial, como ser la dificultad del evaluador para fijar la magnitud del estímulo en forma absoluta a través del tiempo y la dificultad de separar de la respuesta el estado anímico del evaluador. Se necesita dentro de los evaluadores disciplina y entrenamiento para poder evaluar la textura independientemente del sabor y viceversa.

Los métodos sensoriales se pueden dividir en dos categorías. Uno de ellos se basa en la discriminación o preferencia entre una serie de muestras y el otro que intenta describir el producto.

Entre los primeros encontramos el llamado panel de evaluadores que en número variable se entrenan para distinguir una característica determinada. Tilgner⁽¹²⁰⁾ menciona

como factores que pueden influir en la exactitud sensorial a la influencia de una psiquis cansada o en tensión, el estado general de salud, condiciones ambientales, dudas conscientes o inconscientes, cambio mental de característica tipo por falta de tipos de preferencia. Es de importancia también que el mismo panel intervenga en todo el estudio hasta su finalización. Se han desarrollado una serie de escalas para evaluar o calificar en forma numérica el atributo en cuestión. Raffensperger y col⁽¹²¹⁾ desarrollaron una escala para valorar la dureza-terneza de carne vacuna. Aplicando procedimientos escalares psicológicos y clasificando los estímulos en intervalos sucesivos demostraron que una escala lógica completamente estructurada podía ser desarrollada. De esta forma se llegó a una escala de 9 puntos que va desde extremadamente duro para el 1 hasta extremadamente blanda para el 9 pasando por ni duro ni blando en el 5. Algunos autores consideran que el término ni blando ni duro se debe eliminar.

Entre los métodos que tratan de describir al producto se debe citar el que se fundamenta en que la terneza es la resultante de una serie de parámetros y que por lo tanto los resultados son más realistas si se describen o evalúan los componentes de la misma. Cover^(122, 123, 124) definió como componentes de la terneza a: la blandura a la presión de la lengua y mejillas, blandura a la presión de los dientes, facilidad de fragmentación a través del grano, desmenuzamiento seco, adhesión aparente entre fibras, cantidad de tejido conjuntivo y blandura de este último. Ritchey⁽¹²⁵⁾ encontró que, facilidad de fragmentación correlacionaba bien con adhesión aparente entre la fibra y ante la duda de que los panelistas no pudieran distinguir entre estas dos características agrupó estas dos quedando sólo fragmentación de

///

fibras. O sea que en la actualidad aquellos investigadores que evalúan la ternera con este método solo utilizan 6 componentes de la ternera. Es evidente que este método tiene más limitaciones que el anterior descrito, pues es necesario entrenar un panel para evaluar características complejas aunque es recomendable para trabajos fundamentales.

Hay otros tipos de panel que es el de consumidores pero éste no es utilizable en trabajos de investigación.

4. Predicción de la ternera

Como se ha visto la ternera no es una característica fácil de predecir en la carne antes de su masticación. Por eso desde hace mucho tiempo se ha tratado de encontrar alguna característica o medida en crudo que pueda informar o predecir el comportamiento de la carne cocida respecto a su ternera. Es así que se ha tratado de correlacionar el grado o la edad, el marmoreado, el peso del bife, etc. con la ternera para tratar de predecir la misma.

Palmer y col⁽¹²⁶⁾, Batcher y col⁽¹²⁷⁾ y Alsmeyer y col⁽¹²⁸⁾ encontraron que el marmoreado del ojo del bife no es un estimador confiable de la ternera de la carne. Champion y col⁽³⁴⁾ encontraron trabajando con 496 animales de diferentes grados de marmoreado y edad que la conformación, madurez, marmoreado, color, firmeza y textura de la parte sin grasa solo contabilizó el 10% de la variación de los parámetros evaluados por el panel como ternera, sabor y jugosidad. Algo similar encontró Covington y col⁽³²⁾ siendo la contribución del marmoreado a la ternera de menos de 10%

Palmer y col⁽¹²⁶⁾, Fielder y col⁽¹⁵⁾ y Alsmeyer y

col⁽¹²⁸⁾ han indicado que el grado del animal que en USA tiene en cuenta fundamentalmente la edad del animal contabilizó sólo un pequeño porcentaje de la variación de terneza encontrada en muestras de carne cocida vacuna.

Respecto a instrumentos utilizados para predecir la terneza de la carne cocida ensayando la carne cruda se pueden citar a la cizalla de Warner-Bratzler. Warner⁽¹²⁹⁾, Black⁽¹³⁰⁾, Mc Bee y Naumann⁽¹³¹⁾ y Carpenter y col⁽¹¹⁷⁾ no encontraron buena correlación cuando compararon las medidas de cizallamiento de probetas de carne cruda de longissimus con la terneza objetiva o sensorial de la carne cocida.

Walter y col⁽³³⁾ utilizaron la prensa cizalla de Lee-Kramer para comparar el esfuerzo de cizallado de la carne cruda con el cizallado de la carne cocida no encontrando asociación entre ambos valores.

También Carpenter y col⁽¹¹⁷⁾ determinaron la terneza de carne cocida utilizando un tenderómetro tipo Volodkevich, el tenderómetro a dentadura y un tenderómetro basado en una picadora de carne como elementos para predecir la terneza de carne cocida con resultados poco o nada significativos.

Adams y Arthaud⁽¹³²⁾ encontraron asociación baja pero significativa de -0,21 entre la medida de Warner-Bratzler en cocido y el valor de tenderómetro Hiner de la carne cruda.

Hinnergardt y Tuomy⁽¹³³⁾ experimentaron la medida del esfuerzo para hincar un conjunto de 5 agujas en bifés de cerdo y al compararlos con la terneza sensorial de bifés cocidos encontraron una significativa correlación entre ambas medidas de -0,62 aunque la correlación entre el penetrómetro en crudo y cocido fue algo más alta de $r = 0,86$. Este fue uno de los primeros trabajos en que la medida de un instrumento en carne cruda pudo explicar cerca del 40% de la variación

de ternera encontrada en bifés de cerdo.

4.1. Tenderómetro de agujas Armour

En 1971 Hansen patenta en nombre de la Compañía Armour de USA un tenderómetro de agujas para predecir la ternera de la carne vacuna mediante un ensayo no destructivo-Hansen⁽¹³⁴⁾. El aparato consta de una sonda de ensayo compuesta de 10 agujas posicionadas sobre una placa que a su vez está montada sobre un soporte, intercalándose entre la placa y el soporte un medidor de esfuerzo. La señal del medidor de esfuerzo es amplificada y transformada en una medida de fuerza, detectada en un indicador amperimétrico. El ensayo consiste en el esfuerzo necesario para hacer penetrar 2" las agujas en el interior del longissimus expuesto durante la operación de cuarteo de las medias reses. La sonda tiene un tope que limita la penetración de las agujas hasta una profundidad de 50 mm, Hansen⁽¹³⁵⁾ describe en el trabajo original el método seguido para elegir el tipo de punta de las agujas así como los fundamentos que lo llevaron a elegir un conjunto de diez agujas.

La correlación entre los valores del tenderómetro en crudo y el de cizallamiento con aparato Warner-Bratzler en la carne cocida fue de -0,77 para bifés de animales clasificados "Elegidos" de acuerdo al método del Departamento de Agricultura de USA y -0,69 para animales clasificados "Buenos".

II - <u>Discusión de la parte experimental</u>	pág.
1. Ensayos preliminares	42
1.1. Ensayo de predicción de terneza en carne de novillo utilizando el Tenderómetro Armour	42
1.2. Ensayo de predicción de terneza en carne de vaca utilizando el Tenderómetro Armour	54
2. Parámetros químicos e histológicos que podrían influir sobre la terneza de carne vacuna y su influencia sobre las medidas del Tenderómetro Armour	59
2.1. Longissimus dorsi (ojo del bife)	65
2.2. Semimembranoso (nalga interna)	76
2.3. Semitendinoso (peceto)	81

II - Discusión de la parte experimental

1. Ensayos preliminares

Casi al mismo tiempo que Hansen⁽¹³⁵⁾ publica el trabajo donde describe el fundamento y la metodología seguida para desarrollar el aparato postulado como predictor de la ternera de la carne cocida, se consigue un aparato para ser en sayado, el cual fue obtenido a través de la Cía. Armour, la cual lo tiene patentado (U.S. Patent 3.593.572).

Como uno de los atributos más apreciados por los consumidores americanos es la ternera de la carne bovina se pensó que el aparato podría ser de mucha utilidad para poder segregar en las cámaras de enfriamiento las reses más apropiadas, bajo el punto de vista de la ternera, para ser destinados a producir carne cocida para este mercado.

Como la carne que se exporta a USA debe ser cocida a una temperatura compatible con la inactivación del virus de la aftosa, la misma se debe cocinar hasta una temperatura en la que no se detecte la presencia de jugo rosado, considerándose a esta temperatura como evidencia de completo cocimiento. Nusimovich y col⁽¹³⁶⁾ demostraron que el jugo rosado desaparece entre 75 y 85°C dependiendo de la concentración inicial de mioglobina del músculo. Por lo tanto a los fines de asegurar cocimiento completo la carne se debe cocinar como mínimo a 85°C.

Para verificar entonces la bondad del Tenderómetro Armour se diseñaron experiencias utilizando novillos y vacas de los tipos usados para obtener carne para exportar a USA.

1.1. Ensayo de predicción de ternera en carne de novillos utilizando el Tenderómetro Armour

Este primer ensayo se realizó con el propósito de con-

///

firmar los valores hallados por el autor del aparato. Se utilizaron novillos de diferentes tipos de conformación y cantidad de grasa de cobertura. Como ser J, U₂, U y N y grasas de 0 a 3 de acuerdo a la clasificación de la Junta Nacional de Carnes (JNC). Las medias reses después de la faena fueron enfriadas en cámara de 0°C y entre las 24 y 48 horas se cuartearon, sin separarse totalmente los cuartos, entre la décima y undécima costilla.

Se hizo la determinación del esfuerzo máximo de penetración con el conjunto de 10 agujas del Tenderómetro entre los 30 y 60 minutos de realizado el cuarteo, mientras la media res se encontraba en cámara. La determinación se hizo en el longissimus dorsi, en la parte correspondiente al cuarto delantero. Las agujas se hicieron penetrar 50 mm en lo posible a velocidad constante y en forma perpendicular a la superficie del corte. Se puso especial cuidado, sobre todo en los animales chicos, en que las agujas solo interesaron el músculo longissimus dorsi evitando hincar tejido conjuntivo o adiposo intermuscular.

Se muestrearon suficientes medias reses de manera de tener cinco valores de cada uno de los siguientes grupos de valores de esfuerzo en cada uno de los grupos de clasificación mencionados a saber, de 0 a 10,75, 11 a 11,75, 12 a 12,75, 13 a 13,75, 14 a 14,75, 15 a 15,75, 16 a 16,75, 17 a 17,75, 18 a 18,75, 19 a 19,75 y 20 o más libras. Esto representó un total de 220 novillos.

Junto con la lectura del Tenderómetro se registraron además del grado de conformación y grasa de cobertura de acuerdo a JNC, los siguientes datos de los animales: marmoreado de grasa observado en el corte del bife de acuerdo a la clasificación del Departamento de Agricultura de los

///

EEUU, que se basa en la comparación del marmoreado del bife con un conjunto de fotografías tipos, asignándose un número a cada tipo; madurez de la res utilizando el sistema de clasificación usado también por el Departamento de Agricultura de los EEUU, que se basa en el grado de osificación de cartílagos y vértebras y de las formas de las costillas; días de enfriamiento; temperatura del músculo en que se hizo la determinación; grado de conformación; grado de grasa de cobertura. El hecho de haberse utilizado el sistema del Departamento de Agricultura de los EEUU para evaluar marmoreado y madurez ósea se debe a que en la Argentina no existe tipificación para estos atributos dado que la Junta Nacional de Carne en su método de tipificación no toma en cuenta ni el grado de madurez o sea la edad de los animales, ni el grado de marmoreado o sea la cantidad de grasa intramuscular evaluada visualmente en el bife cuando la media res se corta para cuartearla. En Argentina para tipificar se tiene en cuenta la conformación de la musculatura y la cantidad de grasa de cobertura.

Después de la lectura del tenderómetro se extrajo el longissimus dorsi (ojo del bife) correspondiente al cuarto delantero de las medias reses, así como uno de los siguientes músculos: semitendinoso (peceto), semimembranoso (nalga interna) o biceps femoris (nalga externa). Se trató de obtener igual cantidad de cada uno de los músculos citados. Se removió la casi totalidad del tejido conjuntivo removible y adiposo y se los cocinó en agua en ebullición por el tiempo necesario para que el punto de menor calentamiento alcanzara 85°C. Luego de enfriarlos en agua de 18 a 21°C se los congeló a -18°C hasta su evaluación. Los músculos fueron pesados antes y después del cocimiento.

///

Los músculos fueron descongelados a temperatura ambiente y cuando la temperatura alcanzó aproximadamente 5°C se procedió a cortarlos para hacer las determinaciones objetivas y subjetivas de terneza. Para determinar la terneza objetiva se utilizó la cizalla de Warner-Bratzler y para la terneza subjetiva la evaluación sensorial de un panel entrenado de cinco miembros.

Las muestras para las determinaciones de terneza se sacaron de la siguiente forma. Al longissimus dorsi se le hizo un corte perpendicular al eje del mismo en su extremo más grueso o sea el posterior con el fin de emparejar su superficie. A partir de este corte se cortó una rodaja de aproximadamente 5 cm de espesor para las determinaciones de cizalla. Se sacaron de cada rodaja con un sacabocado de 25,4 mm el máximo de probetas (3a4). Con cada probeta se hicieron por lo menos tres determinaciones. El valor de cizalla informado fue el resultante del promedio de todas las determinaciones. Los discos resultantes de las determinaciones de cizalla fueron ajustados a 5 mm de espesor para ser evaluados por el panel de terneza (Panel 2). Del resto del músculo se cortaron rodajas de 2 mm de espesor para ser evaluados por el panel (Panel 1). Al semitendinoso se lo cortó por la mitad en forma perpendicular a la dirección de las fibras. Luego se cortó una rodaja de aproximadamente 5 cm de espesor partiendo del corte anterior hacia el extremo que se inserta en el isquio. De aquí se sacaron el máximo de probetas posibles (3 a 4) procediéndose como en el caso anterior. De la otra mitad del músculo se cortaron rodajas procediéndose como en el caso anterior.

El semimembranoso fue cortado en su parte media en forma perpendicular a la dirección de las fibras .

///

Luego se cortó una rodaja de aproximadamente 5 cm partiendo de este corte hacia el extremo correspondiente a la inserción en el isquio. De esta rodaja se sacaron el máximo de probetas (4 a 6) para las determinaciones de cizalla. De la otra mitad se cortaron rodajas para ser evaluadas por el panel.

El biceps femoris se cortó por su parte media y en forma perpendicular, en lo posible, a la dirección de las fibras. De la mitad correspondiente a su inserción inferior se cortó una rodaja de aproximadamente 5 cm de donde se sacaron el máximo número de probetas (4 a 6) para las determinaciones de cizalla y de la otra mitad se cortaron rodajas para evaluación del panel.

Para las determinaciones de cizalla Warner-Bratzler se sacaron la mayor cantidad de probetas de la rodaja pues se ha comprobado que el músculo no tiene la misma terneza a través de toda su sección transversal, Smith y col⁽¹³⁷⁾, de tal forma que el promedio de todas las determinaciones es un buen estimador del total de la rodaja. También se hicieron por lo menos tres determinaciones de cada probeta para minimizar la influencia que podría tener la variación de la misma a través de su largo y para minimizar la influencia que podría tener el hecho de que la cizalla se encontrase con un agrupamiento aislado de fibras conjuntivas, Paul y Bratzler⁽¹³⁸⁾.

Se evaluaron 219 longissimus, 55 biceps femoris, 70 semitendinosos y 79 semimembranosos. Por diferentes razones de algunas medias reses no se pudo sacar más que el longissimus perdiéndose uno de los 220 segregados originalmente.

Para analizar los resultados se codificaron los parámetros estimados subjetivamente como conformación, grasa de

cobertura, marmoreado y madurez ósea. Para el caso de conformación, grasa y marmoreado, el código numérico asignado fue tal que a mejor conformación, más grasa y más marmoreado le correspondió mayor numeración. Para la madurez de la res a menor madurez le correspondió mayor valor numérico.

El análisis de correlación y regresión se hizo de acuerdo a Davies⁽¹³⁹⁾ y la comparación de medios de acuerdo a Snedecor⁽¹⁴⁰⁾. Cuando se recurrió al análisis multiregresional se hizo uso de computadora precediéndose de acuerdo a Davies⁽¹³⁹⁾.

El primer análisis se hizo tratando de evaluar el grado de correlación existente entre la medida del Tenderómetro y la terneza objetiva medida por la cizalla de Warner-Bratzler y la sensorial determinada por el panel. Además se trató de ver que correlaciones significantes se podrían obtener entre los otros parámetros con carácter de predicción o para mejorar el valor de predicción del Tenderómetro.

En la tabla N^o 1 se puede observar los coeficientes de correlación encontrados entre las medidas de terneza sensorial y objetiva del longissimus dorsi y algunos parámetros de calidad de las reses.

El grado de correlación obtenido entre el Tenderómetro y la terneza sensorial fue prácticamente nulo de 0,03 no significativo y el correspondiente al instrumental o sea Warner-Bratzler si bien un poco más alto de 0,13 no tuvo ninguna significación o sea nos indicaría una falta de asociación entre ambos parámetros.

Al momento de terminarse esta etapa de la investigación ya algunos autores comenzaron a publicar los resultados obtenidos con el Tenderómetro.

Carpenter y col⁽¹⁴¹⁾ ensayan el Tenderómetro con anima

///

les clasificados "Choice" y "Good" (Elegidos y Buenos) de acuerdo a la clasificación del Departamento de Agricultura de los EEUU. Con el grado "Good" obtuvieron un coeficiente de correlación entre el Tenderómetro y el esfuerzo de cizalla Warner-Bratzler de 0,17 (n = 67) no significante en cambio para el grado "Choice" encuentran una correlación significativa de 0,35 (n = 93), $P < 0,01$. Cuando agruparon todos los datos el coeficiente de correlación disminuyó a 0,25 ($P < 0,01$) pero todavía fue significante. La correlación entre el Tenderómetro y el panel fue de -0,15 no significante para "Good" y para "Choice" -0,35 significante ($P < 0,01$). Para los datos agrupados fue $r = -0,26$ también significante Dickerman y col⁽¹⁴²⁾ informaron coeficientes de correlación significante entre Tenderómetro y cizalla Warner-Bratzler y Panel de 0,29 y -0,30 ($P < 0,05$) respectivamente pero mencionan que solo contabiliza el 10% de la variación encontrada en la terneza.

Por el contrario Henrickson y col⁽¹⁴³⁾ encontraron coeficientes de correlación no significantes entre Tenderómetro y Warner-Bratzler, los cuales oscilaron entre -0,15 y 0,02 (n = 93 novillos). Solo se volvieron significantes cuando se hizo el análisis regresional múltiple dejando la influencia del marmoreado constante.

También Parrish y col⁽¹⁴⁴⁾ no encontraron correlación significativa con 221 novillos entre las medidas del Tenderómetro y la terneza sensorial ($r = -0,04$) así como entre Tenderómetro y Warner-Bratzler. Recién se hizo significante cuando se agruparon 12 valores altos y 12 bajos de Tenderómetro.

Huffman⁽¹⁴⁵⁾ trabajando con 193 novillos encontró baja correlación entre el Tenderómetro y Warner-Bratzler pero

aún significativa $r = 0,22$ ($P < 0,01$) en cambio con la terneza sensorial no fue significativa $r = -0,05$.

Ultimamente Lucket y col⁽¹⁴⁶⁾ y Champion y Crouse⁽¹⁴⁷⁾ tampoco han encontrado asociación significativa entre el Tenderómetro en crudo y la terneza sensorial u objetiva de la carne cocida.

La medida del Tenderómetro correlacionó positiva y significativamente con la grasa de cobertura y el marmoreado indicando que a mayor grasa intramuscular mayor esfuerzo para hincar las agujas del Tenderómetro.

A ésta misma conclusión llegó Hansen⁽¹³⁵⁾ cuando encontró que los longissimus provenientes de reses clasificadas como "Choice" tendían a ofrecer mayor resistencia a la penetración de las agujas que los longissimus provenientes de reses clasificadas "Good" para un mismo grado de terneza sensorial. El autor indica en dicho trabajo que los primeros tenían una proporción de grasa intramuscular entre 5 y 11% mientras que los segundos solo entre 1,5 y 6%. De aquí que sugiere utilizar una curva de regresión distinta para cada uno de los grados de conformación.

También encontraron buena asociación entre el esfuerzo del Tenderómetro y el marmoreado, Carpenter y col⁽¹⁴¹⁾, $r = 0,27$ ($P < 0,01$); Henrickson y col⁽¹⁴³⁾, $r = 0,23$ a $0,44$ ($P < 0,01$); Huffman⁽¹⁴⁵⁾, $r = 0,27$ ($P < 0,01$) y Champion y Crouse⁽¹⁴⁷⁾, $r = 0,37$ ($P < 0,01$).

Con el fin de evaluar si dentro de algunos de los grados de conformación la medida del Tenderómetro correlacionaría mejor con la terneza instrumental, se segregaron los datos de acuerdo a conformación y se realizó el análisis incluyendo también algunos otras correlaciones con algunos parámetros de calidad de las reses. En la tabla N^o 2 se mues

///

tran dichas correlaciones.

Los coeficientes de correlación no mejoraron en general con excepción del correspondiente a la conformación N que se hizo significativa aunque esta asociación solo explicaría un 9% de la variación de la terneza encontrada.

La correlación entre Tenderómetro y marmoreado se confirmó en todos los grados de conformación con excepción del grado N en el cual en general hay menos marmoreado que en los otros grados.

La correlación con la madurez ósea se hizo significativa en el grado J posiblemente pues hubo mayor variación en este parámetro.

Dado que la medida del Tenderómetro estuvo afectada por la grasa intramuscular se trató de ver si se podría mejorar el grado de predicción haciendo el análisis regresional múltiple entre el esfuerzo de cizalla y el Tenderómetro, ajustando su valor para el grado de marmoreado y los valores se pueden observar en tabla N° 3. En el mejor de los casos para la conformación N se podría explicar la variación de terneza por el valor del Tenderómetro y el valor de marmoreado en un 25%. O sea sería de poca utilidad para predecir.

En la tabla N° 4 se muestran los coeficientes de correlación encontrados entre la medida del Tenderómetro y la terneza sensorial y objetiva de los músculos semitendinosos, semimembranosos y biceps femoris. Lo único destacable fue el alto coeficiente de correlación entre las medidas de cizalla y la evaluación del panel que oscilaron entre 0,69 para el semitendinoso hasta 0,63 para el biceps femoris. Otra correlación significativa fue entre el marmoreado del longissimus y la terneza sensorial y objetiva del biceps femoris.

///

O sea que por la medida del Tenderómetro en el longissimus tampoco se podría inferir la terneza de alguno de los músculos citados.

La correlación entre las medidas de cizalla y el panel que evaluó las rodajas fue muy buena de $-0,71$ (Panel 1) altamente significativa ($P < 0,01$). La asociación lograda entre la cizalla y el panel cuando evaluó los discos (Panel 2) provenientes de las determinaciones de cizalla también fue significativa y numéricamente más alta pero no se informó pues no en todos los casos se dispuso de dicho material. En general se observó que los panelistas juzgaron en forma numérica a las carnes duras como más duras cuando lo hicieron con los discos que con las rodajas.

La correlación entre el esfuerzo de cizalla y la conformación fue baja y no significativa poniendo en evidencia que el mejor grado de conformación con novillos no es signo de terneza, pues la media del valor de cizalla obtenida con el grado N no fue diferente estadísticamente al grado J aunque éste fue un poco más bajo.

En tabla N° 5 se muestran las medias y desvios standard de la terneza instrumental, sensorial y de rendimientos obtenidos en los diferentes grados de conformación.

Si bien el esfuerzo de cizalla no fue significativamente diferente entre las diferentes conformaciones, el panel encontró el grado J y N de igual terneza y diferentes al grado U y U₂, o sea que estos serían un tanto más duros. Estadísticamente entre el grado U, U₂ y N no habría diferencias significativas.

La correlación entre el esfuerzo de cizalla y el marmoreado y grasa de cobertura fue negativa y significativa indicando que a mayor grasa intramuscular menor esfuerzo de ci

///

zalla. Con el fin de establecer si esto era cierto en todos los grados de conformación, se segregaron los valores de ci zalla por grado y se hizo el análisis que se puede ver en tabla N° 6. Solo en los grados U₂ y N se confirmó la correlación, por lo que se calcularon los valores medios de cizalla y panel para los grados antes mencionados para cada uno de los grados de marmoreado, valores que se muestran en tabla N° 7. En el grado N realmente tanto en el valor de cizalla como en el de panel se puede ver una correcta progresión cosa que en el grado U₂ solo es parcial.

García de Siles y col⁽³⁹⁾ encontraron una progresión similar a la vista en tabla 7 para grado N en novillos. Para trazas de grasa informan una media de 8,24 Kg y para grasa moderada una media de 7,52 Kg similares a los encontrados en este trabajo.

Entre los autores que han encontrado correlación significativa entre el esfuerzo de cizalla y el marmoreado se pueden citar a Mc Bee y Wiles⁽³⁵⁾, Berry y col⁽¹²⁾, Covington y col⁽³²⁾ y Jening y col⁽³⁶⁾.

Si se considerase al parámetro marmoreado como predictor de terneza en los grados de conformación U₂ y N, explicaría alrededor del 16% de la variación del esfuerzo de ci zalla contra un 9% que explicaría para el grado N la medida del Tenderómetro.

El esfuerzo de cizalla en el longissimus correlacionó significativamente con el rendimiento o sea que nos indicaría que los mayores rendimientos se asocian a carnes más tiernas. Esto también fue encontrado por Parrish y col⁽¹⁴⁴⁾ y otros autores. Posiblemente se asocie el rendimiento al grado de contracción post mortem, de tal forma que a músculo más contraído, más dureza por este hecho y menos ren-

///

dimiento por la correlación significativa hallada entre rendimiento y terneza sensorial e instrumental.

El esfuerzo de cizalla no correlacionó con la madurez posiblemente debido a que la variación de madurez encontrada en este grupo de animales fue baja.

El grado de conformación correlacionó positiva y significativamente con la grasa de cobertura y marmoreado, indicando que a mejor conformación mayor cantidad de grasa de cobertura y marmoreado.

La grasa de cobertura correlacionó significativamente con el marmoreado indicando que a mayor grasa de cobertura mayor grasa intramuscular.

Respecto al esfuerzo de cizalla, panel y rendimiento de cocimiento encontrado en los músculos semitendinosos, semimembranoso y biceps femoris, sus valores medios y desvíos standard se pueden ver en tabla n° 8.

La medida instrumental dada por el esfuerzo de cizalla indicó que la terneza del semitendinoso (peceto) y biceps femoris (nalga externa) no difieren significativamente pero la terneza de ambos difiere de la del semimembranoso (nalga interna). En cambio el panel encontró que la terneza de los tres eran diferentes estadísticamente siendo el músculo más tierno el semitendinoso, siguiendo en orden de terneza el biceps femoris y en último término el semimembranoso. El único músculo considerado por el panel, de terneza semejante al longissimus dorsi (ojo del bife), fue el semitendinoso. Bajo el punto de vista instrumental los longissimus resultaron más tiernos que cualquiera de los músculos anteriormente citados. Ramsbottom y col⁽¹⁴⁸⁾ obtuvieron un promedio de esfuerzo de cizalla para el longissimus dorsi, de tres novillos trabajando con probetas de 13 mm, 8,3 libras, para el semitendinoso 11,1 libras, semimembranoso 11,9 libras y para el

biceps femoris 9,1 libras. O sea en este caso el longissimus también resultó más tierno bajo el punto de vista instrumental que los otros tres músculos. Breidenstein y col⁽³⁷⁾ informaron menor valor de esfuerzo de cizalla en el longissimus que en el semimembranoso en diferentes grados de madurez ósea y marmoreado. En cambio algunos autores como Hostetler y col⁽⁵⁷⁾ han encontrado valores de esfuerzo de cizalla iguales o mayores en el longissimus que en el semimembranoso, semitendinoso y biceps femoris, siendo el biceps femoris el más tierno. Posiblemente el tipo de cocimiento y el tiempo para llegar a la temperatura final sea la causante de esta discrepancia. Esta suposición estaría avalada por el rendimiento más bajo obtenido con el semimembranoso.

1.2. Ensayo de predicción de terneza en carne de vaca utilizando el Tenderómetro Armour

Se pensó que en vacas de grado de conformación más bien inferior se podría tener un mejor valor de predicción dado que en el grado de conformación más bajo de novillo la correlación con la terneza instrumental había sido significativa ($P < 0,05$). La metodología seguida fue en principio similar a la seguida con novillos.

Los grados de conformación de vacas utilizados fueron C, D y E o sea grados en los cuales la frecuencia de encontrar carne dura es mayor.

Se intentó muestrear suficientes animales de tal forma de tener por lo menos cinco valores de cada uno de los siguientes grupos de valores de esfuerzo de penetración en cada uno de los grados de conformación mencionados a saber de: 0-11; 11,25-12; 12,25-13; 13,25-14; 14,25-16,75; 17-18; 18,25-19; 19,25-20 y más de 20 libras. Lamentablemente algu-

nos valores fueron difíciles de encontrar sobre todo en el rango de valores de Tenderómetro bajos. Se reunieron un total de 134 valores de longissimus dorsi de vacas.

El enfriamiento de las reses, su cuarteo y medición con el Tenderómetro se hizo en la misma forma que la utilizada para los novillos o sea el esfuerzo de penetración se hizo sobre el longissimus entre las 24 y 48 horas extrayéndose luego este músculo y en forma alternativa el semimembranoso, semitendinoso y biceps femoris. Se obtuvieron también los datos de conformación, grasa de cobertura, marmoreado y madurez de la res. Estos dos últimos parámetros de acuerdo a la metodología del U.S.D.A.

El cocimiento se realizó en agua de ebullición hasta una temperatura interna de 85°C enfriándose en agua de 18 a 21°C y luego se congelaron las piezas hasta su evaluación.

Para la evaluación se procedió en igual forma que en el ensayo anterior obteniéndose las muestras en la misma forma. El panel fue el mismo que el que evaluó la terneza de las muestras de novillos.

El primer análisis se realizó sobre el longissimus dorsi calculándose los coeficientes de correlación entre los diferentes parámetros de calidad de la res y las medidas de Tenderómetro y de cizalla Warner-Bratzler. Los valores se pueden observar en tabla N°9. La correlación encontrada entre la medida del Tenderómetro y la terneza instrumental y sensorial dada por la cizalla de Warner-Bratzler y el panel fue baja y no significativa a igual que en los novillos, $r = 0,14$.

Se confirmó con los longissimus de vaca que la medida del Tenderómetro correlaciona con la cantidad de marmoreado, así como con la grasa de cobertura dado que entre estos

dos parámetros la correlación fue alta y muy significativa.

Con el propósito de evaluar si la correlación entre Tenderómetro y Warner-Bratzler o panel mejora en algún grado de conformación en particular, se segregaron los valores por grado de conformación haciéndose el análisis correspondiente. En la tabla N^o 10 se muestran los coeficientes de correlación. En ninguno de los grados el índice de correlación fue significativo. En la misma tabla se puede observar que la correlación del Tenderómetro con el marmoreado se hizo significativa para el grado C o sea el grado que tiene variaciones más o menos grandes de niveles de grasa. En cambio en los grados D y E donde prácticamente no hay grasa de marmoreado la correlación dejó de ser significativa. Este comportamiento sería similar al encontrado con novillos.

Como la medida del Tenderómetro fue afectada en alguna forma por la cantidad de marmoreado y los valores de cizalla por el grado de conformación y marmoreado se hicieron algunas correlaciones múltiples entre la medida del esfuerzo de cizalla y la medida del Tenderómetro ajustada para el grado de conformación y marmoreado obteniéndose un coeficiente de correlación múltiple $R = 0,41$ que solo podría explicar el 16% de la variación de terneza encontrada.

En la tabla N^o 11 se muestran los coeficientes de correlación simple entre las medidas del Tenderómetro y la terneza sensorial e instrumental. Sólo se encontró una correlación significativa entre la medida del Tenderómetro en el longissimus y la terneza instrumental del semimembranoso, en realidad, sin valor práctico.

La correlación entre el esfuerzo de cizalla Warner-Bratzler y el panel cuando evaluó rodajas fue alta y significativa con un $r = 0,65$ ($P < 0,01$).

///

La correlación entre el esfuerzo de cizalla y la conformación fue significativa lo que nos indica que entre los grados C y D de vacas la terneza decrece en la medida que el grado disminuye, cosa bastante lógica que ocurra pues los grados de conformación inferiores de vaca se asocian a vacas de edad cronológica mayor.

En la tabla N° 12 se observan los medios y desvíos standard del esfuerzo de cizalla, panel y rendimiento de los longissimus de vacas segregadas por grado de conformación. Los esfuerzos de cizalla en general son más altos que los obtenidos con novillos siendo el medio correspondiente a la conformación E (12,29Kg) diferente a los de los grados C (10,33 Kg) y D (10,30 Kg). Respecto al panel el valor medio del grado C no difiere del D pero si del E, pero el D no difiere del E. Los valores medios de rendimiento no difirieron entre los diferentes grados de conformación.

En la tabla N° 13 se muestran los coeficientes de correlación entre el esfuerzo de cizalla en el longissimus y algunos parámetros de calidad de las reses. En el grado D el esfuerzo de cizalla correlacionó significativamente con el marmoreado y en el grado C con la grasa de JNC. En la tabla N° 14 se puede observar la progresión de terneza en el longissimus en la medida que el grado de marmoreado aumenta para el grado D y en la tabla N° 15 el aumento de terneza en la medida que la grasa de cobertura aumenta para el grado C.

García de Siles y col⁽³⁹⁾ encontraron, bajo el punto de vista estadístico, poca correlación entre el esfuerzo de cizalla en el longissimus de vaca y el marmoreado, pero sin embargo se observó que la mejor palatabilidad estuvo asociada a mayor cantidad de marmoreado.

En la tabla N° 16 se muestran los coeficientes de

correlación entre el esfuerzo de cizalla y panel en diferentes músculos y algunos parámetros de calidad de las reses de donde provinieron dichos músculos.

Una asociación consistente entre el esfuerzo de cizalla y la conformación se obtuvo para el semitendinoso, semimembranoso y biceps femoris. También entre el esfuerzo de cizalla y la medida del panel que fue de $r = -0,81$ para el semitendinoso y de $r = -0,39$ para el biceps femoris. Esta relativa baja correlación podría ser debida a que en este músculo las fibras no corren todas paralelas pues en realidad hay dos direcciones que en ciertas partes del músculo se superponen y que darían esfuerzo de cizalla erróneas.

En la tabla N^o 17 se muestran los valores medios de cizalla, panel y rendimiento de cocimiento de los músculos semitendinoso, semimembranoso y biceps femoris de vacas. De acuerdo a la medida instrumental, el músculo más tierno de estos tres sería el semitendinoso (13,03 Kg) no habiendo diferencia entre el semimembranoso (15,77 Kg) y biceps femoris (15,75 Kg), en cambio bajo el punto de vista del panel los tres difieren en terneza siendo el más tierno el semitendinoso (4,72) y el más duro el biceps femoris (2,93). El rendimiento de cocimiento fue más bajo en el semimembranoso a igual que con los novillos pero entre el semitendinoso y biceps femoris no hubo diferencias.

Una alta correlación se obtuvo entre conformación y grasa de cobertura o marmoreado indicando que a mejor conformación mayor cantidad de grasa de cobertura e intramuscular. También se obtuvo buena correlación entre la grasa de cobertura y el marmoreado.

Tanto el esfuerzo de cizalla como el marmoreado o la conformación correlacionaron significativamente con el

///

rendimiento cosa que ya se había encontrado con los novillos indicando que carnes más tiernas y de mejor rendimiento de cocimiento se asocian a animales de mejor conformación y ma yor grasa de cobertura.

2. Parámetros químicos e histológico que pueden influir sobre la terneza de la carne vacuna y su contribución a la medida del Tenderómetro

Como en novillos y en vacas los coeficientes de correlación obtenidos entre las medidas del Tenderómetro y la terneza sensorial o instrumental representada por el esfuerzo de cizalla fueron bajos y no significativos y muy alejados de los encontrados por el creador del aparato y dado que va rios autores que investigaron el Tenderómetro de agujas dis creparon respecto a los resultados obtenidos, se pensó que este aparato mediría posiblemente otros parámetros diferentes a la terneza y que sería de indudable interés profundizar en la influencia de algunos parámetros químicos e histo lógicos sobre la terneza de la carne vacuna y la contribución de dichos parámetros a la medida del Tenderómetro.

Como se ha mencionado anteriormente, los parámetros que mayor contribución tienen sobre la terneza de la carne son el tejido conjuntivo representado por el colágeno y la elastina, el grado de madurez del colágeno representado por la mayor lábilidad del colágeno a solubilizarse en soluciones salinas, la cantidad de grasa intramuscular y el grado de contracción de la fibra representada por la longitud del sarcómero.

Por lo tanto los parámetros químicos estudiados en este tercer ensayo fueron la cantidad de colágeno, elastina,

///

solubilización del colágeno en solución salina, cantidad de grasa, humedad y proteína y como parámetro histológico se estudió la longitud del sarcómero.

Con el fin de evaluar la influencia del tejido conjuntivo y su madurez se incluyeron dentro del lote animales con diferentes grados de madurez ósea y para evaluar el grado de contracción se diseñó el experimento de tal forma de tener dentro de una misma res dos grados de contracción bien diferenciados dado que como hemos mencionado anteriormente en la mayoría de las reses la variación encontrada en la longitud del sarcómero dentro de un grupo de animales no es suficientemente grande como para poder explicar su contribución a la ternera.

Se partió de un lote de 32 animales de sexo femenino dado que en los ensayos previos la correlación entre Tenderómetro y panel había sido mayor en vacas que en novillos. Se eligió principalmente el grado de conformación C de JNC aunque para encontrar animales de madurez bastante diferenciada se tuvo que incluir algunos animales de conformación B.

Los animales después de faenados y eviscerados fueron cortados por la mitad de acuerdo a las prácticas usuales. En ese instante fueron marcadas ambas medias reses y después que se lavaron y clasificaron de acuerdo a JNC, se dejó una de las medias reses colgadas en forma convencional o sea del Tendón de Aquiles y la otra media res se la colgó del Agujero Obturador del coxal de acuerdo al método utilizado por Herring y col⁽⁵¹⁾. Ambas medias reses fueron enfriadas en cámara de 0°C.

A las 48 horas post mortem se cuartearon entre la décima y undécima costilla pero sin separar totalmente los

///

cuartos de tal forma de mantener la identificación de ambos cuartos hasta el momento de remover los músculos que interesaban.

Entre 15 y 30 minutos después de cuarteados se hizo la determinación con el Tenderómetro en ambas medias reses, sobre el longissimus espuesto en el cuarto delantero, haciéndose al mismo tiempo la evaluación del marmoreado y la madurez de la res. Ambos parámetros fueron determinados como en los trabajos anteriores, de acuerdo al método utilizado por el Departamento de Agricultura de los EEUU. Al mismo tiempo se obtuvieron los datos de conformación y grasa de cobertura de acuerdo a JNC.

Inmediatamente se sacó el longissimus de ambas medias reses en su parte correspondiente al cuarto delantero o sea donde se hizo la determinación del esfuerzo de penetración del Tenderómetro. También se cortó una rodaja de unos 35 mm de espesor del longissimus correspondiente al cuarto trasero o sea adyacente a la removido del cuarto delantero. Esta rodaja fue utilizada para obtener el material para determinar longitud del sarcómero y probetas de carne cruda para determinar esfuerzo de cizalla Warner-Bratzler. La longitud del sarcómero se hizo de acuerdo a Bouton y Harris⁽⁵⁹⁾ midiendo la longitud de los mismos bajo microscopio de contraste de fase. Esta determinación se trató de hacer dentro del mismo día en que se obtuvo la muestra.

Para hacer las determinaciones del esfuerzo de cizalla en crudo se sacaron las probetas utilizando un sacabocado de 13 mm de diámetro.

Al mismo tiempo que se sacó el longissimus se sacó el semimembranoso o el semitendinoso de ambas medias reses llevándose todo el material al laboratorio. Se trató de sa-

///

car la misma cantidad de semimembranosos que de semitendinosos.

Los longissimus de ambas medias reses fueron emparejados en sus extremos cortándose luego una rodaja de cada uno de ellos de su extremo posterior para las determinaciones químicas. A estas rodajas se les eliminó el tejido conjuntivo y adiposo removible antes de molerlas. Para las determinaciones químicas se hizo una muestra compuesta con ambas rodajas moliéndoselas por picadora de carne. Parte de esta carne molida se pasó por molinillo a cuchillas para oleaginosas y se secó al vacío a baja temperatura (8-10°C). El producto seco fue molido y homogeneizado para hacer las determinaciones de colágeno y elastina dosando hidroxiprolina, después de la separación de ambas sustancias, por el método de Woessner⁽¹⁴⁹⁾ y colágeno soluble en solución Ringer 1/4 de acuerdo al método de Hill⁽²³⁾. La humedad, grasa y proteína se determinaron de acuerdo a los métodos de la AOAC⁽¹⁵⁰⁾, partiendo de material fresco molido.

Del resto de la muestra de longissimus se cortó una rodaja de aproximadamente 50 mm de espesor para cocinar en horno de 175-180°C hasta temperaturas de 75°C y otra rodaja de similar espesor para cocinar en agua en ebullición hasta una temperatura interna de 85°C.

Después del cocimiento se enfriaron y se determinó su rendimiento o sea la pérdida de cocimiento. Luego se las envolvió en polietileno y se las congeló a -18°C hasta el momento de su evaluación.

Para evaluar las muestras se descongelaron a temperatura ambiente y cuando la temperatura fue de aproximadamente 5°C se sacaron de las rodajas la máxima cantidad de probetas utilizando un sacabocado de 25,4 mm siguiendo la

///

dirección de las fibras de tal manera que el cizallado se hiciese en forma perpendicular a las mismas. Se hicieron por lo menos dos determinaciones por probetas. El resultado informado fue el promedio obtenido entre todas las probetas. Los discos resultantes del cizallado de las probetas se recortaron con el fin de ajustar los mismos a unos 5 mm de espesor y estos discos fueron evaluados por el panel el cual estuvo compuesto por cinco personas entrenadas en dicha tarea. La escala utilizada fue del 1 al 9 siendo el 1 extremadamente duro y el 9 extremadamente blando.

A los semimembranosos de ambos lados se les recortó el extremo de menor espesor para eliminar la parte que podría tener restos de inserción tendinosa y luego se cortó una rodaja de aproximadamente 35 mm de espesor para las determinaciones de cizalla Warner-Bratzler y longitud de sarcómero procediéndose como con los longissimus. A continuación se hizo la determinación del esfuerzo de penetración con el Tenderómetro sobre la superficie expuesta de tal forma que las agujas entraran en forma paralela al sentido de las fibras sujetando al músculo con la mano izquierda mientras que con la derecha se manipulaba la sonda de medición. La penetración de las agujas dentro del músculo fue de 50 mm. Luego se cortó una rodaja de aproximadamente 20 mm para hacer las determinaciones químicas procediéndose en la misma forma que en el longissimus. Finalmente se cortó una rodaja de aproximadamente 50 mm de espesor para cocinar en horno y otra del mismo espesor para cocinar en agua utilizando las mismas temperaturas de cocimiento y temperaturas finales que se habían utilizado con los longissimus. El sobrante del músculo, cuando lo hubo, se envasó al vacío y se guardó en cámara de 0°C hasta que entre los 17 y 20 días se cocinaron en

///

horno haciéndose después las determinaciones de esfuerzo de cizalla. Es necesario mencionar que la forma de colgar la media res altera el largo y ancho de este músculo y es por eso que en algunos casos no quedó suficiente muestra del par de músculos de la misma res.

Con los semitendinosos (peceto) se procedió en la misma forma que con los semimembranosos excepto que aquí se partió del extremo de mayor espesor a los fines de tener rápidamente una superficie suficientemente grande para poder hincar las agujas del tenderómetro. A pesar de esta precaución solo se hincaron 8 agujas del conjunto de 10, pues no había espacio para hincar todas. Por esta razón el esfuerzo de penetración fue menor que en los otros músculos.

En este tercer ensayo para poder evaluar los datos en forma estadística se codificó la grasa de cobertura en forma tal que aumentando la grasa aumenta el valor numérico utilizando la misma numeración que la clasificación que utiliza Junta Nacional de Carnes. Para madurez de la res se cambió el código utilizado en los ensayos anteriores, de tal forma que en la medida que aumenta la madurez el número de código aumenta empezando con 1 para la madurez A y 5 para la E. Para marmoreado se codificó en tal forma que al aumentar el marmoreado el número de código aumenta. En este caso al marmoreado considerado prácticamente nulo se le asignó valor 1 y al muy abundante valor 10 o sea en la medida que la grasa aumenta el valor numérico aumenta.

El análisis regresional se hizo de acuerdo a Davies⁽¹³⁹⁾. Para comparar medios de parámetros correspondientes a muestras apareadas se procedió de acuerdo a Snedecor⁽¹⁴⁰⁾, lo mismo que para medios correspondientes a muestras no apareadas.

///

2.1. Longissimus dorsi (ojo de bife)

En la tabla N^o 18 se pueden observar las características de las reses utilizadas en el ensayo, así como los valores de Tenderómetro y esfuerzo de cizalla Warner-Bratzler obtenidos con los músculos longissimus dorsi de medias reses colgadas en forma convencional y del Agujero Obturador. En la tabla N^o 19 se muestran los valores de humedad, grasa, proteína, colágeno, elastina, colágeno soluble en solución 1/4 Ringer y los valores de longitud de sarcómero obtenidos con los músculos longissimus de medias reses colgadas en las dos formas mencionadas y en la tabla N^o 20 se muestran los valores de terneza sensorial e instrumental así como los valores de rendimiento de cocimiento de los longissimus obtenidos de reses colgadas de diferente manera.

Con los datos obtenidos se hizo el análisis regresional entre los diferentes parámetros químicos, histológico y algunas características de las reses y las medidas del Tenderómetro, el esfuerzo de cizalla Warner-Bratzler en crudo y la terneza sensorial e instrumental de la carne proveniente de los longissimus cocidos en horno y agua de acuerdo a lo ya mencionado. Se obtuvieron los coeficientes de correlación simple que se ven en las tablas N^{os} 21 y 22.

El coeficiente de correlación entre el esfuerzo de penetración de las medias reses colgadas del Tendón de Aquiles y los parámetros evaluados no fueron significativos con excepción de la grasa ($r = 0,41$) y la humedad ($r = -0,50$), confirmándose en forma analítica lo hallado anteriormente entre el valor del Tenderómetro y la grasa intramuscular evaluada subjetivamente. Dado que la grasa analítica correlacionó muy bien con la humedad ($r = -0,77$, tabla N^o 22) es razonable el hecho de que también la medida del Tenderómetro ha-

///

ya correlacionado significativamente con la humedad. Parrish y col⁽¹⁴⁴⁾ en un estudio realizado para evaluar que parámetros químicos podrían influir sobre la medida del Tenderómetro también encontró buena correlación entre éste y la humedad y la grasa, oscilando los coeficientes de correlación para la humedad entre -0,36 y -0,43 ($P < 0,05$) y para la grasa analítica entre 0,30 y 0,38 ($P < 0,05$), trabajando con aproximadamente el mismo número de muestras que las utilizadas en este trabajo.

El hecho de que la medida del Tenderómetro no haya correlacionado significativamente con el marmoreado, como en el trabajo anterior se debería al relativamente bajo, pero significativo, coeficiente de correlación entre grasa analítica y marmoreado ($r = 0,54$) y donde la grasa analítica fue talvés más representativa de la grasa intramuscular del lugar donde penetró el Tenderómetro. Algo similar aconteció con los longissimus provenientes de las medias reses colgadas del Agujero Obturador y donde el Tenderómetro correlacionó significativamente sólo con la grasa ($r = 0,49$) y la humedad ($r = -0,46$).

Si bien las correlaciones entre Tenderómetro y las medidas de terneza sensorial o instrumental fueron muy bajas y no significativas, algunas de ellas sobre todo en lo colgado convencional fueron de signo negativo, algo similar a lo encontrado por Henrickson y col⁽¹⁴³⁾.

A pesar de que el Tenderómetro no fue capaz de detectar diferencias de terneza entre los longissimus pertenecientes a un mismo grupo de colgado, cuando se comparó el esfuerzo de penetración medio del Tenderómetro en los provenientes del colgado convencional (16,60 libras) con el medio obtenido en los provenientes del colgado del Agujero Ob-

///

turador (15,65 libras) se los encontró estadísticamente diferentes siendo el esfuerzo mayor para lo colgado del Tendón de Aquiles e indicando así la diferencia de terneza encontrada en las carnes provenientes de uno y otro tipo de colgado, que como se verá más adelante fueron significativamente muy diferentes.

Hostetler y col⁽⁶¹⁾ estudiando los mencionados tipos de colgado en toros y novillos llegó a una conclusión similar de que si bien el Tenderómetro no proveyó una buena indicación de los cambios de terneza dentro de cada grupo fue capaz de detectar la diferencia de terneza entre novillos y toros.

En la tabla N^o 23 se muestran los coeficientes de correlación de la medida del Tenderómetro obtenidos en el longissimus y las medidas de terneza sensorial e instrumental obtenidas en los m.semitendinoso y semimembranoso perteneciente a las mismas reses y donde solo fue significativo el correspondiente al semimembranoso de reses colgadas del Agujero Obturador ($r = -0,55$). El signo negativo obtenido en esta correlación sería debido al hecho de que la correlación entre la medida del esfuerzo de cizalla en cocido entre longissimus y semimembranoso también fue de signo negativo. Las otras correlaciones no fueron significativas por lo que la correlación significativa encontrada sería de poca utilidad como elemento de predicción.

Parrish y col⁽¹⁴⁴⁾ investigando la asociación entre la medida del Tenderómetro en el longissimus en crudo con la terneza del corte formado por los m.semimembranoso y gracilis provenientes de medias reses colgadas del Tendón de Aquiles encontró un coeficiente de $-0,04$ no significativo de acuerdo a lo obtenido en este trabajo.

Por lo tanto el comportamiento de la medida del Tenderómetro en el longissimus respecto a la terneza sensorial o instrumental fue similar al encontrado por Henrickson y col⁽¹⁴³⁾, Lockett y col⁽¹⁴⁶⁾ y Campion y Crouse⁽¹⁴⁷⁾, es decir bajo y de escaso valor como elemento de predicción. El valor medio del Tenderómetro encontrado en el longissimus proveniente de medias reses colgadas del Tendón de Aquiles como ya se mencionó fue de 16,60 libras y el de los colgados del Agujero Obturador 15,65 libras o sea 7,55 y 7,11 Kg respectivamente valores similares a los hallados por los autores mencionados para similares valores de cizalla en carne cocida en horno o agua.

La medida del esfuerzo de cizalla Warner-Bratzler para cizallar probetas de carne cocida no correlacionó ni con los parámetros de terneza ni con los químicos, histológico o características de las medias reses (tabla N° 21), indicando que esta medida no tiene ningún significado para predecir la terneza de carne cocida en horno o agua proveniente de medias reses colgadas del Tendón de Aquiles. Este resultado estaría de acuerdo a lo encontrado por otros autores cuando estudiaron el valor de predicción que podría tener este parámetro, Warner⁽¹²⁹⁾, Black y col⁽¹³⁰⁾, Mc Bee y Naumann⁽¹³¹⁾ y Carpenter y col⁽¹¹⁷⁾.

En el caso de las medias reses colgadas del Agujero Obturador el valor de cizalla en crudo se asoció a la humedad analítica, lo que nos indicaría que al reducirse el efecto de contracción por acortamiento por frío esta medida estaría influenciada por la mayor o menor cantidad de humedad del músculo crudo, o sea a mayor humedad menor esfuerzo para cizallar. Los medios del esfuerzo de cizalla en crudo de los longissimus provenientes de las medias reses colgadas

///

del Tendón de Aquiles y del Agujero Obturador fueron de 4,35 y 4,41 Kg respectivamente, no difiriendo entre si significativamente (Tabla N^o 18).

Los medios del esfuerzo de cizalla Warner-Bratzler de los longissimus cocidos en horno y agua provenientes de las medias reses colgadas del Tendón de Aquiles fueron de 17,08 y 17,14 Kg respectivamente no difiriendo significativamente entre si (tabla N^o 20). Los medios de terneza sensorial tampoco difieron entre si siendo ambos de 4,63 unidades de panel. Es decir que con el colgado convencional no se establecen diferencias de terneza entre los dos métodos de cocimiento, a pesar que las temperaturas internas finales no fueron las mismas, pero posiblemente la diferencia entre los tiempos de cocimiento compensó la diferencia de temperatura interna final.

La medida de terneza instrumental en los longissimus cocidos en horno proveniente de medias reses colgadas en forma convencional no correlacionó significativamente con ninguno de los parámetros químicos o histológico o de características de las reses, resultado que estaría de acuerdo con lo encontrado por Walter y col⁽³³⁾ y García de Siles y col⁽³⁹⁾ en longissimus de novillos y vacas respectivamente, provenientes del colgado convencional y cocidos en parrilla o fritos. La correspondiente terneza sensorial tuvo un comportamiento similar con la excepción que en este caso se encontró correlación positiva y significativa con el pH final del músculo en crudo ($r = 0,51$). Es decir a mayor pH mayor terneza sensorial, asociación que también fue encontrada por Khan y Lentz⁽¹⁵¹⁾ y Bouton y col⁽⁵⁵⁾, los cuales observaron que a mayor pH final mejor terneza y menor contracción, así como menor pérdida por cocimientos.

///

La ternera instrumental de los longissimus cocidos en agua correlacionó con la grasa de cobertura ($r = -0,35$) y el marmoreado ($r = -0,41$) confirmándose lo hallado en el experimento anterior. Algo similar aconteció con la ternera sensorial aunque en este caso el coeficiente de correlación no llegó a ser significativo con el marmoreado pero sí con la grasa de cobertura.

El hecho de que lo cocido en agua, pero no lo cocido en horno, haya correlacionado con el marmoreado se podría explicar por la mayor acción desengrasante que tiene el cocimiento en horno que es mucho más prolongado que el cocimiento en agua para llegar a las temperaturas finales, disminuyendo así la variación de contenido graso en lo cocido en horno. Posiblemente la ternera de lo cocido en agua no correlacionó significativamente con la grasa analítica pero sí con el marmoreado debido a la correlación relativamente baja, aunque significativa, entre la grasa analítica y el marmoreado, causada talvés, por la falta de representatividad de la muestra utilizada para el análisis con respecto al plano del músculo donde se hizo la evaluación subjetiva del marmoreado. Mc Bee y Wiles⁽³⁵⁾ han informado entre marmoreado y grasa analítica un $r = 0,91$ en cambio en este trabajo sólo se encontró un $r = 0,54$.

La ternera instrumental o sensorial no correlacionó significativamente en ningún caso ni con la humedad ni con la proteína. Dikeman y Crouse⁽⁴⁰⁾ en un estudio que hicieron para evaluar la contribución de estos parámetros en la res con la ternera tampoco hallaron correlación significativa. Claro está que el estudio lo realizaron sobre la composición del total de la res pero por otro lado se ha comprobado que la composición química del longissimus correlaciona

///

bien con la composición química de la res, Vance y col⁽¹⁵⁵⁾

El promedio de grasa analítica en los longissimus fue de 3,39% con un desvío standard de 1,48%, el de humedad de 73,51% con un desvío de 1,35% y el de proteína de 21,84% con un desvío de 0,84%. Mc Bee y Wiles⁽³⁵⁾ informaron para una grasa analítica promedio de 3,19% un promedio de humedad del 73,52% y de 21,76% para la proteína en longissimus de no villo valores similares a los encontrados en este trabajo. Hunt y Hedrick⁽⁴²⁾ informaron para novillos de clasificación "Choice, U.S.D.A." para un promedio de grasa analítica de 4,19% un contenido de humedad del 71,9% y de proteína de 22,4%, o sea un poco más alta la grasa y la proteína y más baja la humedad aunque hay que destacar que estos datos se refieren a novillos y no a vacas donde el metabolismo y la acumulación de grasa es un tanto diferente.

El contenido de colágeno en los longissimus (tabla N^o 19) que fue en promedio de 0,704% y el de elastina que fue de 0,216% no correlacionaron con ninguna de las medidas de ternera indicando que estos parámetros son de poco valor para predecir la misma. Resultados similares fueron obtenidos para el colágeno por Fielder y col⁽¹⁵⁾ Herring y col⁽¹⁶⁾, Hunsley y col⁽¹⁷⁾ y Culler y col⁽¹⁹⁾. Herring y col⁽¹⁶⁾ han informado para el longissimus de novillos de madurez E un contenido de colágeno de 5,18 mg/gr de tejido fresco o sea 0,518% y para animales de madurez B, 0,458%; Reagan y col⁽¹⁸⁾ han informado un contenido de colágeno en el longissimus de novillo de 1935 días de edad de 0,620% con un desvío standard de 0,270%, similar a lo encontrado en este trabajo. Para toros Field y col⁽³⁰⁾ han informado para el longissimus un contenido de 0,649% de colágeno.

Si bien la madurez ósea correlacionó muy significa-

///

tivamente con el porcentaje de solubilización del colágeno ($r = -0,70$, tabla N° 22), esta no correlacionó con ninguna de las medidas de terniza de la carne proveniente del colgado convencional. Podría explicarse esta falta de asociación talvés por la circunstancia de que entre los extremos del rango de madurez la magnitud no varió mucho habiendo dentro de cada grupo de madurez mucha variación en el porcentaje de solubilización, haciéndose más importante por lo tanto el efecto del acortamiento por frío. En el trabajo realizado por Reagan y col⁽¹⁸⁾ en el que encontraron asociación significativa entre la terniza del longissimus de novillos y el porcentaje de solubilización del colágeno informaron para el grupo de animales de 675 días de edad un porcentaje de colágeno soluble de 13,5%, para el de 1935 días de 4,8% y para el de 4602 días de 3,6%. Herring y col⁽¹⁶⁾ han informado para novillos de madurez B, 9,40% de solubilización y para la madurez E, 4,21%. En cambio en este trabajo se obtuvo para el grado B, 6,42% y para el E, 3,58% como se ve un rango menor que en los casos anteriores. Goll y col^(21,22) y Hill⁽²³⁾ también han encontrado asociación entre porcentaje de solubilización y madurez de las reses.

Si bien en general los autores que han estudiado el grado de madurez con la terniza han encontrado una tendencia a asociar carnes más tiernas con reses menos maduras, en este caso la terniza de los longissimus no llegó a correlacionar con la madurez aunque si se encontró tal asociación con el semimembranoso, como se verá más adelante.

La longitud del sarcómero de los longissimus provenientes de las medias reses colgadas del Tendón de Aquiles fue en promedio de 1,81 micrones con un desvío de 0,12 micrones. Ninguna de las medidas de terniza correlacionó con

///

la longitud del sarcómero indicando que la variación encontrada dentro del grupo de longissimus provenientes de un cierto tratamiento no es suficiente para explicar la variación de terneza. A esta misma conclusión llegaron los investigadores que estudiaron la terneza en función de la longitud del sarcómero, como índice del grado de contracción, utilizando grupos de animales que no estuvieran afectados por condiciones que pudieran alterar el estado de contracción, Gothard y col⁽⁴³⁾, Covington y col⁽³²⁾, Culler y col⁽¹⁹⁾ y Reagan y col⁽¹⁸⁾.

Sin embargo cuando se comparó el medio de la longitud del sarcómero de los longissimus provenientes de las medias reses colgadas del Tendón de Aquiles con el medio correspondiente a las colgadas del Agujero Obturador que fue de 2,08 micrones con un desvío de 0,12 micrones, se encontró que diferían significativamente ($P < 0,05$) explicando así la diferencia significativa de terneza instrumental y sensorial encontrada entre los mencionados tipos de colgado. Efectivamente la terneza instrumental media lograda con los longissimus provenientes de las medias reses colgadas del Agujero Obturador cocido en horno y agua fue de 11,45 y 12,75 Kg diferentes entre si, pero a su vez ambos diferentes de lo logrado con los pares colgados en forma convencional, 17,08 y 17,14 Kg respectivamente. Con la terneza sensorial aconteció lo mismo, 6,38 y 5,98 unidades de panel para lo colgado del Agujero Obturador en horno y agua contra 4,63 y 4,63 respectivamente. Hunt y Hedrick⁽⁴²⁾ han informado un valor medio de longitud de sarcómero para longissimus provenientes de medias reses colgadas del Tendón de Aquiles de $1,83 \pm 0,05$ micrones valor similar a lo obtenido en este trabajo. Bouton y Harris⁽⁵⁹⁾ han informado longitudes de sarcómero para longissimus de animales de edad similar colgados del Tendón de Aquiles y del Agujero Obturador, medios de $1,89 \pm 0,05$ y $2,11 \pm 0,05$ mi-

crones respectivamente, valores similares a los encontrados en este trabajo. La diferencia encontrada para el esfuerzo de cizalla entre ambos tipos de colgado fue similar a la encontrada por los autores mencionados en último término. O sea con respecto al esfuerzo de cizalla, el colgado del Agujero Obturador hizo disminuir un 30% aproximadamente el esfuerzo de cizalla de lo colgado convencional y bajo el punto de vista de la terneza sensorial el mencionado método convirtió carnes relativamente duras en carnes bastantes tiernas.

Este efecto tiernizante se produce por reducción del efecto del acortamiento por frío, dado que durante su enfriamiento, la posición que adquiere la media res por la forma de colgado hace que ciertos músculos del cuarto trasero se alarguen limitando así la contracción, Hostetler y col^(57,58).

La asociación entre las medidas de terneza sensorial o instrumental de los longissimus provenientes de las medias reses colgadas del Agujero Obturador y los parámetros estudiados fue similar a lo encontrado en los longissimus provenientes del colgado convencional con la excepción de que al desaparecer el efecto de contracción adicional dado por el acortamiento por frío, se hizo más importante el efecto de la grasa intramuscular sobre la terneza, haciéndose significante la correlación entre grasa analítica y terneza de lo cocido en agua.

Lo curioso en este tipo de colgado fue que la madurez ósea se asoció en forma negativa y significativa con la terneza sensorial y objetiva de lo cocido en agua cosa que habría que confirmar antes de avanzar en la explicación de dicho comportamiento.

Es de suma importancia destacar la alta correlación obtenida entre el esfuerzo de cizalla Warner-Bratzler de las

probetas provenientes de lo cocido en horno y agua y la ternura sensorial, tanto en una como en otra forma de colgado. Los coeficientes de correlación entre cizalla y panel para los longissimus provenientes del colgado convencional cocido en horno y agua fueron de -0,77 y -0,81 respectivamente y los correspondientes a los colgados del Agujero Obturador de -0,66 y -0,79. (Ver gráfico 1)

Los rendimientos de cocimiento de los longissimus cocidos en horno y agua provenientes del colgado convencional fueron diferentes entre sí, siendo los valores medios de 68,87 y 61,32% respectivamente y los correspondientes al colgado del Agujero Obturador de 68,99 y 63,99% respectivamente también diferentes entre sí. Los rendimientos de horno obtenidos entre el material proveniente de uno y otro colgado no fueron estadísticamente diferencia entre sí, en cambio los correspondientes a lo cocido en agua sí, indicando de esta manera que a carne más tierna por menor acortamiento o contracción por frío se asocia mayor retención de agua inmovilizada. La diferencia de rendimientos entre horno y agua se atribuye a la diferencia de temperaturas interna de cocimiento.

El rendimiento de la carne cocida en horno proveniente de medias reses colgadas en forma convencional correlacionó con la cantidad de colágeno y su porcentaje de solubilización indicando que mayor rendimiento se asocia a mayor cantidad de colágeno y a carnes con menor lábilidad a la solubilidad. En cambio en lo colgado del Agujero Obturador el rendimiento de lo cocido en agua se asoció a la solubilidad del colágeno.

Se obtuvo también asociación positiva y significativa entre el rendimiento de lo cocido en agua y el marmoreo-

do y grasa de cobertura, o sea, que a mayor marmoreado y grasa de cobertura mayor rendimiento en ambos tipos de colgado.

El rendimiento de lo cocido en agua correlacionó con el pH en ambos tipos de colgado, indicando que a mayor pH mayor rendimiento. Al disminuir el efecto del acortamiento por frío esta correlación también se hizo significativa con lo cocido en horno.

Entre la grasa de cobertura y el marmoreado se obtuvo una buena correlación confirmándose lo hallado por otros investigadores de que entre grasa de cobertura y grasa intramuscular hay una relación directa, Mc Bee y Wiles⁽³⁵⁾, García de Siles y col⁽³⁹⁾.

2.2. Semimembranoso (nalga interna)

En la tabla N^o 24 se muestran los medios de las medidas del Tenderómetro obtenidos con los semimembranosos provenientes del colgado convencional (17,07 libras) y del Agujero Obturador (15,53 libras). A semejanza de lo obtenido con el longissimus el medio del Tenderómetro correspondiente a lo colgado del Agujero Obturador fue significativamente menor a lo proveniente del colgado convencional.

Al calcular los coeficientes de correlación entre la medida del Tenderómetro y las medidas de terneza sensorial e instrumental solo se encontró significativa la correlación entre Tenderómetro y terneza de lo cocido en agua, de lo colgado convencional, pero las correlaciones fueron de signo negativo o sea que a mayor esfuerzo de penetración menor terneza. Esto nos estaría indicando que en este músculo el Tenderómetro evaluó otra característica que no está en relación directa con la terneza del músculo después de cocido, como podría ser la estructura del músculo o su firmeza en crudo. (Ver gráfico 2).

///

En el longissimus a pesar que las correlaciones no fueron significativas también se observó tendencia a ser negativos.

Si bien este resultado proviene del análisis de solo 13 datos y por lo tanto necesita confirmación con mayor número de muestras, se podría explicar este comportamiento pensando que la medida del Tenderómetro está afectada en parte por la contracción del músculo que lo hace más o menos firme y en parte entre otros factores, por el encogimiento de la fibra colaginoso debido al acortamiento del músculo. Cuando más blanda sea la fibra colaginoso más espacio transversal, entre las fibras musculares, tenderá a ocupar la fibra colaginoso ofreciendo de esta manera más resistencia a la penetración de las agujas. Pero como el músculo que posee colágeno más blando y lábil al calor es más tierno después del cocimiento, resultaría que a igual grado de contracción, los músculos que ofrecen mayor resistencia al Tenderómetro serían más blandos.

Esto explicaría porqué se obtuvo en esta serie de datos correlación negativa entre el Tenderómetro y la madurez ósea ($r = -0,66$), porqué la correlación negativa disminuyó cuando el efecto de contracción disminuyó ($r = -0,25$, colgado Agujero Obturador), porqué el tenderómetro no correlacionó significativamente con la terneza de lo cocido en horno aunque continuó siendo negativa y porqué el Tenderómetro pudo detectar mayor esfuerzo de penetración en el grupo de semimembranoso más contraídos. Este efecto negativo se potenciaría por la contribución de la grasa intramuscular al esfuerzo del Tenderómetro pues las carnes con mayor grasa tienden a ser más tiernas después de cocidas.

Esta interpretación estaría de acuerdo a lo encontrado por Henrickson y col⁽¹⁴³⁾.--Parrish y col⁽¹⁴⁴⁾ han en-

contrado una correlación casi perfecta ($r = 0,98$) entre el Tenderómetro y la firmeza de bifes de costilla en crudo, por lo tanto estudiando que factores influyen a la firmeza de la carne se podría conocer también que factores influyen la medida del Tenderómetro.

Aunque se confirmase la correlación negativa significativa entre Tenderómetro y terneza del semimembranoso cocido en agua, sería de poco valor para predecir, pues no informaría sobre lo que acontece con lo cocido en horno y porque en este caso tampoco correlacionó significativamente con la terneza del longissimus.

A diferencia de lo encontrado en el longissimus entre Tenderómetro y humedad y grasa, en los semimembranosos el coeficiente de correlación no fue significativa, posiblemente por la menor variación del tener grasa con respecto a los longissimus.

La medida del esfuerzo de cizalla en crudo no tuvo ningún valor como elemento de predicción, no difiriendo estadísticamente el medio de lo colgado convencional (5,05 Kg) con el medio de lo colgado del Agujero Obturador (4,83 Kg).

Los medios de la terneza instrumental de los semimembranosos cocidos en horno y agua, 17,16 y 18,00 Kg respectivamente, para lo colgado convencional, no difieren significativamente entre si, pero si de los correspondientes a horno y agua de lo colgado del Agujero Obturador, 15,17 y 14,05 Kg respectivamente, o sea una diferencia de 11 y 20% para horno y agua respectivamente. Esta diferencia significativa se asocia a la diferencia significativa de longitud de sarcómero obtenida entre ambos tipos de colgado, 1,81 y 2,22 micrones respectivamente. Esta diferencia fue un poco menor a la encontrada por Bouton y Harris⁽⁵⁹⁾

que obtuvo 1,83 y 2,54 micrones para lo colgado convencional y del Agujero Obturador respectivamente. Hunt y Hedrick (42) encontraron para semimembranosos colgados en forma convencional 1,81 para la parte entera y 1,85 para la parte externa.

Con la terneza sensorial ocurrió algo similar, entre horno y agua, 3,71 y 3,43 respectivamente, no hubo diferencia significativa para lo colgado convencional pero si para lo colgado del Agujero Obturador, 5,20 y 4,25 unidades de panel respectivamente, pero ambos grupos difirieron significativamente siendo más tierno lo proveniente del Agujero obturador (tabla N^o 27).

La terneza instrumental correlacionó bien con la terneza sensorial tanto en lo colgado en forma convencional para horno y agua, $r = -0,73$ y $-0,91$ respectivamente o para lo colgado del Agujero Obturador cocido en horno o agua, $r = -0,65$ y $-0,62$ respectivamente.

En lo colgado del Tendón de Aquiles la terneza instrumental de lo cocido en horno correlacionó con la solubilidad del colágeno y en lo cocido en agua también con la madurez ósea, en cambio la terneza sensorial correlacionó significativamente con la solubilidad y la madurez ósea en lo cocido en agua, o sea a mayor solubilidad del colágeno y menor madurez, mayor terneza.

En lo colgado del Agujero Obturador la situación fue similar a lo anterior, pero dado que el efecto de la contracción fue minimizado tanto en lo cocido en horno o agua la terneza instrumental y sensorial correlacionó significativamente con la solubilidad del colágeno y la madurez ósea.

En general tanto en lo proveniente del colgado convencional como del Agujero Obturador, el rendimiento de co-

cido en horno fue mayor, 64,35 y 65,76% respectivamente, que el correspondiente a agua, 57,42 y 55,57 respectivamente, por las razones antes apuntadas, siendo el rendimiento de lo cocido en horno mayor en el caso del colgado del Agujero Obturador que del colgado convencional (tabla N°27). Mayores rendimientos se asociaron a mayores pH, como se vio para el longissimus.

En la tabla N° 29 se pueden observar otros coeficientes de correlación significantes como el encontrado entre madurez ósea y solubilidad del colágeno ($r = -0,69$) la humedad y la grasa ($r = -0,65$) y la humedad y la proteína ($r = -0,75$), correlaciones comunes a ambos tipos de colgado.

En tabla N° 31 se muestran los medios hallados para humedad, 73,72%, mayor estadísticamente que la encontrada para los longissimus de los mismos animales, 72,92%, la grasa de 2,67% menor que la de los longissimus que fue de 3,75% sin encontrarse diferencia estadística entre la proteína que fue de 22,22 contra 21,82 del longissimus. El colágeno medio fue de 0,836% estadísticamente mayor que el valor de 0,699 para los longissimus. No hubo diferencia en la elastina ni el porcentaje de solubilización del colágeno pues en este último parámetro el animal N° 123 arrojó un valor mucho más bajo que el del longissimus. Si se eliminara este dato el porcentaje de solubilización medio de los longissimus resultaría estadísticamente mayor que en el semimembranoso. Herring y col⁽¹⁶⁾ informaron porcentajes de solubilización menor para el semimembranoso que para el longissimus, por ejemplo para novillos de madurez E encontraron 4,21% para el longissimus y 3,38% para el semimembranoso, diferencia similar a la encontrada en este trabajo. Breidenstein y col⁽³⁷⁾ encuentran también menor porcentaje de

///

grasa en semimembranosos de vaca que los correspondientes longissimus. Hunt y Hedrick⁽⁴²⁾ han informado para semimembranoso de novillo en su parte externa un promedio de humedad de 72,5% diferente a lo correspondiente del longissimus que fue de 71,9% o sea mayor al del semimembranoso como en nuestro caso.

La terneza sensorial e instrumental del semimembranoso provenientes del colgado convencional no difirió de la terneza del longissimus con excepción de la terneza sensorial de lo cocido en agua. En cambio en los semimembranosos provenientes del colgado del Agujero Obturador la terneza sensorial e instrumental, con excepción de la terneza instrumental de lo cocido en agua, fue menor que en el longissimus, tabla N^o 33.

En los semimembranosos cocidos en horno después de aproximadamente 20 días de maduración, si bien la diferencia del esfuerzo de cizalla entre los diferentes tipos de colgado prácticamente se igualaron, el panel pudo detectar todavía una mejor terneza en lo proveniente del colgado del Agujero Obturador.

2.3. Semitendinoso (Peceto)

En la tabla N^o 24 se pueden observar los medios del Tenderómetro obtenidos con el semitendinoso provenientes del colgado convencional 16,61 libras y del colgado del Agujero Obturador 15,07 libras. En este caso la diferencia no tuvo significado estadístico.

Cuando se calcularon los coeficientes de correlación entre las medidas del Tenderómetro y las medidas de terneza (tabla N^o 30) de lo proveniente del colgado convencional, se encontró correlación significativa con el esfuerzo de cizalla de lo cocido en horno ($r = 0,58$) y con la terneza senso-

///

rial de lo cocido en horno y agua, $r = -0,65$ y $-0,70$ respectivamente, o sea a menor esfuerzo de penetración mayor terneza. En este caso la correlación tomó el signo esperado y no se hizo negativa con respecto al esfuerzo de cizalla de la carne cocida, lo que nos indicaría que la estructura del semitendinoso sería diferente a la del semimembranoso y longissimus y que el efecto de contracción afecta menos a la medida del Tenderómetro por la menor contracción de este músculo, dado por la presencia de un tejido conjuntivo menos blando con mayor cantidad de elastina, que lo hace más firme, acortándose menos y por lo tanto con menos tendencia de la fibra colagínica a ocupar los espacios interfibrilares y donde el esfuerzo del Tenderómetro mediría con más precisión factores que hacen a la terneza misma. (Gráfico 3)

Esta correlación significativa dejó de serlo en los semitendinosos provenientes del colgado del Agujero Obturador, o sea que el Tenderómetro llegó a medir la contribución de la contracción o la variable asociada a ella.

Para que esta correlación significativa tuviese valor práctico de predicción se tendría que establecer si la terneza sensorial de los semitendinosos proveniente de lo colgado convencional correlaciona adecuadamente con la terneza sensorial del longissimus y otros músculos de valor comercial del cuarto trasero. En este caso particular la terneza sensorial de lo cocido en horno correlacionó bien ($r = 0,74$) con la terneza del longissimus no pudiéndose calcular la correlación con el semimembranoso pues no se dispuso de ambos músculos del mismo animal. Para lo cocido en agua la correlación fue muy baja y no significativa ($r = 0,25$).

Para evaluar si la correlación y por ende el valor de predicción del Tenderómetro podría aumentar se calculó

///

el coeficiente de regresión múltiple entre la terneza sensorial de lo cocido en horno con el valor del Tenderómetro ajustado para el grado de marmoreado y madurez ósea obteniéndose un $R = -0,73$, en lugar del $r = -0,65$ obtenido anteriormente o sea que solo el 53% de la variación de la terneza podría explicarse mediante los parámetros mencionados. La asociación entre terneza sensorial y Tenderómetro de lo cocido en agua también fue ajustado para marmoreado y madurez de la res obteniéndose un $R = -0,88$, que significa explicar un 78% de la terneza sensorial en función de los tres parámetros estudiados.

Dado que la asociación significativa entre Tenderómetro y terneza sensorial resultó del análisis de solo 13 datos, antes de avanzar en el aspecto especulativo habría que confirmar estos resultados con mayor número de muestras.

En forma similar a lo encontrado en el semimembranoso el Tenderómetro no correlacionó ni con la humedad ni con la grasa pero si con la madurez ósea posiblemente por las mismas causas ya mencionadas.

El análisis regresional de la medida del Tenderómetro en los semitendinosos provenientes del colgado del Agujero Obturador no correlacionó con ninguna de las medidas de terneza y solo lo hizo con la madurez ósea.

El esfuerzo de cizalla Warner-Bratzler en crudo no correlacionó ni con la terneza ni con ninguno de los otros parámetros estudiados tanto en uno como otro tipo de colgado, siendo el valor medio para lo colgado convencional de 6,42 Kg y para lo colgado del Agujero Obturador de 6,06 Kg, estadísticamente no diferentes entre si.

Los medios del esfuerzo de cizalla entre lo cocido en horno proveniente del colgado convencional 13,10 Kg y lo

///

cocido en agua 12,72 Kg no difirieron entre si y cuando se compararon con los obtenidos con los semitendinosos provenientes de las medias reses colgadas del Agujero Obturador solo difirieron de lo cocido en horno, o sea si se considera solo el cocimiento en agua no hubo efecto tiernizante en este músculo. El hecho de que lo cocido en horno sea estadísticamente más tierno cuando proviene del Agujero Obturador se explicaría por el efecto tiernizador que tiene el calor seco en tiempos prolongados por ablandamiento del tejido conjuntivo que en este caso se hace significativo por la mayor magnitud que tiene en comparación a los otros dos músculos estudiados, potenciando el efecto de menor contracción.

La terneza sensorial tuvo el mismo comportamiento que la terneza instrumental siendo de 5,13 y 5,26 los medios para horno y agua de lo colgado convencional y de 5,63 y 5,53 de lo colgado del Agujero Obturador, (Tabla N^o 28).

Es interesante hacer notar que a pesar de que no hubo prácticamente diferencia de terneza entre ambos tipos de colgado si hubo diferencia significativa entre las longitudes del sarcómero entre ambos tratamientos. La longitud del sarcómero para el colgado convencional fue de 2,03 micrones y para el colgado del Agujero Obturador 2,28 micrones. Esta diferencia, siendo estadísticamente significativa, fue la menor en comparación con la de los otros músculos.

Hunt y Hedrick⁽⁴²⁾ han informado un valor de 2,39 micrones para el semitendinoso bovino en su parte interna y 2,22 micrones en su parte externa o sea un poco mayor que lo hallado en este experimento. Hostetler y col⁽⁵⁷⁾ y otros autores han encontrado que la longitud del sarcómero del semitendinoso es mayor, a igual tratamiento, que los longissimus o semimembranoso del correspondiente animal, hecho si-

milar a lo encontrado en este trabajo.

En este caso también la terneza instrumental correlacionó muy bien con la terneza sensorial, siendo el coeficiente de correlación de lo cocido en horno y agua de $-0,88$ y $-0,61$ respectivamente para lo proveniente del colgado convencional y de $-0,90$ y $-0,53$ para horno y agua respectivamente de lo proveniente del colgado del Agujero Obturador.

En los semitendinosos provenientes del colgado convencional la terneza instrumental correlacionó con el pH, $r = -0,84$ y $r = -0,69$ para horno y agua respectivamente, y con la terneza sensorial $r = 0,79$ y $r = 0,64$ para horno y agua respectivamente. También correlacionó la terneza instrumental y sensorial con el contenido de humedad y con el marmoreado tanto en lo cocido en horno como en agua (Tabla N° 30) o sea a mayor pH, menor humedad y mayor marmoreado en el bife, mayor terneza. En cambio en los semitendinosos colgados del Agujero Obturador la terneza instrumental y sensorial correlacionó significativamente solo con el pH y el contenido de humedad.

En general en ambos tipos de colgado a mayor pH y terneza, mayor rendimiento, siendo mayor el rendimiento de horno $63,33$ y $64,61\%$ para colgado convencional y Agujero Obturador respectivamente, que los cocidos en agua que fueron de $57,13$ y $58,36\%$ respectivamente (Tabla N° 28).

En este músculo también la madurez de la res correlacionó con el porcentaje de solubilización del colágeno así como la proteína con la humedad, pero no ésta con la grasa, posiblemente porque la grasa analítica tuvo poca variación entre los diferentes semitendinosos (Tabla N° 30).

En la tabla N° 32 se muestran los medios de los diferentes parámetros químicos hallados en los semitendino-

///

sos comparándolos con los longissimus correspondientes. La humedad media que fue del 74,51% no difirió estadísticamente de la de los longissimus apareados. Tampoco la grasa 2,21%, ni la proteína 22,21%, fue diferente a la de los longissimus apareados. El contenido de colágeno que fue de 0,925% y de elastina 0,335% fue mayor a la de los correspondientes longissimus. El pH no difirió con respecto al obtenido en el longissimus de los mismos animales.

En la tabla N^o 34 se muestra la comparación de la terneza instrumental y sensorial de los semitendinosos con respecto a sus correspondientes longissimus. En los semitendinosos provenientes de las medias reses colgadas del Tendón de Aquiles, con excepción del esfuerzo de cizalla de lo cocido en agua, no se pudo detectar diferencia de terneza con respecto al longissimus. En los provenientes del colgado del Agujero Obturador, con excepción de la terneza sensorial de lo cocido en horno, tampoco se pudo detectar diferencia de terneza con respecto a los longissimus correspondientes.

La terneza instrumental y sensorial de los semitendinosos, madurados por alrededor de 20 días y cocido en horno, fue prácticamente del mismo orden para los dos tipos de colgado.

III - Parte experimental

	pág.
1. Preparación de las muestras para análisis	87
2. Determinación de pH.	87
3. Determinación de humedad	87
4. Determinación de grasa	88
5. Determinación de Nitrógeno total	88
6. Determinación de Colágeno y Elastina	89
7. Determinación de Colágeno Soluble	92
8. Determinación de Longitud de Sarcómero	93
9. Determinación del esfuerzo de penetración del Tenderómetro	94
10. Determinación del esfuerzo de cizalla Warner- Bratzler	94
11. Determinación de madurez de la res	95
12. Determinación de marmoreado	96
13. Evaluación sensorial de ternera	97
14. Determinación de grado de conformación y grasa de cobertura	97

III - Parte experimental

1. Preparación de la muestra para análisis

Las muestras de carne fueron molidas dos veces por picadora de carne equipada con disco de 3 mm de agujero, luego homogeneizado. De aquí se tomó la muestra para la determinación de humedad, proteína y grasa cruda o extracto etéreo.

Para la determinación del colágeno, elastina y colágeno soluble se tomó parte del material molido y se pasó por molinillo a cuchillas para oleaginosas hasta ser reducido a una pasta muy fina. De aquí se tomaron aproximadamente 50 g de material y se lo colocó en capa fina sobre vidrio de reloj y se lo puso en estufa en vacío a una presión máxima de 10 mm Hg con el propósito de secar el material. No se calentó la estufa de tal manera que todo el secado se hizo a baja temperatura. Después de secar se sacó el material y se lo molió en molinillo de oleaginosas hasta convertir la masa en un polvo fino, el cual fue almacenado en frascos herméticos hasta su utilización. Previamente al secado se hizo determinación de humedad, lo mismo que antes de utilizar el polvo para su análisis. Con este procedimiento se observó que los valores obtenidos son más homogéneos, dado que el material fibroso conteniendo tejido conjuntivo se puede dividir finamente haciendo más homogénea su distribución.

2. Determinación de pH

El pH en el músculo fue determinado con un pH metro Knick utilizando electrodo combinado Ingold especial para carne.

3. Determinación de humedad

Básicamente se siguió el método de la estufa recomendado

por la AOAC⁽¹⁵⁰⁾. Dado que sobre la misma muestra se procedió a determinar grasa cruda se partió de 10 g de tejido fresco, los cuales fueron secados en estufa a convección natural por aproximadamente 16 horas a $101^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Se enfrió y se pesó.

4. Determinación de grasa

El residuo proveniente de la determinación de humedad, entre 3 y 4 g, fue extraído con eter sulfúrico en extractor Soxhlet de 250 ml por 6 horas, al final del cual se evaporó el extracto etéreo, se enfrió y pesó refiriéndose el resultado a la muestra fresca.

5. Determinación de nitrógeno total

Básicamente el método aplicado fue el de la AOAC con pequeñas modificaciones respecto a las cantidades de reactivos.

Se pesaron aproximadamente 2 g de muestra que se colocaron en el matraz de digestión Kjeldahl de 800 ml de capacidad junto con 0,7 g de mercurio metálico, 15 g de sulfato de sodio anhidro y 25 ml de ácido sulfúrico concentrado, se calentó suavemente sobre mechero con el frasco inclinado hasta la digestión de la muestra que se realizó entre 2 1/2 y 3 horas. Se enfrió y agregó 300 ml de agua, 2 g de Zn en granallas y 85 ml de solución conteniendo 535 g de hidróxido de sodio más 10 g de sulfuro de sodio por litro. Luego se destiló unos 350 ml que se recogieron sobre 25 ml de ácido sulfúrico 0,5 N. Se tituló el exceso de ácido con hidróxido de sodio 0,5 N, calculándose finalmente el contenido de nitrógeno total. Para expresarlo como proteína se utilizó el factor 6,25.

///

6. Determinación de colágeno y elastina

El colágeno se solubiliza en agua caliente en cambio la elastina no, por lo tanto esta propiedad se utiliza para separar ambas proteínas del tejido muscular. Dentro de las proteínas musculares las únicas que contienen hidroxiprolina son las proteínas constituyentes del tejido conjuntivo. Por lo tanto dosando la hidroxiprolina liberada por hidrólisis ácida de estos materiales se puede determinar la cantidad de colágeno y elastina.

Basado en un trabajo realizado por Herrmann y col⁽¹⁵²⁾ en el que informaron que el 96% del colágeno contenido en carne deshidratada en polvo se puede extraer por agua caliente a 130°C por 1 hora, se experimentó si dos extracciones consecutivas en las condiciones mencionadas podrían agotar la totalidad, encontrándose que efectivamente en la primera extracción se puede extraer un 97% y el resto es extraído en la segunda extracción. Por lo tanto para separar el colágeno de la elastina se utilizaron dos autoclavados consecutivos del tejido deshidratado en polvo.

Para hidrolizar el material que contiene colágeno y elastina se utilizó el método propuesto por Woessner⁽¹⁴⁹⁾ que consiste en la hidrólisis con ácido clorhídrico por 3 horas a 130°C, de tal forma de tener en la solución una concentración 6N.

Para dosar la hidroxiprolina se utilizó también el método de Woessner⁽¹⁴⁹⁾ que es una modificación del método de Stegemann⁽¹⁵³⁾ y que consiste en la oxidación de la hidroxiprolina con cloramina T dando a. pirrol carbónico que reacciona con el p-dimetil amino benzaldehido en medio de metil celosolve leyéndose la absorbancia del color desarrollado a 557 milimicras.

///

La limitación del método de Woessner está en que la solución problema no debe contener más de 0,4 M de cloruro de sodio pues mayores concentraciones pueden inhibir el desarrollo del color. La solución problema debe contener de 0 a 5 gamas de hidroxiprolina.

La ventaja de este método sobre el de Neuman y Logan⁽¹⁵⁴⁾ y sus modificaciones es que elimina la variación que resulta de la incompleta destrucción del peróxido de hidrógeno, la inestabilidad del cromógeno desarrollado y la producción de cromógeno con la tirosina y otras sustancias que interfieren.

A los efectos de reducir la incidencia de producción de huminas durante la hidrólisis ácida se utilizó una extracción acuosa en frío de tal forma de solubilizar la mayor cantidad de pigmentos y de azúcares que intervienen en la formación de huminas. En el caso de formarse huminas se trató con carbón activado.

No se utilizó extracción alcalina previa del tejido pues se constató cierta pérdida de colágeno en esta etapa. Esta podría ser una de las causas de la variación en el contenido de colágeno y elastina, además del método para dosar hidroxiprolina, que han encontrado los diferentes autores que han estudiado este tema.

En resumen el método seguido para la evaluación de colágeno y elastina fue el siguiente, se pesó la cantidad de polvo de tejido equivalente a 5 g de tejido fresco, el cual se colocó en frasco de centrifuge de 250 ml, juntamente con 150 ml de agua destilada, agitando para acelerar la dispersión e hidratación del tejido. Después de 30 min se dejó decantar y luego se centrifugó. Se extrajo el sobrenadante por succión. El tejido insoluble se transvasó por medio de un embudo a un Erlenmeyer de 250 ml al cual se le agregó 100 ml de agua destilada. Se tapó con algodón recubierto

con papel parafinado y se autoclavó 1 hora a 130°C. Al final se centrifugó y se recogió el sobrenadante. Al residuo se le agregó otros 100 ml de agua destilada y se lo sometió al mismo proceso anterior. Se centrifugó recogiendo el sobrenadante el cual se mezcló con el primero. Se llevó a 200 ml de volumen y se tomaron de esta solución 5 ml que junto con 5 ml de ácido clorhídrico 12N se colocaron en ampolla de vidrio, la cual se cerró a la llama. Luego se autoclavó 3 horas a 130°C. Después de la hidrólisis el contenido de la ampolla se pasó a vaso de precipitado donde se ajustó el pH a 7 con solución de hidróxido de sodio utilizando pHmetro para tal fin. Luego se ajustó volumen a 200 ml. Una alícuota de esta solución se tomó para hacer la determinación de hidroxiprolina. El factor de conversión utilizado para pasar hidroxiprolina a colágeno fue de 7,46 (Neuman y Logan ⁽¹⁵⁴⁾).

El residuo de la segunda extracción con agua caliente se hidrolizó con 10 ml de ácido clorhídrico 6N en ampolla de vidrio cerrada a la llama autoclavándose por 3 horas a 130°C. Lo resultante de la hidrólisis se ajustó a pH 7 y se llevó a un volumen de 50 ml en matraz aforado. De aquí se tomó la alícuota para la determinación de hidroxiprolina. El factor de conversión utilizado para pasar la hidroxiprolina a elastina fue de 52,3 (Neuman y Logan ⁽¹⁵⁴⁾).

La curva standard se preparó utilizando soluciones de hidroxiprolina conteniendo de 0 a 5 gamas de hidroxiprolina por cada 2 ml de solución.

Se colocaron en tubos de ensayos 2 ml de cada una de las soluciones problemas que contuvieran de 0 a 5 gamas de hidroxiprolina por cada 2 ml. Se comenzó la oxidación por agregado de 1 ml de cloramina T a cada tubo. La cloramina T

///

se preparó disolviendo 1,41 g de cloramina T en 20 ml de agua destilada. Se agregaron 30 ml de metil celosolve y 50 ml de buffer de cítrico-acético-acetato de pH 6,0.

Se agitaron los tubos por unos segundos y se dejaron luego a temperatura ambiente por 20 min. La cloramina T en exceso fue destruída por agregado de 1 ml de ácido perclórico 3,15M siguiendo el orden del agregado inicial. Se mezcló y se dejó en reposo 5 min y luego se agregaron 5 ml de solución de p-dimetil-amino-benzaldehído, al 20% en metil celosolve, agitándose. Se colocaron los tubos en baño de agua a 60°C por 20 min y luego se enfriaron durante 5 min. El color es estable por 60 min. Se leyó la absorbancia en espectro fotómetro Beckman DU a 557 milimicras. Los análisis se hicieron por duplicado.

7. Determinación de colágeno soluble

Se utilizó el método de Hill⁽²³⁾ con algunas modificaciones, el cual consiste en la determinación del colágeno que se solubiliza en solución 1/4 Ringer.

La solución Ringer usada se preparó disolviendo en agua destilada 8,6 g de cloruro de sodio, 0,3 g de cloruro de potasio y 0,33 g de cloruro de calcio llevando el volumen a 1000 ml con agua destilada.

El método seguido fue el siguiente. Se pesó una cantidad de polvo de carne equivalente a 5 g de tejido fresco en un tubo de centrifuga de 50 ml de capacidad teniendo un tapón de goma con un termómetro y un tubo de ventilación y se agregó 12 ml de solución 1/4 Ringer (3 ml solución Ringer mas 9 ml de agua destilada). Se colocó el tubo en una baño termostatzado a 77°C calentándose por 60 min desde que se alcanzó la temperatura. Se tardó unos 5 min para llegar a la temperatura deseada. Se agitó ocasionalmente durante su

///

calentamiento. Se filtró por lecho de lana de vidrio lavándose el residuo con 8 ml de solución Ringer 1/4. El producto de la extracción se llevó a 25 ml. De aquí se tomó la al cuota para hidrolizar y determinar hidroxiprolina por el mé todo de Woessner.

El residuo de la filtración se pasó a Erlenmeyer de 250 ml autoclavándose dos veces con 100 ml de agua destilada como se hizo para la extracción de colágeno. Se reunieron los líquidos filtrados, se ajustó volumen y se tomó una al cuota para hidrolizar y determinar hidroxiprolina por el método antes mencionado.

Se pasó la hidroxiprolina a colágeno y se calculó el porcentaje de solubilización.

8. Determinación de longitud de sarcómero

Se siguió el método utilizado por Bouton y Harris⁽⁵⁹⁾ que consiste en la suspensión de aproximadamente 1 gramo de tejido fresco en 10 ml de solución de KCl 0,08 M a temperatura cercana a 0°C y la agitación en un vasito homogeneizador (Fig. 3), por aproximadamente 1 min. Todo el conjunto de vaso y agitador se mantiene en heladera hasta su uso. Luego se toma una gota de la suspensión y se observa bajo microscopio de contraste de fases, equipado con ocular micrométrico. Se cuentan la cantidad de sarcómeros que hay en la unidad de medida en por lo menos 20 miofibrillas, moviendo el porta en un mismo sentido para evitar contar dos veces sobre la misma miofibrilla. Luego conociendo el aumento se calcula el factor que se utiliza para convertir la longitud a micrones.

El valor que se informa es el promedio de la longitud de los sarcómeros de las 20 o más miofibrillas observadas.

9. Determinación del esfuerzo de penetración del Tenderómetro

El aparato como se ha mencionado consiste en una sonda de medición que consta de 10 agujas colocadas sobre una plaqueta. Esta plaqueta a su vez está colocada sobre una agarradera intercalándose entre la plaqueta y la agarradera un medidor de esfuerzo. La señal del medidor de esfuerzo es amplificada e indicada en el indicador portátil de máxima o sea que la aguja se detiene en el valor de máximo esfuerzo. El indicador está calibrado en libras o kilogramos. El usado en este trabajo estaba calibrado en libras y estaba alimentado a baterías. (Fig. 1)

El procedimiento consiste en el hincado del conjunto de diez agujas a velocidad constante sobre la superficie del longissimus dorsi expuesto durante el cuarteo. Hay que prestar cuidado para que las agujas penetren en forma paralela a la dirección de la fibra. La sonda tiene un soporte limitador de tal forma que las agujas no penetran más de 50 mm de profundidad. Como el indicador es de máxima, se retira la sonda y se lee el valor del esfuerzo. Inmediatamente se presiona un pulsador que vuelve el indicador a cero quedando en condición de hacer la próxima determinación.

10. Determinación del esfuerzo de cizalla Warner-Bratzler

Como se ha mencionado la cizalla de Warner-Bratzler (Fig. 2) consta de una hoja de acero inoxidable de 1 mm de espesor que tiene un agujero en forma triangular con ángulos romos. Esta hoja pende del gancho de un dinamómetro y se desliza a través de una ranura formada por la unión lado a lado de dos separadores apropiados hechos de planchuela de acero inoxidable de sección rectangular. El espesor

///

de estas planchuelas es de aproximadamente 6 mm. Estas planchuelas son solidarias al mango de tracción el cual es arrastrado por un sinfín accionado por un motor eléctrico a través de un piñón y corona. Tiene un dispositivo para que al llegar al mango al final del recorrido se desenganche el movimiento.

La probeta de carne se obtiene mediante un sacabocado muy afilado que puede ser de 13 mm de diámetro o de 25,4 mm. Hay que tomar la precaución de sacar la probeta o cilindro de carne de tal forma que el eje coincida con la dirección de las fibras del músculo. Se sacan tantos cilindros como es posible de la superficie expuesta del corte del músculo.

El cilindro de carne se coloca en el agujero de la hoja fina en forma perpendicular al movimiento sosteniéndolo con una mano. Se hace accionar el motor y al bajar las barras cizallan el cilindro y haciendo girar la aguja del dinamómetro el cual arrastra otra de posición de tal forma que la misma se detiene en la posición de esfuerzo máximo, pudiéndose leer cómodamente aunque se haya interrumpido el esfuerzo por corte de la probeta. Se comienza por un extremo y de acuerdo al largo del cilindro se hacen dos o tres determinaciones consecutiva. Se informa el promedio de todas las determinaciones. En este trabajo se utilizó sacabocado de 13 mm para obtener las probetas de carne cruda y para obtener las probetas de carne cocida se utilizó el sacabocado de 25,4 mm. El valor informado fue el promedio de todas las determinaciones realizadas sobre una misma rodaja de carne.

11. Determinación de madurez de la res

Se utilizó el método que el Departamento de Agricultura

///

de los EEUU usa para clasificar las reses, el cual tiene en cuenta no solo la conformación sino fundamentalmente la madurez o edad de la res y la cantidad de marmoreado en el ojo del bife.

Para determinar la madurez se siguió los lineamientos que se dan en la tabla adjunta y que se basan en las características que presentan ciertos cartílagos y huesos respecto al grado de osificación así como la forma de las costillas. (Tabla N° 35)

Con el fin de hacer más fácil la clasificación se agruparon las características en solo cinco grupos a saber A, B, C, D y E incluyéndose las madureces intermedias dentro de alguna de ellas. Así por ejemplo las reses que tenían características de B- o B+ se incluyeron en la madurez B y así sucesivamente.

12. Determinaciones de marmoreado

Se siguió aquí también el método utilizado por el Departamento de Agricultura de los EEUU que consiste en comparar el marmoreado que aparece sobre el ojo del bife cuando éste es cortado durante el cuarteo, con fotografías tipos como las que se ven en la ilustración adjunta (Fig. 4). En esta ilustración no aparece la clasificación prácticamente nula pero la misma no es difícil identificarla pues como su denominación lo indica no se ven prácticamente filetes blancos. Le sigue en orden creciente de marmoreado las siguientes denominaciones, trazas, débil, poco, modesto, moderado, débilmente abundante, moderadamente abundante, abundante y muy abundante. En este trabajo se asignó para su cómputo numérico el valor 1 al grado de marmoreado menor y 10 al mayor pasando por los intermedios.

///

13. Evaluación sensorial de ternera

Para la evaluación sensorial se utilizaron cinco personas entrenadas para evaluar ternera y sabor de carne vacuna. Se utilizó una escala numérica para juzgar la ternera de cada una de los músculos. Esta escala va del 1 que corresponde a la calificación de extremadamente dura, al 9 que corresponde a la calificación de extremadamente blanda, pasando por el 5 que corresponde a ni tierna ni dura. El 2 corresponde a muy dura, el 3 a bastante dura, el 4 ligeramente dura, el 6 tierna, el 7 ligeramente tierna y el 8 muy tierna.

Las muestras se sirvieron a los panelistas en forma codificada y al azar, realizándose como máximo la evaluación de 8 muestras a la vez y como máximo dos sesiones en el día, nunca más de una por mañana o tarde. Se trató que la temperatura de las muestras fuese siempre la misma, lo mismo que la temperatura del ambiente, así como la iluminación del mismo. Se trató de hacer las evaluaciones siempre a la misma hora. Si alguno de los panelistas manifestaba no sentirse anímicamente bien se lo excluía de la sesión.

El valor de panel informado correspondió al promedio de la evaluación de todos los panelistas.

14. Determinación de grado de conformación y grasa de cobertura

Estas determinaciones fueron realizadas por el personal perteneciente a Junta Nacional de Carnes que hace la clasificación de rutina en los establecimientos faenadores.

La clasificación de conformación se basa, como su nombre lo indica, en la conformación que toman ciertos grupos de músculos de la res, evaluándose para clasificar varias par-

///

tes de la misma como el garrón, la nalga, el jamón, el cogote, etc. Cada una de estas partes es analizada bajo el punto de vista del desarrollo muscular, su firmeza, su forma, etc. De acuerdo a estos parámetros se clasifican con letras, correspondiéndole a la mejor conformación de novillos la doble J y siguiéndole en orden decreciente la J, U, U₂, N, T y A.

Para las vacas a la mejor conformación le corresponde la letra A y en orden decreciente la B, C, D, E y F.

El grado de grasa de cobertura se determina en función de la cantidad de grasa externa así como la cantidad de grasa de riñonada, capadura y canal pelviano que presenta la res. A la menor cantidad de grasa le corresponde el valor 0 pudiendo en los novillos de grado J y U llegar hasta 3. En la misma forma se clasifica la grasa de cobertura de las vacas.

Por lo tanto la clasificación que hace Junta Nacional de Carne, se distingue por una letra que corresponde a la conformación de la res y un número seguido a la letra que corresponde a la cantidad de grasa de cobertura.

	pág.
IV - 1. Tablas	99
2. Gráficos	136
3. Figuras	139

Tabla N° 1 : Coeficientes de correlación simple entre las medidas de terneza realizadas en el longissimus dorsi de novillos y algunos parámetros de calidad de las reses, sin segregar por grado de conformación, n = 219

Parámetro	Tenderómetro	Conformación	Grasa	Marmoreado	Madurez	Rendimiento	Terneza
	JNC	JNC	JNC	δsea	δsea		sensorial
Warner-Bratzler	0,13	-0,07	-0,19x	-0,26xx	-0,01	-0,31xx	-0,71xx
Tenderómetro		0,02	0,18x	0,31xx	0,05	0,02	-0,03
Conformación JNC			0,51xx	0,29xx	0,18x	-0,29xx	-0,13
Grasa cobertura JNC				0,52xx	0,03	-0,09	-0,01
Marmoreado					-0,05	0,17x	0,02
Madurez δsea						-0,07	0,13
Rendimiento							0,15x

Referencia : x Significante, $P < 0,05$

xx Muy significativo, $P < 0,01$

Tabla N° 2 : Coeficientes de correlación simple entre la medida del Tenderómetro y el esfuerzo de cizalla y algunos parámetros de calidad de los novillos.

	Grados de conformación JNC			
	J	U	U ₂	N
	n = 54	n = 53	n = 58	n = 54
Warner-Bratzler	0,12	0,11	0,02	0,29x
Marmoreado	0,48xx	0,47xx	0,35xx	0,02
Madurez ósea	0,31x	0,01	0,15	0,16

Referencia : x Significante, $P < 0,05$.

xx Muy significativa, $P < 0,01$

Tabla N° 3 : Coeficientes de correlación múltiples entre Warner-Bratzler y Tenderómetro ajustado por grado de marmoreado de novillos.

Grado de conformación	n	Coefficiente R
J	54	0,15
U	53	0,15
U ₂	58	0,41xx
N	54	0,52xx

Referencia : xx Muy significativa, $P < 0,01$

Tabla N° 4 : Coeficientes de correlación simple entre las medidas del Tenderómetro y la ternera objetiva y subjetiva y entre éstos y otros parámetros de calidad de novillos.

	M.semitendinoso		M.semimembranoso		M.Biceps femoris	
	n = 70		n = 79		n = 55	
	W.Bratzler Panel	W.Bratzler Panel	W.Bratzler Panel	W.Bratzler Panel	W.Bratzler Panel	W.Bratzler Panel
Tenderómetro (a)	0,15	-0,17	-0,07	-0,05	-0,01	-0,01
Conformación JNC	0,13	0,17	-0,06	0,12	0,03	-0,06
Grasa cobertura JNC	-0,16	0,04	-0,03	0,10	0,02	-0,01
Marmoreado (a)	0,01	0,10	-0,07	0,10	-0,29xx	0,37x
Madurez ósea	-0,01	0,20	0,04	0,20	-0,02	0,07
T. Panel	-0,69xx		-0,66xx		-0,63xx	

Referencia : xx Muy significativa, $P < 0,01$

(a) Determinaciones realizadas en el longissimus crudo de donde se obtuvieron los otros músculos.

Tabla N° 5 : Medios y desvíos standard de los valores de cizalla Warner-Bratler, panel y rendimiento de los longissimus provenientes de novillos de diferentes grados de conformación.

	Grado conformación			
	J	U	U ₂	N
	n = 54	n = 53	n = 58	n = 54
Warner-Bratzler (Kg)	7,63(a)	8,23(a)	8,30(a)	8,07(a)
	±2,06	±2,31	±2,11	±2,84
Panel	6,15(a)	5,73(b)	5,67(b)	6,04(ab)
	±0,94	±1,08	±1,11	±1,16
Rendimiento (%)	64,9(a)	65,3(a)	65,6(a)	67,0(b)
	±1,7	±2,9	±2,1	±3,0

Referencia : Los medios de una misma fila que no tienen la misma letra como subíndice difieren significativamente entre si, $P < 0,05$

Tabla N° 6 : Coeficientes de correlación entre esfuerzo de cizalla en el longissimus de novillos y algunos parámetros de calidad de las reses segregando por grado de conformación.

	Grados conformación			
	J n = 54	U n = 53	U ₂ n = 58	N n = 54
Grasa Cubertura JNC	0,02	-0,35xx	-0,24	0,16
Marmoreado	-0,02	-0,04	-0,38xx	-0,43xx
Madurez ósea	-0,20	-0,12	0,21	0,03

Referencia : xx Muy significativa, $P < 0,01$

Tabla N° 7 : Valores medios de cizalla y panel para diferentes grados de marmoreado en el longissimus de novillos, para grados de conformación U₂ y N.

	Warner-Bratzler (U ₂) (Kg)	Panel (U ₂)	Warner-Bratzler (N) (Kg)	Panel (N)	Marmoreado					Apenas abundante
					Pract. falta	Trazas	Débil	Poco	Modesto	
Warner-Bratzler (U ₂) (Kg)	10,05	8,62	7,51	8,62	6,17	6,96	-			
Panel (U ₂)	5,55	5,67	5,64	4,77	6,75	7,33	-			
Warner-Bratzler (N) (Kg)	12,4	8,26	7,43	7,40	-	-	5,16			
Panel (N)	4,75	5,87	6,04	6,35	-	-	7,50			

Tabla N° 8 : Valores medios de esfuerzo de cizalla, panel y rendimiento obtenido con los músculos semitendinoso, semimembranoso y biceps femoris de novillo.

	Semimembranoso n = 79	Semitendinoso n = 70	Biceps femoris n = 55
Warner-Bratzler (Kg)	13,52 _a ± 3,36	9,46 _b ± 1,76	9,19 _b ± 2,57
Panel	4,90 _a ± 1,12	6,20 _b ± 0,95	5,45 _c ± 1,13
Rendimiento (%)	60,9 _a ± 2,06	65,6 _b ± 3,57	63,0 _c ± 2,65

Nota : Los medios de una misma fila que no tienen la misma letra como subíndice difieren significativamente entre si, $P < 0,05$

Tabla N° 9 : Coeficientes de correlación simple entre las medidas de ternera realizadas en el longissimus dorsi de vacas y algunos parámetros de calidad de las reses, sin segregar por grado de conformación, n = 134.

Parámetro	Tenderómetro	JNC	Conformación	JNC	Grasa	JNC	Marmoreado	Madurez	δsea	Rendimiento	Ternera sensorial
Warner-Dratzler	0,14	-0,27xx	-0,30xx	-0,27xx	0,15	-0,22xx	-0,65xx				
Tenderómetro		-0,06	0,17x	0,31xx	0,12	0,04	-0,14				
Conformación JNC			0,68xx	0,17xx	0,14	0,19x	0,19x				
Grasa JNC				0,16xx	0,04	0,23x	0,21x				
Marmoreado					0,08	0,21x	0,22x				
Madurez δsea						0,08	-0,03				
Rendimiento											0,14

Referencias: x Significante, $P < 0,05$
 xx Muy significativo, $P < 0,01$

Tabla N° 10 : Coeficientes de correlación simple entre la medida del Tenderómetro en el longissimus de vacas y algunos parámetros de calidad de las reses segregadas por grado de conformación.

	Grados de Conformación JNC		
	C n = 44	D n = 48	E n = 41
Warner-Bratzler	0,21	0,19	-0,10
Panel	-0,28	-0,04	-0,06
Marmoreado	0,52 _{xx}	0,23	0,26
Madurez ósea	0,17	0,14	0,12

Referencia : xx Muy significativa, $P < 0,01$

Tabla N° 11 : Coeficientes de correlación simple entre la medida del Tenderómetro en el longissimus dorsi y la ternura sensorial e instrumental obtenida en diferentes músculos de vacas.

	M.Semitendinoso n = 46	M.Semimembranoso n = 37	M.Biceps Femoris n = 41
	Warner-Bratzler	0,25	0,48 _{xx}
Panel	-0,11	-0,34	-0,03

Referencia : xx Muy significativa, $P < 0,01$

Tabla N° 12 : Medios y desvíos standard del esfuerzo de cizalla, panel y rendimiento de longissimus de vacas segregadas por grado de conformación.

	Grado de Conformación JNC		
	C	D	E
	n = 44	n = 48	n = 41
Warner-Bratzler (Kg)	10,33 _a ± 2,84	10,30 _a ± 2,13	12,29 _b ± 2,45
Panel	4,09 _a ± 1,49	3,91 _{ab} ± 1,44	3,45 _b ± 1,28
Rendimiento (%)	68,5 _a ± 5,69	67,1 _a ± 6,20	66,0 _a ± 5,98

Nota : Los medios de una misma fila que no tienen la misma letra como subíndice difieren significativamente entre si, $P < 0,05$

Tabla N° 13 : Coeficientes de correlación entre el esfuerzo de cizalla en el longissimus de vacas y algunos parámetros de calidad de las reses segregadas por grado de conformación.

	Grado de Conformación JNC		
	C	D	E
	n = 44	n = 48	n = 41
Marmoreado	-0,16	-0,29x	-0,18
Grasa JNC	-0,35x	-0,19	-0,04
Madurez ósca	0,08	0,29x	0,24

Referencia : x Significante, $P < 0,05$

Tabla N° 14 : Valores medios de cizalla y panel para diferentes valores de marmoreado en longissimus de vacas de grado de conformación D.

	Cantidad Marmoreado			
	Prácticamente falta	Trazas	Débil	Poco
	n = 13	n = 16	n = 11	n = 6
Warner-Bratzler (Kg)	11,41	10,85	8,26	9,15
Panel	3,61	3,86	4,24	4,4

Tabla N° 15 : Valores medios de cizalla y panel para diferentes valores de grasa de cobertura en el longissimus de vacas de grado de conformación C.

	Grasa de cobertura JNC		
	1	2	3
	n = 7	n = 22	n = 15
Warner-Bratzler (Kg)	12,87	9,97	9,55
Panel	2,98	4,37	4,15

Tabla N° 16 : Coeficientes de correlación simple entre las medidas de terneza realizadas en diferentes músculos y algunos parámetros de calidad de las reses.

Parámetros	M. Semitendinoso		M. Semimembranoso		M. Diceps Femoris	
	W. Bratzler	Panel	W. Bratzler	Panel	W. Bratzler	Panel
	n = 46		n = 37		n = 49	
Conformación	-0,33x	0,20	-0,39x	0,26	-0,29x	0,45xx
Grasa JNC	-0,07	0,01	-0,47xx	0,48xx	-0,20	0,29x
Marmoreado	-0,05	0,07	-0,02	0,26	-0,06	0,21
Panel	-0,81xx		-0,64xx		-0,39xx	
Madurez	-0,12	0,10	-0,20	0,10	-0,20	0,27

Referencia: x Significante, $P < 0,05$

xx Muy significativa, $P < 0,01$

Tabla N° 17 : Medios y desvios standard de ternera sensorial y objetiva y rendimiento de cocimiento de diferentes músculos de vacas.

	M. Semitendinoso n = 46	M. Semimembranoso n = 37	M. Biceps Femoris n = 49
Warner-Dratzler (Kg)	13,03 _a ± 2,90	15,77 _b ± 3,99	15,75 _b ± 3,54
Panel	4,72 _a ± 1,28	4,15 _b ± 1,15	2,93 _c ± 1,05
Rendimiento (%)	63,28 _a ± 5,48	59,11 _b ± 2,55	63,57 _a ± 2,64

Nota : Los medios de una misma fila que no tienen la misma letra como subíndice difieren significativamente entre si, P < 0,05

Tabla N° 18 : Características de las reses y valores del Tenderómetro y cizalla Warner-Bratzler obtenidos con m. longissimus dorsi de reses de vacas colgadas del Tendón de Aquiles (TA) y del Agujero Obturador (AO) n = 32.

Res N°	Conformación	JNC	Grasa	cobertura	JNC	Marmoreado	Madurez	Tenderómetro W. Bratzler			
								TA	AO	TA	AO
								Kg			
101	C	2	Débil (3)	B (2)	21,0	19,0	6	7	1,9		
102	C	1	Trazas (2)	B (2)	14,0	13,5	3,1	2,0			
103	C	3	Poco (4)	C (3)	16,0	13,5	4,1	2,5			
104	C	2	Débil (3)	B (2)	17,5	16,5	2,5	2,3			
107	C	2	Poco (4)	C (3)	18,0	18,5	2,9	2,2			
108	C	1	Débil (3)	C (3)	18,5	17,0	2,8	2,2			
109	C	1	Poco (4)	C (3)	19,5	17,0	3,7	3,6			
110	C	2	Modesto (5)	C (3)	23,5	22,5	4,8	4,5			
111	C	2	Poco (4)	C (3)	12,0	13,0	1,6	4,5			
112	C	2	Poco (4)	C (3)	22,0	22,0	3,3	5,5			
113	C	1	Trazas (2)	E (5)	14,5	15,5	5,7	3,2			
114	C	2	Poco (4)	D (4)	13,5	14,0	2,1	3,1			
115	C	1	Débil (3)	D (4)	12,5	13,0	5,4	4,1			
116	C	2	Modesto (5)	E (5)	18,0	20,5	3,1	7,0			
117	C	1	Débil (3)	E (5)	11,0	11,0	4,7	2,2			
118	C	3	Moderado (6)	D (4)	17,5	16,0	5,0	4,8			

Res N°	Conformación	JNC	Grasa	cubertura	JNC	Marmorado	Madurez	ósea	Tenderómetro W. Bratzler			
									lb	Kg		
									TA	AO	TA	AO
119	C			2		Modesto (5)	E	(5)	16,0	13,0	4,3	4,0
120	C			1		Débil (3)	D	(4)	22,5	21,5	5,6	5,9
121	C			2		Trazas (2)	E	(5)	15,5	10,0	3,6	4,2
122	C			2		Débil (3)	E	(5)	21,5	21,5	3,3	5,4
123	C			1		P.falta (1)	C	(3)	22,5	18,5	3,2	3,0
124	C			1		Trazas (2)	D	(4)	12,5	13,5	4,9	4,1
125	C			1		Trazas (2)	D	(4)	13,0	10,5	5,1	5,0
126	B			3		Modesto (5)	E	(5)	14,0	14,0	5,5	4,2
127	B			3		Poco (4)	E	(5)	16,0	13,5	5,5	7,7
128	C			1		Débil (3)	B	(2)	18,0	17,5	5,5	6,4
129	C			1		Trazas (2)	B	(2)	14,5	12,0	5,2	4,3
130	B			2		Trazas (2)	B	(2)	13,5	13,5	4,8	6,6
131	C			2		Débil (3)	B	(2)	14,0	14,0	3,8	6,1
132	B			1		Trazas (2)	B	(2)	12,0	12,5	6,0	6,2
133	B			1		Débil (3)	B	(2)	17,0	12,5	5,2	6,0
134	C			2		Débil (3)	B	(2)	20,5	20,5	6,5	6,6
Medio									16,60 ^a	15,65 ^b	4,35 ^a	4,41 ^a
D.standard									3,55	3,60	1,30	1,66

Nota : Los medios correspondientes a un mismo parámetro que no tienen la misma letra como subíndice difieren significativamente entre si, P 0,05.

Los números entre paréntesis indican el número de código utilizado en el análisis regional.

Tabla N° 19 : Valores de parámetros químicos e histológico obtenidos con longissimus de reses de vacas, colgadas del Tendón de Aquiles (TA) y del Agujero Obturador (AO), n = 32.

Res	pH	Humedad	Grasa	Proteína	Colágeno	Elastina	Sol. colágeno	Long. del Sarcómero (micrones)	TA	AO
N°		%	%	%	%	%	%			
101	5,85	74,95	2,15	21,20	0,699	0,236	4,7	1,89	2,13	
102	5,85	75,64	2,75	20,65	0,796	0,199	4,7	1,66	2,11	
103	5,95	73,65	3,20	21,35	0,597	0,160	4,4	1,90	2,12	
104	5,65	72,80	4,22	22,00	0,695	0,210	6,0	2,00	2,11	
107	5,45	73,50	3,88	22,58	0,531	0,207	3,0	1,91	2,28	
108	5,40	74,70	2,21	21,88	0,668	0,344	3,9	1,82	2,28	
109	5,60	73,54	3,69	21,80	0,493	0,207	8,8	1,76	1,92	
110	5,70	72,12	4,53	21,20	0,871	0,235	5,8	1,83	2,09	
111	5,70	75,00	2,02	22,00	0,585	0,205	5,5	1,68	2,12	
112	5,60	71,94	6,16	20,50	0,621	0,227	5,4	1,75	2,25	
113	5,55	74,55	3,07	21,00	0,728	0,120	4,3	1,92	1,88	
114	5,70	74,00	3,01	21,80	0,501	0,253	6,3	2,01	1,96	
115	5,65	75,30	2,87	21,20	0,626	0,266	5,5	1,79	2,14	
116	5,70	70,00	7,67	21,70	0,639	0,142	3,3	1,73	2,14	
117	5,85	75,00	3,17	20,13	0,814	0,240	2,0	1,95	2,02	
118	5,90	73,00	5,34	21,35	0,512	0,210	4,5	1,94	2,02	

///

Res pH Humedad Grasa Protefina Colágeno Elastina Sol. colágeno Long. del Sarcómero
(micrones)

Nº	%	%	%	%	%	%	TA	AO
119	6,30	71,13	5,80	21,20	0,614	0,144	1,90	1,83
120	6,05	71,65	4,46	21,88	0,716	0,144	1,92	1,91
121	6,15	72,60	3,86	23,10	0,880	0,205	1,74	1,90
122	5,70	73,60	4,60	21,35	0,447	0,236	1,69	2,14
123	5,65	74,20	0,97	23,10	0,973	0,315	1,65	2,13
124	5,65	74,35	1,97	22,40	0,627	0,196	1,65	2,07
125	5,60	73,20	2,79	22,40	0,799	0,251	1,66	2,08
126	6,70	74,35	1,50	23,83	0,711	0,210	1,84	2,09
127	6,45	72,50	2,33	23,10	0,917	0,179	1,85	2,03
128	5,50	73,80	3,10	21,50	0,836	0,255	1,93	2,00
129	5,65	74,80	1,80	22,00	0,689	0,293	1,71	2,04
130	5,80	73,67	3,57	21,00	0,614	0,200	1,72	2,09
131	5,65	73,30	2,88	23,10	0,594	0,226	1,70	2,10
132	5,90	74,45	1,50	22,40	0,594	0,228	1,69	2,33
133	6,60	73,90	2,81	22,00	0,652	0,186	1,93	2,09
134	5,80	71,00	4,75	22,40	0,531	0,214	2,05	2,40
Medio	5,82	73,51	3,39	21,84	0,704	0,216	1,81 ^a	2,08 ^b
D.St.	0,31	1,35	1,48	0,84	0,149	0,048	0,12	0,12

Nota : Los medios correspondientes a un mismo parámetro que no tiene la misma letra como subíndice difieren significativamente entre si, $P < 0,05$

Tabla N° 20 : Valores de terneza sensorial y objetiva y rendimiento de cocimiento obtenidos con m. longissimus dorsi de vacas colgadas del Tendón de Aquiles (TA) y del Agujero Obturador (AO) utilizando cocimiento en horno (H) y agua (A).

Res N°	Colgado Tendón de Aquiles						Colgado Agujero Obturador																	
	W.-Bratzler (Kg)			Sensorial (escalar)			Rendimiento (%)			W.-Bratzler (Kg)			Sensorial (escalar)			Rendimiento (%)								
	H	A	II	H	A	II	H	A	II	H	A	II	H	A	II	H	A	II						
101	18,7	16,6	2,8	4,2	68,7	61,4	13,0	14,9	6,0	4,8	69,0	64,0	11,1	10,5	5,6	5,8	68,8	61,2	11,2	11,6	7,0	6,2	68,9	63,9
102	18,8	19,7	2,8	3,8	68,5	61,3	12,7	13,1	5,0	4,8	69,1	64,1	15,4	16,6	4,4	4,8	68,6	61,3	8,8	10,0	7,0	6,8	69,0	64,0
103	22,1	14,6	2,6	4,4	68,0	59,1	11,5	11,3	5,6	5,4	70,0	74,3	11,0	11,8	5,4	5,2	63,5	56,7	9,2	12,9	6,2	5,8	67,6	58,2
104	16,4	17,9	4,5	4,2	67,0	58,5	10,9	11,5	6,7	6,2	70,5	63,4	16,4	17,9	4,5	4,2	67,0	58,5	10,9	11,5	6,7	6,2	70,5	63,4
105	14,9	11,9	5,0	5,0	68,1	61,2	11,0	11,9	6,0	5,7	67,1	63,5	14,9	11,9	5,0	5,0	68,1	61,2	11,0	11,9	6,0	5,7	67,1	63,5
106	11,4	11,7	6,2	5,5	67,9	61,5	10,0	10,5	7,6	6,7	71,1	61,9	11,4	11,7	6,2	5,5	67,9	61,5	10,0	10,5	7,6	6,7	71,1	61,9
107	16,2	16,3	5,2	5,6	76,9	61,3	12,7	13,9	6,8	6,7	71,4	65,9	16,2	16,3	5,2	5,6	76,9	61,3	12,7	13,9	6,8	6,7	71,4	65,9
108	15,1	16,2	3,8	4,0	62,7	60,8	10,6	11,6	5,4	5,8	64,1	62,1	15,1	16,2	3,8	4,0	62,7	60,8	10,6	11,6	5,4	5,8	64,1	62,1
109	18,1	20,7	2,8	3,2	62,9	61,1	12,9	13,8	6,2	5,0	65,1	62,5	18,1	20,7	2,8	3,2	62,9	61,1	12,9	13,8	6,2	5,0	65,1	62,5
110	13,0	10,1	5,8	6,0	63,3	58,3	9,5	8,8	6,6	6,4	63,8	60,5	13,0	10,1	5,8	6,0	63,3	58,3	9,5	8,8	6,6	6,4	63,8	60,5
111	16,2	15,5	5,6	4,0	70,0	64,5	11,4	8,9	7,0	7,2	66,9	69,8	16,2	15,5	5,6	4,0	70,0	64,5	11,4	8,9	7,0	7,2	66,9	69,8

Res N°	Colgado Tendón de Aquiles				Colgado Agujero Obturador							
	W.-Bratzler (Kg)		Sensorial (escalar)		Rendimiento (%)		W.-Bratzler (Kg)		Sensorial (escalar)		Rendimiento (%)	
	H	A	H	A	H	A	H	A	H	A	H	A
117	12,9	17,9	5,4	3,8	71,0	58,8	9,9	11,3	6,2	5,8	69,0	60,9
118	20,0	16,3	3,8	3,8	67,9	63,8	12,8	14,6	5,8	5,8	70,0	63,0
119	14,5	12,9	5,4	6,0	67,1	66,3	8,8	8,7	7,8	8,4	73,3	81,9
120	23,5	24,3	3,4	3,6	70,6	63,0	13,9	15,4	4,2	5,4	66,7	65,8
121	24,2	22,4	4,4	3,2	67,1	59,9	11,0	10,2	7,4	7,6	68,1	61,7
122	10,9	10,8	7,2	6,0	70,0	56,7	8,2	8,0	8,0	7,6	67,4	58,9
123	11,8	19,5	3,2	3,8	74,3	62,3	13,0	15,0	4,5	5,6	70,9	64,6
124	26,7	24,1	2,5	3,4	73,0	59,4	12,6	15,3	5,5	5,4	69,6	64,3
125	31,7	29,9	1,5	2,2	75,6	60,3	13,2	15,9	5,0	4,2	71,8	60,1
126	11,0	12,0	7,7	7,0	73,3	69,1	10,1	10,3	7,0	7,0	75,9	70,2
127	10,5	13,1	7,0	6,5	77,9	70,7	10,3	12,5	7,3	6,5	77,7	76,5
128	25,5	22,5	3,0	3,4	66,3	60,7	12,2	16,3	5,8	5,2	69,2	58,1
129	17,3	16,0	3,8	5,6	64,3	59,3	14,0	16,2	5,2	4,6	69,0	59,0
130	14,6	16,3	5,8	5,0	66,8	59,0	10,6	12,6	7,8	7,2	67,0	61,1
131	14,3	15,5	6,0	5,2	65,9	60,4	13,8	14,8	6,2	5,4	67,8	59,9
132	28,2	28,5	3,4	3,2	65,6	58,5	13,6	15,4	6,6	5,0	66,4	60,8
133	12,4	19,4	8,0	4,2	68,8	61,7	10,9	16,7	8,0	5,2	70,5	61,0
134	18,3	17,0	4,4	6,8	67,1	64,3	10,9	14,3	7,0	6,2	63,8	62,2
Medio	17,08 _a	17,14 _a	4,63 _a	4,63 _a	68,67 _a	61,32 _b	11,41 _b	12,75 _c	6,38 _b	5,98 _c	68,99 _a	63,99 _c
D.St.	5,61	5,00	1,63	1,20	3,88	3,10	1,63	2,51	1,01	0,98	3,08	5,34

Nota : Los medios de un mismo parámetro que no tienen la misma letra como subíndice difieren significativamente entre si, $P < 0,05$

Tabla N° 21 : Coeficientes de correlación simple entre los parámetros de medición sensorial o de esfuerzo para penetrar o cizallar y demás parámetros químicos e histológico en el longissimus de vacas, n = 32.

Colgado Tendón de Aquiles

Colgado Agujero Obturador

	T	W-B _C	W-B _H	W-B _A	S _{II}	S _A	T	W-B _C	W-B _{II}	W-B _A	S _H	S _A
W-B _C	-0,01						0,12					
W-B _{II}	-0,10	0,30					0,01	0,13				
W-B _A	-0,13	0,27	0,85 ^{xx}				-0,05	0,20	0,78 ^{xx}			
S _{II}	-0,05	-0,11	-0,77 ^{xx}	-0,65 ^{xx}			-0,13	0,29	-0,66 ^{xx}	-0,52 ^{xx}		
S _A	0,09	0,01	-0,70 ^{xx}	-0,81 ^{xx}	0,69 ^{xx}		0,10	0,17	-0,71 ^{xx}	-0,79 ^{xx}	0,72 ^{xx}	
LS	0,18	0,22	-0,03	-0,04	-0,08	0,03	0,31	0,09	0,05	0,14	0,07	0,21
pH	-0,11	0,33	-0,21	-0,04	0,51 ^{xx}	0,26	-0,31	0,26	-0,15	-0,06	0,39 ^x	0,28
C	0,06	0,18	-0,02	0,13	-0,05	-0,14	-0,14	-0,04	0,07	0,14	-0,26	-0,09
E	0,07	-0,15	-0,03	-0,03	-0,12	0,01	-0,01	-0,24	0,09	0,26	-0,19	-0,29
S	0,01	0,06	0,04	0,13	0,02	-0,05	0,01	0,19	0,13	0,34	0,22	-0,21
H	-0,50 ^{xx}	-0,07	-0,14	-0,05	-0,07	-0,10	-0,46 ^{xx}	-0,52 ^{xx}	0,01	0,14	-0,13	-0,38 ^x
G	0,41 ^x	-0,17	0,01	-0,16	0,10	0,05	0,49 ^{xx}	0,27	-0,18	-0,38 ^x	0,25	0,48 ^x
P	-0,06	0,02	0,15	0,21	0,02	0,07	-0,17	0,23	0,17	0,16	-0,06	-0,06
GC	0,10	-0,09	-0,21	-0,35 ^x	0,24	0,35 ^x	0,10	0,14	-0,13	-0,29	0,28	0,34
M	0,25	-0,16	-0,24	-0,41 ^x	0,25	0,26	0,31	0,10	-0,20	-0,35 ^x	0,22	0,29
NO	-0,12	-0,04	-0,08	-0,10	0,17	0,01	-0,10	0,02	-0,33	-0,53 ^{xx}	0,06	0,43 ^x

Referencia : T : Tenderómetro; W-B_C : W-Bratzler en crudo; W-B_H : W-Bratzler cocido horno;
W-B_A : W-Bratzler cocido agua; S_H : sensorial horno; S_A : sensorial agua;
LS : longitud sarcómero; pH : pH; C : % colágeno; E : % elastina; S : % solubilidad colágeno; H : humedad; G : grasa analítica; P : protefina; GC : grasa cubertura; M : marmoreado; MO : madurez ósea

x Significante, $P < 0,05$

xx Muy significativo, $P < 0,01$

Tabla N° 22 : Coeficientes de correlación simple significantes encontrados en longissimus de vacas entre los rendimientos de cocimiento, parámetros de contenido graso, de madurez y otros parámetros estudiados.

	Colgado Tendón de Aquiles				Colgado Agujero Obturador								
	R _H	R _A	G	G C	M	MO	R _H	R _A	G	G C	M	MO	
C	0,38												
S	-0,42					-0,70		-0,41					-0,70
M		0,51						0,49					
G					0,54						0,54		
GC		0,57			0,66		0,37	0,44			0,66		
II		-0,43	-0,77		-0,43		-0,46	-0,77			-0,43		
pH		0,68					0,52	0,44					

Referencia : R_H:rendimiento cocimiento horno; R_A:rendimiento cocimiento agua; G: grasa analítica; GC : grasa de cobertura; M : marmoreado; MO : madurez ósea; C : colágeno; S : solubilidad colágeno; H : humedad; pH : pH

Tabla N° 23 : Coeficientes de correlación simple entre la medida del Tenderómetro en el longissimus dorsi de medias reses colgadas del Tendón de Aquiles y del Agujero Obturador y la terneza sensorial e instrumental obtenida en diferentes músculos de las mismas medias reses.

	Tendón de Aquiles		Agujero Obturador	
	Semitendinoso n = 13	Semimembranoso n = 13	Semitendinoso n = 13	Semimembranoso n = 13
W.-Bratzler Horno	0,41	-0,38	0,40	-0,55x
W.-Bratzler Agua	0,28	-0,11	0,34	-0,35
Sensorial Horno	-0,45	0,12	-0,24	0,15
Sensorial Agua	-0,19	-0,14	-0,22	-0,06

Referencia : x Significante, $P < 0,05$

Tabla N° 24 : Valores del Tenderómetro y cizalla Warner-Bratzler obtenidos con m. semimembranoso y semitendinoso de reses de vacas colgadas del Tendón de Aquiles (TA) y del Agujero Obturador (AO) $n_1 = 13$; $n_2 = 13$.

Res N°	M. Semimembranoso		Res N°	M. Semitendinoso					
	Tenderómetro (lb)	W.-Bratzler (Kg)		Tenderómetro (lb)	W.-Bratzler (Kg)				
	TA	AO	TA	AO	TA	AO			
102	20,0	18,5	4,2	3,8	101	16,5	15,5	5,4	5,3
107	21,0	19,0	4,2	4,8	104	23,0	16,0	6,5	4,7
110	18,5	16,0	4,5	5,3	108	22,0	13,5	6,4	6,7
112	20,0	16,0	3,9	2,8	109	16,5	13,0	3,5	4,6
118	15,0	13,5	5,5	2,9	111	14,5	14,0	5,9	6,0
119	14,0	12,5	3,3	2,9	117	12,0	15,0	6,5	5,1
120	12,5	15,5	4,8	2,5	122	11,5	10,5	6,5	6,7
123	15,0	14,0	4,0	3,5	124	14,0	16,0	8,4	6,7
125	17,0	12,5	5,1	6,8	126	13,0	13,0	5,7	5,4
127	15,0	16,5	4,4	5,0	128	18,5	14,0	5,6	6,1
130	17,5	12,5	5,6	8,8	129	21,0	22,0	5,2	6,3
132	19,0	16,5	8,9	7,1	131	17,5	17,5	12,5	6,9

Res	M. Semimembranoso		Res	M. Semitendinoso			
	Nº Tenderómetro (lb)	W.-Bratzler (Kg)		Nº Tenderómetro (lb)	W.-Bratzler (Kg)		
	TA	AO	TA	AO	TA	AO	
134	17,5	19,0	133	16,0	16,0	5,4	8,4
Medio	17,07 _a	15,53 _b		16,61 _a	15,07 _a	6,42 _a	6,06 _a
D.St.	2,61	2,40		3,71	2,75	2,13	1,05

Nota : Los medios del Tenderómetro de los m. semitendinoso y semimembranoso se compararon en forma independiente, pues el número de agujas utilizadas fue diferente. Los medios de un mismo parámetro que no tienen la misma letra como subíndice difieren significativamente entre si, $P < 0,05$

Tabla N° 25 : Valores de parámetros químicos e histológico obtenidos con m. semimembrano-
so de reses de vacas colgadas del Tendón de Aquiles (TA) y del Agujero Ob-
turador (AO) n = 13.

Res	pH	Humedad	Grasa	Proteína	Colágeno	Elastina	Sol. colágeno	Long. del Sarcómero (micrones)	TA	AO
N°			%				%			
102	5,70	75,54	1,04	22,00	0,716	0,204	3,4	2,24	2,39	
107	5,30	73,80	3,10	22,75	0,728	0,291	3,4	1,80	2,55	
110	5,65	73,84	2,57	22,00	0,913	0,236	3,8	1,88	2,21	
112	5,55	73,43	3,88	20,82	0,997	0,275	4,4	1,72	2,39	
118	5,95	75,80	1,60	21,00	0,555	0,169	3,8	1,97	2,31	
119	6,35	72,70	3,14	23,30	0,895	0,199	2,6	1,92	2,08	
120	5,70	72,25	2,33	23,83	0,955	0,188	2,4	1,70	2,06	
123	5,45	74,90	1,16	22,00	0,914	0,253	6,7	1,67	2,11	
125	5,65	74,40	1,36	22,40	0,716	0,253	2,0	1,69	2,11	
127	6,25	71,55	3,01	23,63	0,967	0,175	3,0	1,79	1,99	
130	5,75	74,00	3,72	21,88	0,896	0,191	6,0	1,81	1,42	
132	5,90	75,40	3,10	19,95	0,928	0,202	5,5	2,08	2,65	
134	5,65	70,85	4,79	23,30	0,695	0,237	6,1	2,08	2,62	
Medio	5,75	73,72	2,67	22,22	0,836	0,221	4,08	1,87 _a	2,22 _b	
D.St	0,29	1,54	1,14	1,15	0,136	0,039	1,53	0,17	0,32	

Nota : Los medios de un mismo parámetro que no tienen la misma letra como subíndice difie-
ren entre si significativamente, $P < 0,05$

Tabla N° 26 : Valores de parámetros químicos e histológico obtenidos con m. semitendinoso de reses de vacas colgadas del Tendón de Aquiles (TA) y de Agujero Obturador(AO) n = 13.

Res	PH	Humedad	Grasa	Proteína	Colágeno	Elastina	Sol. colágeno	Long. del Sarcómero
N°	%	%	%	%	%	%	%	(micrones) AO
101	5,30	74,25	1,82	21,88	1,074	0,359	3,4	2,06
104	5,65	74,50	2,04	22,80	1,193	0,301	3,2	1,79
108	5,45	74,90	2,46	21,88	1,011	0,433	2,3	1,75
109	5,60	75,27	1,84	21,88	0,604	0,201	5,3	2,19
111	5,65	73,57	2,47	22,70	0,782	0,267	4,4	2,30
117	6,15	75,30	1,71	21,70	1,020	0,297	2,6	1,88
122	5,45	74,00	3,24	21,00	0,883	0,477	2,6	1,77
124	5,70	75,05	2,62	22,00	0,537	0,163	4,4	1,70
126	6,85	71,48	2,49	24,32	0,827	0,295	3,0	1,95
128	5,70	74,90	2,06	22,00	0,767	0,378	5,4	2,07
129	5,70	75,00	2,00	22,20	1,145	0,358	6,7	2,01
131	5,85	74,90	2,06	22,00	1,032	0,376	7,0	2,55
133	6,35	74,55	1,73	22,58	1,151	0,452	6,4	2,44
Medio	5,80	74,51	2,21	22,21	0,925	0,335	4,36	2,03 ^a
D.St.	0,42	1,04	0,43	0,78	0,210	0,093	1,66	0,27

Nota : Los medios de un mismo parámetro que no tienen la misma letra como subíndice difieren entre si significativamente, $P < 0,05$

Tabla N° 27 : Valores de terneza sensorial y objetiva y rendimientos de cocimiento obtenidos con m. semimembranoso de vacas colgadas del Tendón de Aquiles (TA) y del Agujero Obturador (AO) utilizando cocimiento en horno (H) y agua (A), n = 13.

Res	Colgado Tendón de Aquiles						Colgado Agujero Obturador					
	W.-Bratzler (Kg)		Sensorial (escalar)		Rendimiento (%)		W.-Bratzler (Kg)		Sensorial (escalar)		Rendimiento (%)	
	H	A	H	A	H	A	H	A	H	A	H	A
102	18,2	15,7	3,2	4,2	64,4	57,4	17,3	12,9	5,0	4,8	65,8	55,5
107	15,0	14,7	3,4	3,8	64,7	55,9	13,2	12,9	4,6	4,0	63,9	53,1
110	14,9	19,0	3,0	2,2	64,9	57,0	14,3	12,8	4,5	2,7	62,7	55,1
112	11,5	11,2	5,2	5,0	64,3	57,6	13,3	10,6	6,2	5,0	64,8	57,2
118	19,9	22,1	3,6	2,0	62,3	55,0	18,1	16,3	5,4	3,2	65,1	56,3
119	16,7	20,7	3,2	2,6	68,1	68,5	20,7	15,7	5,2	5,0	73,3	55,8
120	24,2	22,6	2,6	2,2	65,5	54,1	14,7	17,0	4,0	3,4	67,7	52,9
123	14,4	16,7	4,2	3,7	61,8	54,4	12,4	12,3	5,6	5,0	66,9	54,4
125	21,6	22,8	2,4	2,7	62,5	56,8	19,5	16,3	3,6	3,7	63,5	52,8
127	18,0	21,8	3,7	2,8	70,8	64,5	18,9	20,9	3,5	3,2	69,4	66,0
130	15,9	13,6	5,0	5,0	59,8	54,2	12,9	11,7	6,6	5,0	63,1	52,5
132	20,6	17,8	3,8	3,8	63,8	55,0	11,9	12,1	6,4	4,5	64,1	54,1
134	12,3	15,4	5,0	4,6	63,7	56,1	10,1	11,2	7,0	5,8	64,7	56,0
Medio	17,16 _a	18,00 _a	3,71 _a	3,43 _a	64,35 _a	57,42 _b	15,17 _b	14,05 _b	5,20 _b	4,25 _c	65,76 _c	55,57 _b
D.St.	3,71	3,80	0,90	1,07	2,78	4,27	3,34	2,95	1,14	0,94	2,96	3,49

Nota : Los medios de un mismo parámetro que no tienen la misma letra como subíndice difieren significativamente entre si, $P < 0,05$

Tabla N° 28 : Valores de terneza sensorial y objetiva y rendimientos de cocimiento obtenidos con m. semitendinoso de vacas colgadas del Tendón de Aquiles (TA) y del Agujero Obturador (AO) utilizando cocimiento en horno (H) y agua (A), n = 13.

Rcs	Colgado Tendón de Aquiles						Colgado Agujero Obturador					
	W.-Bratzler (Kg)		Sensorial (escalar)		Rendimiento (%)		W.-Bratzler (Kg)		Sensorial (escalar)		Rendimiento (%)	
	H	A	H	A	H	A	H	A	H	A	H	A
101	16,6	15,7	4,0	4,7	63,3	57,1	13,8	15,2	4,7	5,7	64,6	58,5
104	15,3	13,3	4,4	4,8	63,3	57,1	12,8	16,3	4,6	4,8	64,6	58,3
108	15,4	14,9	3,6	4,6	58,6	52,5	16,5	13,5	4,0	5,4	59,4	54,4
109	12,8	13,4	4,2	5,2	66,1	57,7	11,9	12,8	5,0	5,0	68,4	59,6
111	12,1	10,5	6,6	5,7	66,1	56,2	10,1	10,2	6,4	6,2	67,1	59,1
117	10,9	11,8	5,8	5,8	68,7	61,3	10,7	11,9	6,4	6,6	70,4	62,5
122	12,5	11,6	5,4	6,0	58,0	57,1	11,2	11,2	6,8	5,7	55,9	56,6
124	14,9	15,0	5,0	6,0	58,2	58,3	13,1	13,6	5,6	6,3	61,8	57,1
126	8,8	10,3	7,5	7,5	74,6	69,6	8,8	10,7	7,5	7,7	74,9	73,8
128	15,2	13,0	4,2	4,0	58,2	51,7	13,5	13,9	5,0	4,0	63,6	52,4
129	13,9	14,4	4,0	3,5	60,6	54,2	12,9	13,5	4,2	4,0	58,9	55,2
131	12,4	12,2	5,0	4,0	58,7	50,0	12,3	13,0	5,0	4,5	61,8	54,5
133	9,6	9,3	7,0	6,6	69,0	59,9	8,6	9,1	8,0	6,0	68,6	56,7
Medio	13,10 ^a	12,72 ^a	5,13 ^a	5,26 ^a	63,33 ^a	57,13 ^b	12,01 ^{bc}	12,68 ^{ac}	5,63 ^{bc}	5,53 ^{ac}	64,61 ^c	58,36 ^b
D.St.	2,38	1,98	1,25	1,14	5,28	4,94	2,16	2,01	1,27	1,07	5,23	5,33

Nota : Los medios de un mismo parámetro que no tienen la misma letra como subíndice difieren entre si significativamente, $P < 0,05$

Tabla N° 29 : Coeficientes de correlación simple significativa (P < 0,05) hallados con el m. semimembranoso colgado del Tendón de Aquiles y del Agujero Obturador, n = 13.

Tendón de Aquiles			Agujero Obturador			
Parámetros		Coef. Correlación	Parámetros		Coef. Correlación	
y	x	r	y	x	r	
T	W-B _A	-0,71				
T	S _A	0,60	W-B _H	S _H	-0,65	
T	MO	-0,66	W-B _H	S	-0,78	
W-B _H	S _H	-0,73	W-B _H	MO	0,77	
W-B _H	S	-0,54	W-B _A	S _A	-0,62	
W-B _A	S _A	-0,91	W-B _A	S	-0,67	
W-B _A	S	-0,61	W-B _A	MO	0,84	
W-B _A	MO	0,72	S _H	S	0,82	
S _H	S	0,78	S _H	G	0,54	
S _H	G	0,63	S _H	MO	-0,68	
S _A	S	0,63	S _A	S	0,59	
S _A	MO	-0,72	S _A	MO	-0,53	
R _H	pH	0,58	R _H	W-B _H	0,54	
R _A	pH	0,74	R _H	pH	0,68	
#	MO	S	-0,69	R _A	W-B _A	0,54
#	H	G	-0,65	R _A	pH	0,55
#	H	P	-0,75			

Correlaciones comunes a ambos tratamientos

Referencia : Las mismas que para tablas N^{os} 21 y 22

Tabla N^o 30 : Coeficientes de correlación simple significativa (P < 0,05) hallados con el m. semitendinoso colgados del Tendón de Aquiles y del Agujero Obturador, n = 13.

Tendón de Aquiles			Agujero Obturador		
Parámetros		Coef. Correlación	Parámetros		Coef. Correlación
y	x	r	y	x	r
			T	MO	-0,56
T	W-B _{II}	0,58	W-B _H	S _{II}	-0,90
T	S _H	-0,65	W-B _{II}	pH	-0,73
T	S _A	-0,70	W-B _H	H	0,58
T	MO	-0,75			
W-B _{II}	S _H	-0,88	W-B _A	S _A	-0,53
W-B _{II}	pH	-0,84	W-B _A	pH	-0,57
W-B _H	H	0,59	S _H	pH	0,70
W-B _{II}	M	-0,55	S _H	H	-0,60
W-B _A	S _A	-0,61	S _A	pH	0,57
W-B _A	pH	-0,69	S _A	H	-0,61
W-B _A	H	0,59	R _{II}	W-B _H	-0,63
W-B _A	M	-0,54	R _H	S _H	0,53
S _H	pH	0,79	R _{II}	pH	0,74
S _H	H	-0,71	R _A	S _A	0,79
S _H	M	0,54	R _A	pH	0,71
S _A	pH	0,64	# MO	S	-0,63

Tendón de Aquiles			Agujero Obturador		
Parámetros		Coef. Correlación	Parámetros		Coef. Correlación
y	x	r	y	x	r
S _A	H	-0,64	# H	P	-0,77
S _A	M	0,54			
R _H	W-B _H	-0,73			
R _H	S _H	0,72			
R _H	pH	0,76			
R _A	S _A	0,86			
R _A	pH	0,72			

Correlaciones comunes a ambos tratamientos.

Referencia : Las mismas que para tablas N^{os} 21 y 22.

Tabla N° 31 : Medios de parámetros químicos apareados correspondientes a los músculos Longissimus dorsi y semimembranoso de vacas, n = 13

	Humedad	Grasa	Proteínas	Colágeno	Elastina	Solubilidad colágeno	pH
	%	%	%	%	%	%	
Longissimus dorsi	72,92 _a	3,75 _a	21,82 _a	0,699 _a	0,211 _a	4,60 _a	5,88 _a
Semimembranoso	73,72 _b	2,67 _b	22,22 _a	0,836 _b	0,221 _a	4,08 _a	5,75 _b

Nota : Los medios de una misma columna que no tienen la misma letra como subíndice difieren entre sí significativamente, $P < 0,05$

Tabla N° 32 : Medios de parámetros químicos apareados correspondientes a los músculos longissimus y semitendinoso de vacas, n = 13

	Humedad	Grasa	Protefnas	Colágeno	Elastina	Solubilidad colágeno	pH
	%	%	%	%	%	%	
Longissimus dorsi	74,16 _a	2,78 _a	21,94 _a	0,654 _a	0,234 _a	5,38 _a	5,81 _a
Semitendinoso	74,51 _a	2,21 _a	22,21 _a	0,925 _b	0,335 _b	4,36 _b	5,80 _a

Nota : Los medios de una misma columna que no tienen la misma letra como subíndice difieren entre si significativamente, $P < 0,05$

Tabla N° 33 : Medios de terneza sensorial e instrumental apareados correspondientes a los m. longissimus dorsi y semimembrano de vacas, n = 13.

	Colgado T. de Aquiles			Colgado A. Obturador		
	W-B _H Kg	W-B _A Kg	S _H S _A	W-B _H Kg	W-B _A Kg	S _H S _A
Longissimus dorsi.	18,25 _a	17,77 _a	4,33 _a 4,74 _a	11,80 _a	13,31 _a	6,26 _a 6,02 _a
Semimembrano	17,16 _a	18,00 _a	3,71 _a 3,43 _b	15,17 _b	14,05 _a	5,20 _b 4,25 _b

Referencia : Las mismas que para tablas N°s 21 y 22.

Los medios de una misma columna que no tienen la misma letra como subíndice difieren entre si significativamente, $P < 0,05$

Tabla N° 34 : Medios de Terneza sensorial e instrumental apareados correspondientes a los m. longissimus dorsi y semitendinoso de vacas, n = 13.

	Colgado T. de Aquiles			Colgado A. Obturador		
	W-B _H Kg	W-B _A Kg	S _H S _A	W-B _H Kg	W-B _A Kg	S _H S _A
Longissimus dorsi	15,68 _a	16,36 _a	5,14 _a 4,80 _a	11,04 _a	12,97 _a	6,56 _a 5,88 _a
Semitendinoso	13,10 _a	12,72 _b	5,13 _a 5,26 _a	12,01 _a	12,68 _a	5,63 _b 5,53 _a

Referencia : Las mismas que para tablas N°s 21 y 22. Los medios de una misma columna que no tienen la misma letra como subíndice difieren entre si significativamente, p < 0,05

Tabla N° 35 : GUIA PARA LA DETERMINACION DE LA MADUREZ DE LA CARCASA

Grupo Madurez

		De A- a A	De A+ a B-	B	B+	De C- a C	De C+ a D-	De D+ a E
Cartillo	Sacro	Sin osificación	Completamente osificado	Completamente osificado	Osificado	Osificado	Osificado	Osificado
	Lumbar	Sin osificación	Casi completamente osificado	Completamente osificado	Osificado	Osificado	Osificado	Osificado
	Torácico	Sin osificación	Alguna evidencia de osificación	Parcialmente osificado	Moderadamente osificado	Osificación Considerable Perfil del extremo todavía visible	Osificación Considerable Perfil del extremo todavía visible	Osificado
Características de Cartilago y hueso	Vértebra sacras	Separación bien marcada por el disco intervertebral	Completamente osificado	Fundido	Fundido	Fundido	Fundido	Fundido
	Vértebra dorsales	Blando poroso muy rojo en color	Levemente rojo, levemente blanco	Teñido de rojo	Teñido de rojo	Más bien blanco	Más bien blanco	Duro y blanco
	Costillas	Leve tendencia a chato	Levemente ancho, levemente chato	Levemente ancho y levemente chato	Moderadamente ancho y levemente chato	Moderadamente ancho y levemente chato	Moderadamente ancho y levemente chato	Ancho y chato

GRAFICO Nº 1 - M. LONGISSIMUS. COLGADO
CONVENCIONAL, COCIDO EN AGUA.
REGRESION: PANEL VS. W. BRATZLER
CON BANDAS DE PREDICCION P: 0,95
SA: 7,88 - 0,19 (W/B)A; $S_{YX} = 0,60$

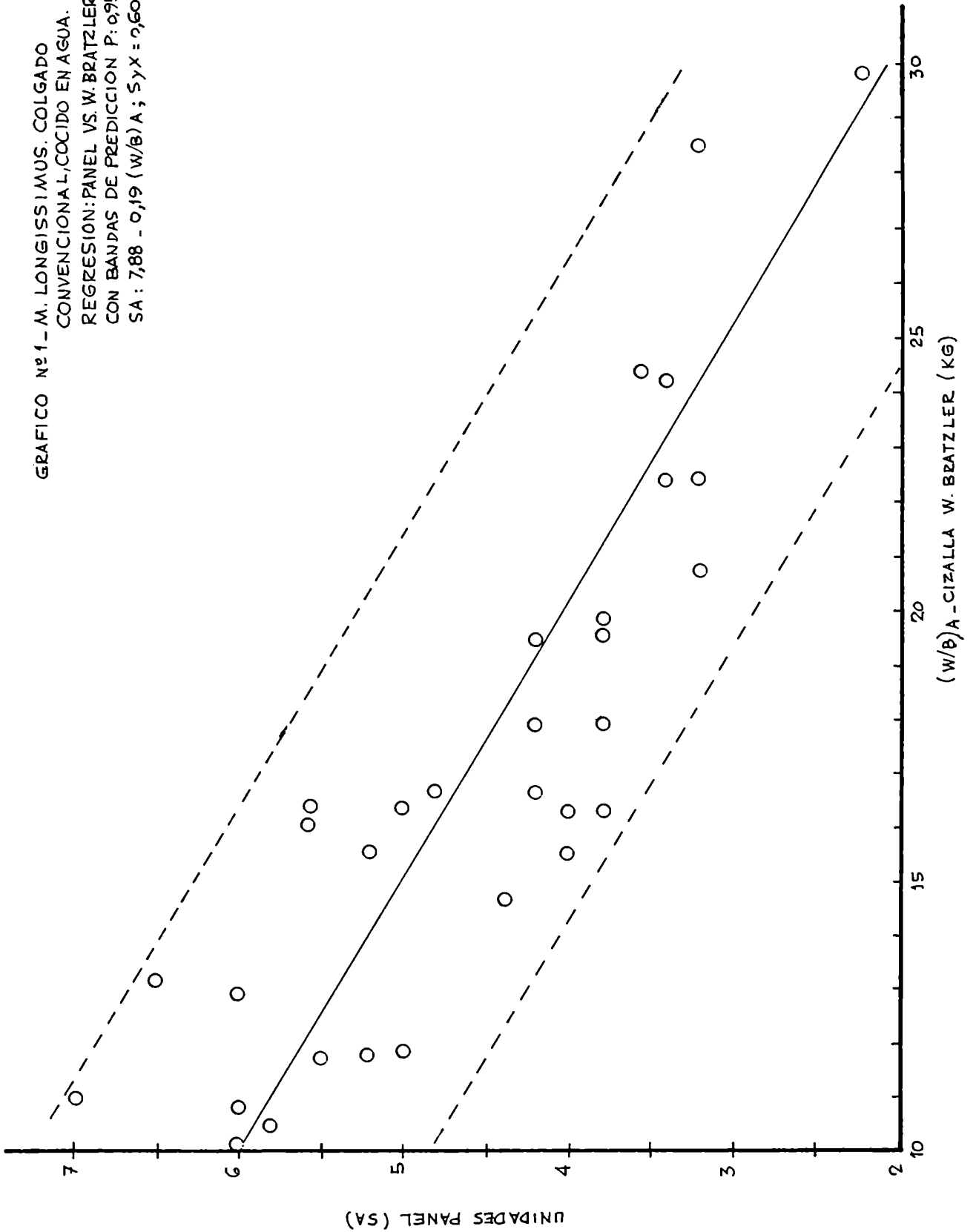


GRAFICO N°2 - M. SEMIMEMBRANOSO ; COLGADO CONVENCIONAL, COCIDO EN AGUA
REGRESION: W. BRATZLER VS. TENDEROMETRO.
(W/B)A = 35,70 - 1,03T

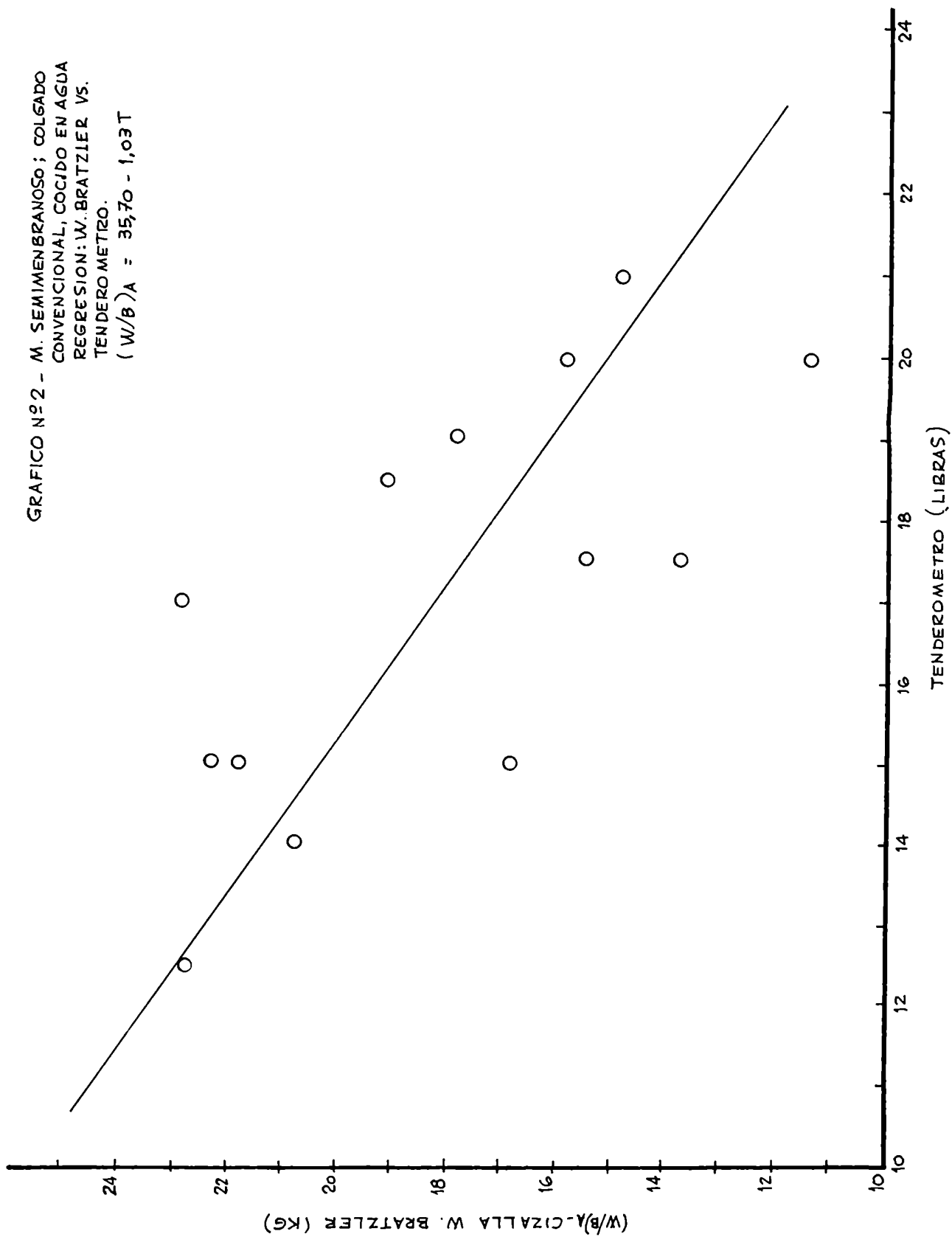
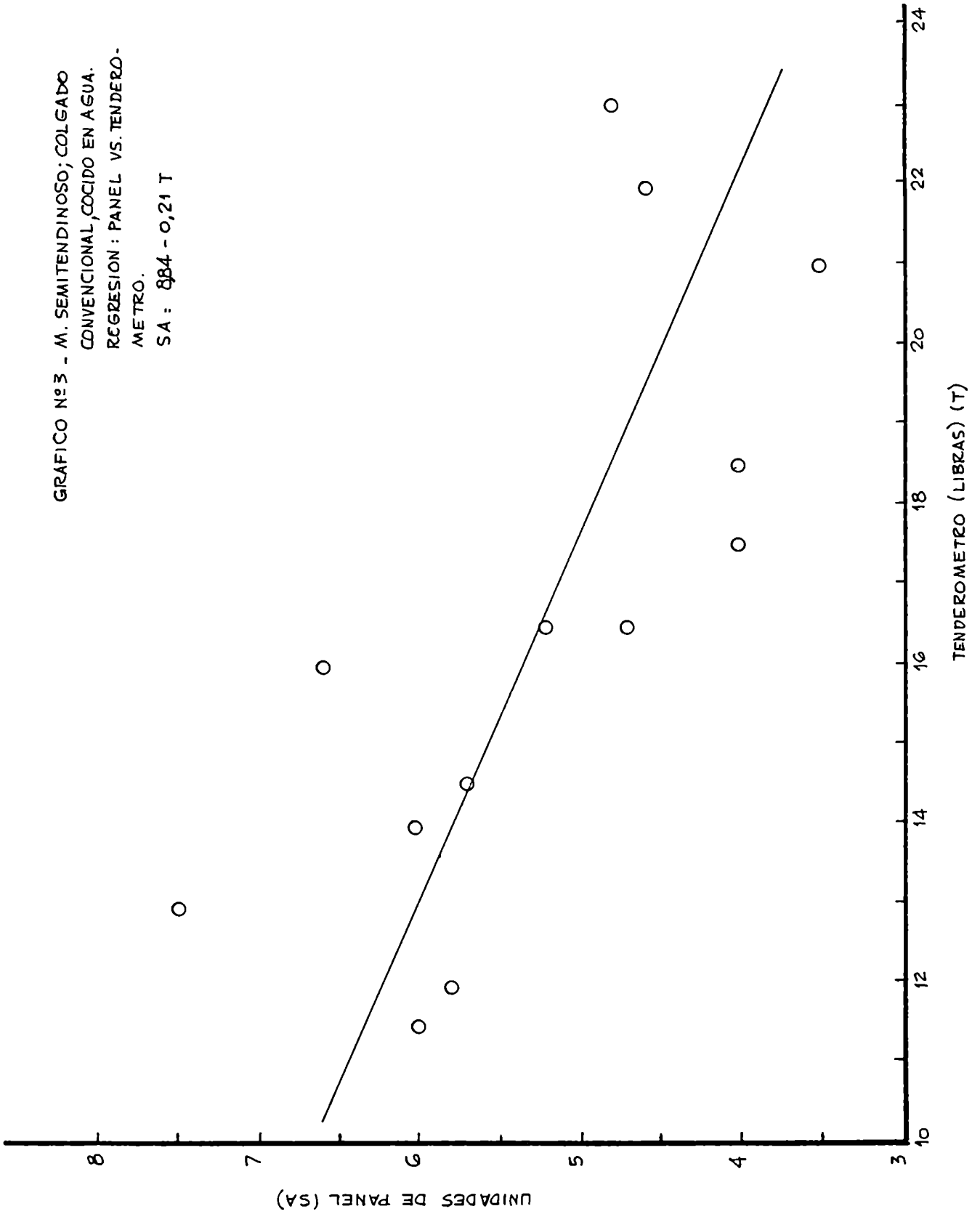


GRAFICO Nº 3 - M. SEMITENDINOSO; COLGADO
CONVENCIONAL, COCIDO EN AGUA.
REGRESION: PANEL VS. TENDERO-
METRO.
SA : 884 - 0,21 T



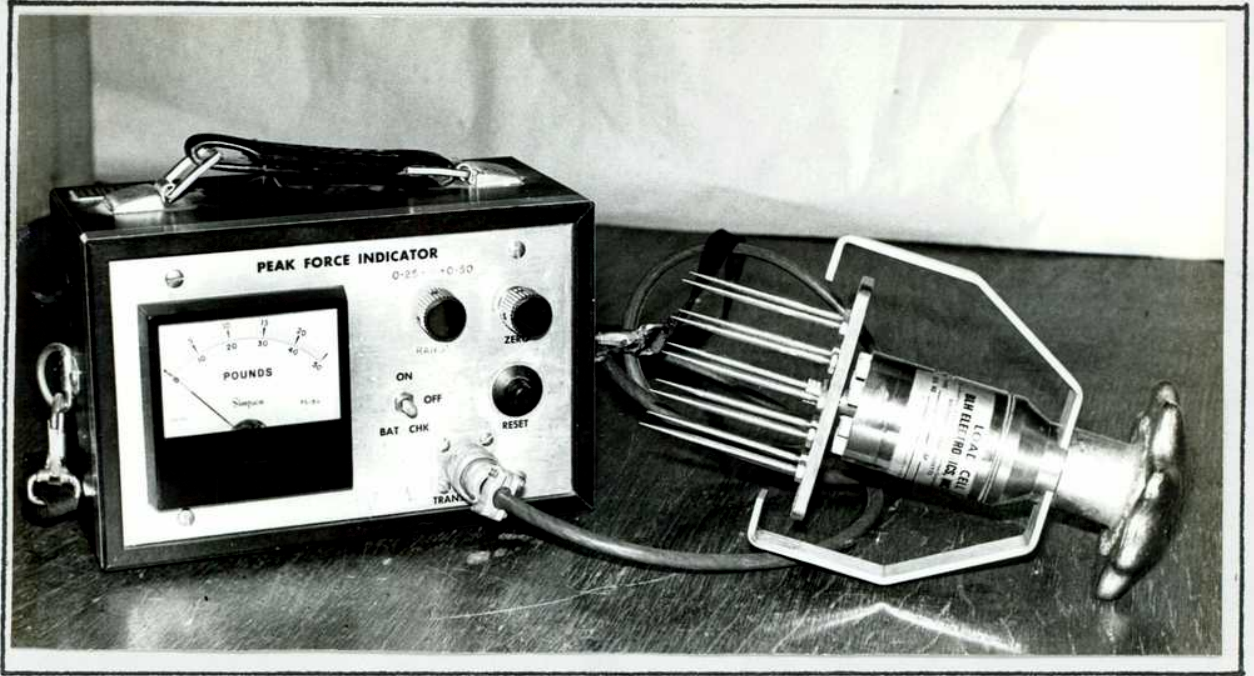


Fig. 1 : Tenderômetro (Sonda e indicador)

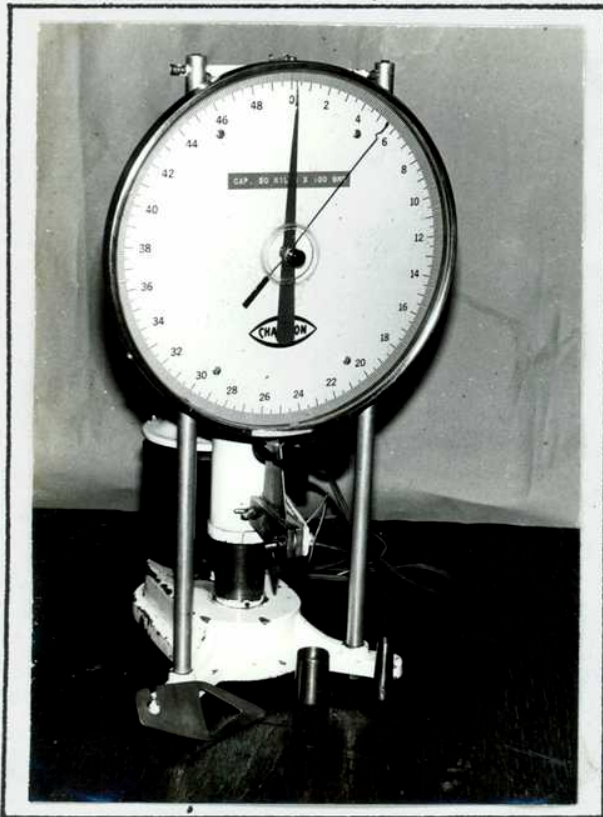


Fig. 2 : Cizalla Warner-Bratzler

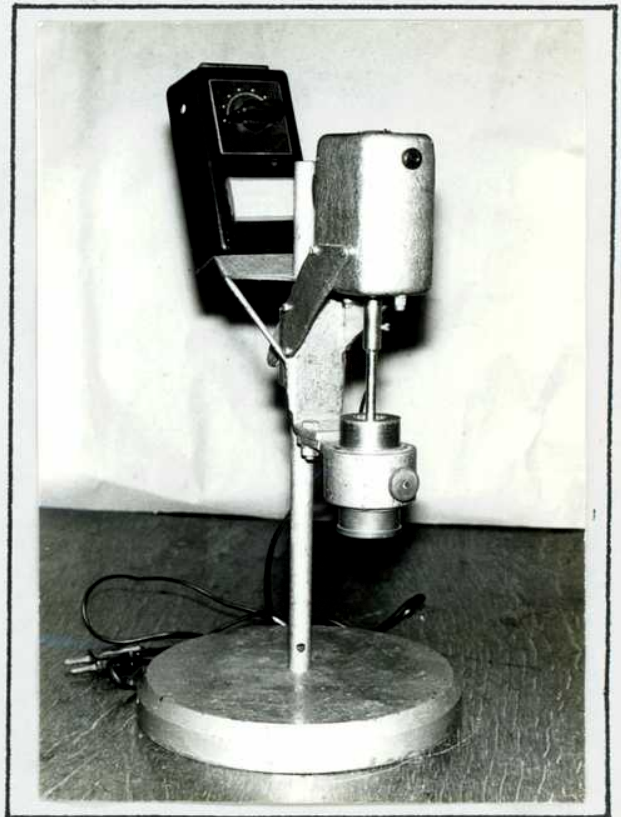


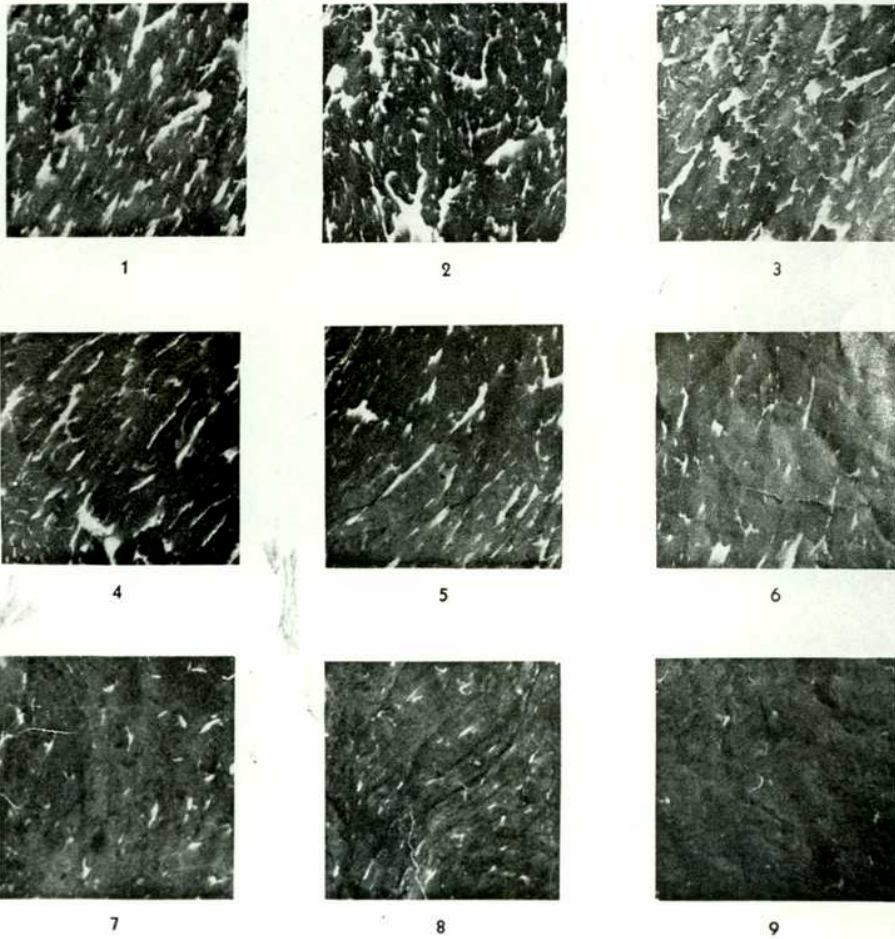
Fig. 3 : Homogeneizador

ILLUSTRATIONS OF THE LOWER LIMITS OF CERTAIN DEGREES OF TYPICAL MARBLING REFERRED TO IN THE OFFICIAL UNITED STATES STANDARDS FOR GRADES OF CARCASS BEEF

Illustrations adapted from negatives furnished by New York State College of Agriculture, Cornell University

- | | | |
|-----------------------|---------------------|----------|
| 1—Very abundant | 4—Slightly abundant | 7—Small |
| 2—Abundant | 5—Moderate | 8—Slight |
| 3—Moderately abundant | 6—Modest | 9—Traces |
- (Practically devoid not shown)

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE
CONSUMER AND MARKETING SERVICE
LIVESTOCK DIVISION



NEG. NO. DN-1594

Fig. 4 : Fotografias de referencia para evaluar grado de marmoreado

V - Conclusiones

	pág.
1. Primer ensayo preliminar con novillos.	141
2. Segundo ensayo preliminar con vacas.	144
3. Tercer ensayo con vacas. Parámetros químicos e histológico	145

V - Conclusiones

El objeto de este trabajo fue evaluar la influencia de ciertos parámetros químicos e histológicos sobre la ternura de carne vacuna y su contribución a las medidas realizadas con un penetrómetro de agujas utilizado para predecir la ternura de la carne cocida. En la introducción se pasó revista a los factores clasificados como inherentes al propio animal que pueden influir sobre la ternura de la carne vacuna, tales como cantidad de colágeno del músculo, madurez del tejido conjuntivo, cantidad de grasa intramuscular, característica del músculo, grado de stress del animal, etc., así como a los factores resultantes del manipuleo posterior a la muerte del músculo y su conversión en carne, como ser contracción por frío, madurez y cocimiento.

El trabajo en si se originó en ensayos tendientes a evaluar el grado de predicción de la ternura que se podría esperar del uso de un penetrómetro de agujas desarrollado por Hansen⁽¹³⁵⁾ y denominado Tenderómetro Armour para predecir la ternura de carne cocida en agua destinada a mercados externos, donde la ternura es un atributo muy apreciado.

Al no encontrarse resultados que avalaran lo postulado por el creador del aparato, se diseñó un experimento tendiente no solo a estudiar parámetros químicos, histológicos y de características de la res que podrían influir sobre la ternura de la carne vacuna sino también la contribución de dichos parámetros a la medida del Tenderómetro, para así poder dilucidar la causa del escaso valor de predicción de éste.

1. Primer ensayo preliminar con novillos

El primer ensayo se hizo con 219 novillos de grados de conformación J, U, U₂ y N y diferentes grados de grasa de cobertura. Se eligieron los animales en función del esfuerzo necesario para hincar las agujas del Tenderómetro en el m. longissimus dorsi entre la décima y undécima costilla. La mayoría de los valores de esfuerzo de penetración estuvieron entre 10 y 20 libras con pocos valores por debajo de 10 y por arriba de 20 libras. Además del esfuerzo de penetración del Tenderómetro se recogieron datos correspondientes a la res como ser madurez de la res, marmoreado, temperatura de medición, etc. Luego se extrajo de cada animal el longissimus dorsi (ojo del bife) en su parte correspondiente al cuarto delantero así como alguno de los siguientes músculos a saber, semimembranoso (nalga interna), emitendinoso (peceto) o biceps femoris (nalga externa). Los músculos fueron preparados y cocinados íntegros en agua en ebullición hasta que la temperatura interna fue de 85°C. Se enfriaron y congelaron hasta su evaluación. Para evaluarlos se descongelaron y se hicieron determinaciones de esfuerzo de cizalla Warner-Bratzler y también fueron evaluados por un panel entrenado.

Con los resultados obtenidos se hizo el análisis regresional simple, encontrándose que la correlación entre el esfuerzo del Tenderómetro y la terneza instrumental y sensorial era baja y no significativa, $r = 0.13$ y -0.03 respectivamente, indicando falta de asociación entre estos parámetros y sin ningún valor para predecir. Sin embargo la medida del Tenderómetro correlacionó positiva y significativamente con el marmoreado $r = 0,31$ y también con la grasa de cobertura $r = 0,18$, dado que entre marmoreado y grasa de cobertura se encontró una buena asociación $r = 0,52$, indicando que a ma-

///

yor grasa intramuscular mayor esfuerzo de penetración.

Cuando se segregaron los datos por grados de conformación se encontró que el Tenderómetro correlacionó significativamente con el esfuerzo de cizalla, en el grado N, $r = 0,29$, sin embargo fue de poco valor para predecir la terneza.

Al eliminar el efecto del marmoreado sobre el Tenderómetro se incrementó el valor de predicción pero solo para explicar aproximadamente el 25% de la variación en el esfuerzo de cizalla, en el grado N.

No se encontró correlación significativa entre la medida del Tenderómetro y la terneza de los otros músculos estudiados.

La terneza sensorial correlacionó muy significativamente con el esfuerzo de cizalla Warner-Bratzler indicando una buena asociación, $r = 0,71$.

El esfuerzo de cizalla correlacionó en forma negativa y significativa con el marmoreado $r = -0,36$ y con la grasa de cobertura, $r = -0,19$ indicando que las carnes con mayor cantidad de grasa intramuscular son más tiernas. No se encontró asociación entre terneza y madurez ósea, posiblemente por el bajo rango de madurez incluidos en este ensayo.

El esfuerzo de cizalla de los longissimus osciló entre 7,63 Kg para el grado J y 8,30 Kg para el U₂, el medio de los semitendinoso fue de 9,46 Kg, el del biceps femoris de 9,19 Kg semejantes y menores que el del semimembranoso 13,52 Kg, en cambio el panel encontró más tierno al semitendinoso 6,20, luego el biceps femoris 5,45 y en último término al semimembranoso 4,90. El panel también consideró que el semitendinoso fue el único semejante en terneza al longissimus dorsi. Bajo el punto de vista instrumental el

///

longissimus requirió menor esfuerzo para ser cizallado que los otros tres músculos.

El rendimiento de cocimiento más bajo fue el del semimembranoso, 60,9%, luego le siguió el biceps femoris con 63% y finalmente el semitendinoso con 65,6%.

2. Segundo ensayo preliminar con vacas

El segundo ensayo fue realizado en forma semejante al primero pero en lugar de novillos se utilizaron vacas de conformación C, D y E. El rango de valores de tenderómetro fue semejante reuniéndose 134 valores de longissimus.

El coeficiente de correlación encontrado entre Tenderómetro y esfuerzo de cizalla fue de 0,14 y con el panel de -0,14, o sea no significantes y del mismo valor que lo encontrado en novillos.

El Tenderómetro correlacionó con el marmoreado $r = 0,31$ y con la grasa de cobertura $r = 0,17$ en forma significativa, confirmándose lo hallado con los novillos.

A diferencia del ensayo con novillos se encontró correlación significativa entre la medida del Tenderómetro en el longissimus y la terneza instrumental del semimembranoso.

La terneza sensorial correlacionó muy bien con el esfuerzo de cizalla $r = -0,65$, $P < 0,01$.

En este ensayo no solo el esfuerzo de cizalla sino también el panel correlacionó significativamente con la conformación, marmoreado y grasa de cobertura o sea a mejor conformación, mayor marmoreado, y mayor grasa de cobertura mejor terneza. El hecho de que aquí haya sido significativa la correlación entre terneza y grado de conformación se debería a que las conformaciones estudiadas se asocian a animales más viejos con respecto al rango de conformación de los

///

novillos ensayados.

Aquí tampoco se encontró asociación significativa entre ternera y madurez ósea.

El esfuerzo medio de cizalla de los longissimus de vacas fue más alto que el de novillos, siendo el correspondiente al grado E (12,29 Kg) más alto que el C (10,33Kg) y el D (10,30 Kg) que fueron semejantes.

El esfuerzo de cizalla del m. semitendinoso fue de 13,03 Kg diferente al del semimembranoso (15,77 Kg) y al del biceps femoris (15,75 Kg) que fueron semejantes. En cambio el panel encontró al semitendinoso más tierno (4,72) que al semimembranoso (4,15) y éste más tierno que el biceps femoris (2,93).

Se encontró buena correlación entre marmoreado, y grasa de cobertura y entre conformación y marmoreado y grasa de cobertura, a igualdad de lo encontrado en los novillos.

El esfuerzo de cizalla, la conformación, la grasa de cobertura y el marmoreado correlacionó significativamente con el rendimiento indicando que carnes más tiernas con mayor cantidad de grasa se asocian a mejores rendimientos de cocimiento. El rendimiento más alto fue el del longissimus que osciló entre 66,0% para el grado E y 68,5% para el C, siguiéndoles el del semitendinoso y biceps femoris con 63,28% y 63,57% respectivamente y en último término el semimembranoso con 59,11%.

3. Tercer ensayo con vacas (Parámetros químicos e histológico)

Ante la falta de asociación entre la medida del Tenderómetro y la ternera ya sea ésta sensorial u objetiva en carne de novillo y vaca se diseñó el tercer ensayo con el propósito de investigar la influencia que ciertos parámetros quí

///

nicos e histológicos podrían tener sobre la terneza y su contribución a la medida del Tenderómetro para tratar así de explicar su comportamiento.

Se ensayaron 32 vacas de conformación B y C, las cuales después de faenadas y evisceradas se cortaron a la mitad colgándose una media res del Tendón de Aquiles y la otra del Agujero Obturador, con el propósito de evaluar el grado de contracción, dado que el sistema de colgado en último término disminuye el efecto del acortamiento por frío en el cuarto trasero. De todas las medias reses se extrajo, después de hacer la medición con el Tenderómetro en el longissimus, este músculo y el semitendinoso o semimembranoso. En el laboratorio se hizo la determinación del esfuerzo de penetración del Tenderómetro en los semitendinosos y semimembranosos de ambos lados.

En todos los músculos se midió la longitud del sarcómero, tanto de lo colgado convencional como de lo colgado del Agujero Obturador, tomándose a este parámetro como índice del grado de contracción. A todos los músculos se les determinó colágeno, elastina y solubilidad del colágeno en 1/4 Ringer tomando a esta determinación como medida del grado de madurez del tejido conjuntivo. Además se determinó humedad, grasa, proteína y pH. El cocimiento se hizo en horno y agua hasta temperatura final de 75 y 85°C respectivamente, calculándose al final del mismo el rendimiento de cocimiento.

Del análisis llevado a cabo se concluye que: en los longissimus la correlación entre la medida del Tenderómetro y la terneza sensorial y objetiva fue baja y no significativa tanto en los provenientes del colgado convencional como del Agujero Obturador oscilando el coeficiente de correlación entre -0,13 y 0,01, confirmándose lo encontrado anteriormente, es decir falta de asociación entre el Tenderómetro y la terne-

///

za. Tampoco se encontró asociación entre el Tenderómetro y la cantidad de colágeno o elastina o el porcentaje de solubilización del colágeno en ninguno de los tipos de colgado. Tampoco se encontró asociación entre el Tenderómetro y la longitud del sarcómero, indicando que la variación de contracción producida dentro de un determinado tipo de colgado no fue detectada por el Tenderómetro. En cambio se encontró correlación significativa entre el Tenderómetro y la cantidad de grasa intramuscular ($r = 0,41$) y la humedad ($r = -0,50$) dado que entre humedad y grasa la correlación fue muy significativa ($r = -0,77$). O sea que en el longissimus solo se pudo explicar la contribución negativa de la grasa a la medida del Tenderómetro, cosa que confirmó lo antes encontrado y que indicaría la poca utilidad de la medida del aparato sobre el longissimus para predecir la terneza de este músculo u otros del cuarto trasero, aunque se eliminara el efecto negativo de la grasa intramuscular.

El promedio del esfuerzo del Tenderómetro de lo colgado del Tendón de Aquiles (16,60 Kg) fue significativamente mayor ($P < 0,05$) que el promedio de lo proveniente del colgado del Agujero Obturador (15,65 Kg) indicando que el aparato fue capaz de detectar uno de los factores que hace que una carne sea menos tierna que otra, o sea el grado de contracción, siempre que como en este caso la diferencia de contracción sea muy grande.

La correlación entre la medida del Tenderómetro en el semimembranoso y la terneza solo fue significativa en el caso de lo colgado convencional cocido en agua ($r = -0,71$) pero esta correlación fue negativa. Si bien este resultado fue obtenido con una cantidad limitada de muestras, se podría explicar esta comportamiento por la contribución a la medida del Tenderómetro, no solo de la contracción, sino de un fac-

///

tor asociado a la misma que sería el acortamiento de la fibra colagínica que tendería a ocupar mayor espacio entre las fibras musculares cuanto más blanda y lábil al calor fue se. Pero esta propiedad que haría más difícil la penetración de las agujas, haría que la carne fuese más tierna después de cocida, potenciándose por el efecto de la grasa. De esta forma se explicarían otros efectos colaterales como la correlación negativa entre Tenderómetro y madurez ($r = -0,66$) así como la no significancia de la correlación entre Tenderómetro y terneza cuando el efecto de contracción disminuyó.

El esfuerzo de penetración del Tenderómetro en los semimembranosos provenientes del colgado convencional (17,07 libras) fue significativamente más alto que el correspondiente a lo colgado del Agujero Obturador (15,53 libras) indicando que a igual que en el longissimus el Tenderómetro fue capaz de detectar la diferencia entre métodos de colgado.

En el caso del semitendinoso, se encontró correlación positiva y significativa entre el Tenderómetro y terneza sensorial tanto en lo cocido en horno ($r = -0,65$) como en agua ($r = -0,70$). Además el esfuerzo de penetración del Tenderómetro de lo colgado convencional (16,61 libras) y lo colgado del Agujero Obturador (15,07 libras) no difirieron significativamente indicando que la estructura y el comportamiento de este músculo sería diferente al longissimus y semimembranoso. Posiblemente la estructura de este músculo hace que se acorte menos con menor influencia de la fibra colagínica sobre la medida del Tenderómetro y donde esta mediría factores que realmente influyen sobre la terneza.

Dado que estas correlaciones fueron obtenidas con un conjunto de solo 13 datos sería necesario confirmar estos datos con mayor número de muestras para así poder evaluar el valor de predicción del Tenderómetro en este músculo, siempre que

///

también se confirme la asociación de terneza entre este músculo y otros valiosos, bajo el punto de vista del consumidor.

El esfuerzo de cizalla Warner-Bratzler en crudo no correlacionó con ninguna de las medidas de terneza ni parámetros evaluados en ninguno de los músculos estudiados, no ofreciendo ningún valor como elemento de predicción.

La terneza sensorial correlacionó significativamente con el esfuerzo de cizalla en todos los músculos, forma de colgado y tipo de cocimiento, oscilando entre $r = -0,91$ para el semimembranoso colgado convencional y cocido en agua hasta $-0,53$ correspondiente al semitendinoso colgado del Agujero Obturador y cocido en horno.

La terneza sensorial u objetiva fue mayor en los longissimus y semimembranosos colgados del Agujero Obturador que en lo colgado convencional, tanto en lo cocido en agua como en horno, correlacionando bien con la diferencia de longitud del sarcómero entre tipos de colgado e indicando que de todos los parámetros evaluados el efecto de contracción en estos músculos fue el factor más importante, junto con la grasa intramuscular. En el caso del semitendinoso a pesar que hubo diferencia significativa en la longitud del sarcómero entre tipos de colgado, solo se detectó diferencia de terneza entre tipos de colgado en lo cocido en horno. No hubo diferencia de terneza sensorial u objetiva entre lo cocido en horno y agua en los músculos provenientes del colgado convencional, en cambio en lo proveniente del colgado del Agujero Obturador lo cocido en horno en general fue un poco más tierno que lo cocido en agua, confirmando que al desaparecer el efecto de contracción por frío, el efecto tiernizante del cocimiento prolongado se pone en evidencia.

///

La terneza sensorial o instrumental en el longissimus solo se asoció a la grasa en alguna de sus formas, ya sea en lo colgado convencional o del Agujero Obturador, pero cocido en agua, confirmándose lo hallado en el segundo ensayo, que carne más tierna se asocia a mayor contenido de grasa intramuscular.

La terneza sensorial u objetiva del semimembranoso proveniente de lo colgado del Agujero Obturador se asoció a la solubilidad del colágeno y a la madurez de la res tanto en lo cocido en horno como en agua dado que entre madurez y solubilidad se encontró buena asociación ($r = -0,69$), en cambio en lo colgado convencional solo ocurrió esto con lo cocido en agua, prevaleciendo así el efecto de contracción.

La terneza de los semitendinosos tendió a asociarse con la humedad y el marmorado posiblemente por el bajo contenido de grasa analítica en este músculo.

En general la terneza de los músculos antes citados se asoció al pH de estos, de tal forma que a mayor pH mayor terneza, en cualquiera de los dos tipos de colgado.

La magnitud del esfuerzo medio de cizalla de los semimembranosos cocidos en horno y agua provenientes del colgado convencional fue de 17,16 y 18,00 Kg respectivamente no diferentes estadísticamente de los correspondientes longissimus que fueron de 18,25 y 17,77 Kg respectivamente. En cambio la terneza sensorial del semimembranoso tendió a ser menor que los correspondientes longissimus. Para los longissimus colgados del Agujero Obturador la terneza sensorial de lo cocido en horno y agua 6,26 y 6,02 respectivamente, fue mejor que los correspondientes semimembranosos, 5,20 y 4,25 respectivamente. El promedio de panel de los semitendinosos provenientes del colgado convencional cocidos en horno y panel no difirieron de sus correspondientes longissimus, en

///

cambio en los provenientes del colgado del Agujero Obturador lo cocido en horno fue menos tierno que los correspondientes longissimus, 5,63 y 6,56 respectivamente.

La madurez de la res correlacionó, en los tres músculos estudiados, con la solubilidad del colágeno oscilando entre -0,70 y -0,63 siendo mayor la solubilidad del colágeno de los longissimus y semimembranosos que la de los semitendinosos.

La humedad de los semimembranosos (73,72%) fue mayor que la de los correspondientes longissimus (72,92%) en cambio la grasa de este grupo de longissimus (3,75%) fue mayor que la de los semimembranosos. No se encontraron diferencias en el tenor proteico. Respecto a los semitendinosos, la humedad, grasa y proteína no difirió de los correspondientes longissimus. El contenido de colágeno de los semimembranosos (0,836%) fue mayor que los correspondientes longissimus pero el del semitendinoso (0,925%) fue mayor que éste. No hubo diferencia entre el contenido de elastina entre el semimembranoso y longissimus (0,211%) pero si entre éste y el semitendinoso (0,335%).

Los rendimientos de cocimiento fueron mayores en horno que en agua pues la temperatura interna de lo cocido en agua fue mayor que lo cocido en horno, siendo los correspondientes a los semimembranosos y semitendinosos menores a los de los longissimus. En general a igualdad de condición los rendimientos de lo proveniente del Agujero Obturador fueron mayores que los correspondientes a lo proveniente del colgado convencional. En general el rendimiento se asoció al pH del músculo, a mayor pH mayor rendimiento.

En resumen de los parámetros evaluados los que más contribuyeron a explicar la mayor o menor terneza de la carne

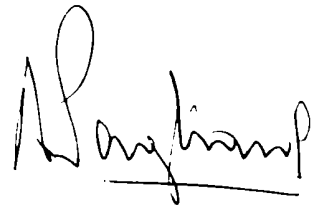
///

fueron la contracción por acortamiento por frío, la grasa y la solubilidad del colágeno o sea la madurez de la res, no participando estos factores con la misma intensidad en los tres músculos estudiados.

Los factores que al parecer tienen mayor influencia sobre la medida del Tenderómetro son el grado de contracción, el acortamiento y disposición de la fibra colagínica entre las fibras musculares y la grasaintramuscular.

Los resultados obtenidos muestran que la medida del Tenderómetro en el longissimus no tiene valor como elemento de predicción en ninguno de los tipos de colgado ensayados, aunque lo encontrado en el semitendinoso podría ser de interés si se confirmara con mayor número de muestras y siempre que la terneza de este músculo correlacionara con otros músculos preferidos por el consumidor.

La diferencia de comportamiento observado en los tres músculos indican la necesidad de no generalizar lo encontrado en un músculo, a los demás músculos de la res.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "H. Salazar". The signature is written in a cursive style with a long horizontal stroke extending to the left.A handwritten signature in black ink, appearing to read "A. Baylón". The signature is written in a cursive style with a horizontal line underneath.

VI - Bibliografia

1. Szczesniak, A.S. and Torgenson, K.W. - Advances in Food Research. Academic Press, 14 : 33 (1965)
2. Helander, E.A.S. - Biochem. J. 78 : 478 (1961)
3. Lawrie, R.A. - The Physiology and Biochemistry of muscle as a Food - Briskey, E.J., Cassens, R.G. and Trautman, J.C., Edition, 137
4. Vognarová, I, Dvorák, Z. and Böhlm, R. - J. Food Sci. 33 : 339 (1968)
5. Mc Intosh, E.N. - J. Agr. Food Chem. 9 : 421 (1961)
6. Dutson, J.R., Hostetler, R.L. and Carpenter, Z.L. - J. Food Sci. 41 : 863 (1976)
7. Cover, S. and Smith, W.H. (Jr) - Food Research 21 : 312 (1956)
8. Batterman, W.E., Bray, R.W. and Phillips, P.H. - J. Animal Sci. 11 : 385 (1952)
9. Nottingham, P.M. - J. Science Food Agr. 7 : 51 (1956)
10. Ritchey, S.J., Cover, S. and Hostetler, R.L. - Food Technol. 17 : 194 (1963)
11. Ritchey, S.J. and Hostetler, R.L. - Food Technol 29 : 1067 (1964)
12. Berry, B.W., Smith, G.C. and Carpenter, Z.L. - J. Food Sci. 39 : 819 (1974)
13. Griswold, R.M. - Food Research 20 : 160 (1955)
14. Griswold, R.M. - Food Research 20 : 171 (1955)
15. Fielder, M.M., Mullins, A.M., Skellenger, M.M., Whitehead, R. and Maschette, D.S. - Food Technol. 17 : 213 (1963)
16. Herring, H.K., Cassens, R.G. and Briskey, E.J. - J. Food Sci. 32 : 534 (1967)
17. Hunsley, R.E., Vetter, R.L., Kline, E.A. and Burroughs, W. - J. Animal Sci. 33 : 933 (1971)

18. Reagan, J.O., Carpenter, Z.L. and Smith, G.C. - J. Animal Sci. 43 : 1198 (1976)
19. Culler, R.D., Parrish, F.C., Smith, G.C. and Cross, H.R.- J. Food Sci. 43 : 1177 (1978)
20. Goll, D.E., Hoekstra, W.G. and Bray, R.W. - J. Food Sci. 29 : 615 (1964)
21. Goll, D.E., Hoekstra, W.G. and Bray, R.W. - J. Food Sci. 29 : 622 (1964)
22. Goll, D.E., Hoekstra, W.G. and Bray, R.W. - J. Food Sci. 29 : 608 (1964)
23. Hill, F. - J. Food Sci. 31 : 161 (1966)
24. Piez, K.A. - The Physiology and Biochemistry of the muscle as a Food-Briskey, E.J., Cassens, R.G. and Trautman, J.C. Ed. 315
25. Veiss, A. - The Physiology and Biochemistry of the muscle as a Food- 2. Briskey, E.J., Cassens, R.G. and Marsh, B.B. Ed. 455
26. Williams, J.R. and Harrinson, D.L. - J. Food Sci. 43:464(1976)
27. Paul, P.C., Mc Crae, S.E. and Hofferber, L.M. - J. Food Sci. 38 : 66 (1973)
28. Pfeiffer, N.E., Field, R.A., Varnelli, T.R., Kruggel, W.G. and Kaiser, L.S. - J. Food Sci. 37 : 897 (1972)
29. Brayne, B.H., Strawn, S.S., Hutton, C.W., Backus, W.B. and Meyer, B.H. - J. Animal Sci. 33 : 958 (1971)
30. Field, R.A., Pearson, A.M., Magee, W.T. and Merkel, R.A. - J. Animal Sci. 30 : 717 (1970)
31. Carroll, F.D., Ellis, K.W., Lang, M.M. and Noyes, E.V. - J. Animal Sci. 43 : 413 (1976)
32. Covington, R.C., Tuma, H.J., Gran, D.L. and Dayton, A.D.- J. Animal Sci. 30 : 191 (1970)
33. Walter, M.J., Goll, D.E., Kline, E.A., Anderson, L.P. and

///

- Carlin, A.F. - Food Technology 19 : 841 (1965)
34. Campion, D.R., Crouse, J.D., and Dikeman, M.E. - J. Food Sci. 40 : 1225 (1975)
35. Mc Bee, J.L. and Wiles, J.H. - J. Animal Sci. 26 : 701 (1967)
36. Jennings, T.G., Berry, B.W. and Joseph, A.L. - J. Animal Sci. 46 : 658 (1978)
37. Breidestein, D.B., Cooper, C.C., Cassens, R.G., Evans, G. and Bray, R.W. - J. Animal Sci. 27 : 1532 (1968)
38. Gilpin, G.L., Batcher, D.M. and Deary, C.A. - Food Technology 19 : 834 (1965)
39. García de Siles, J.L., Ziegler, J.H. and Wilson, L.L. - J. Animal Sci. 44 : 36 (1977)
40. Dikerman, M.E. and Crouse, J.D. - J. Animal Sci. 40 : 463 (1975)
41. Hinner, R.L., Hankins, O.G., Stoane, H.S., Feller, C.R. and Anderson, E.E. - Food Research 18 : 364 (1953)
42. Hunt, M.C. and Hedrick, H.B. - J. Food Sci. 42 : 513 (1977)
43. Gothard, R.H., Mullins, A.M., Boulware, R.F. and Hansard, S.L. - J. Food Sci. 31 : 825 (1966)
44. Howard, R.D. and Judge, M.D. - J. Food Sci. 33 : 456 (1968)
45. Webb, H.B., Kahlenberg, O.J., Nauman, H.O. and Hedrick, H.B. - J. Food Sci. 32 : 1 (1967)
46. Locker, R.H. - Food Research 25 : 304 (1960)
47. Locker, R.H. and Hagyard, C.J. - J. Sci. Food Agr. 14 : 787 (1963)
48. Marsh, B.B. and Leet, N.G. - J. Food Sci. 31 : 450 (1966)
49. Marsh, B.B., Woodhams, P.R. and Leet, N.C. - J. Food Sci. 33 : 12 (1968)
50. Mc Crae, S.E., Seccombe, C.G., Marsh, B.B. and Carse,

- W.A. - J. Food Sci. 36 : 566 (1971)
51. Herring, H.K., Cassens, R.G., and Briskey, E.J. - J. Food Sci. 30 : 1049 (1965)
 52. Buege, D.R. and Marsh, B.B. - Biochem. Biophys. Res. Commun. 65 : 478 (1975)
 53. Herring, H.K. Cassens, R.G., Swess, G.G., Brungardt, V.H. and Briskey, E.J. - J. Food Sci. 32 : 317 (1967)
 54. Buck, E.M. and Black, D.L. - J. Food Sci. 32 : 539 (1967)
 55. Bouton, P.E., Carroll, F.D., Harris, P.V. and Shorthose, W.R. - J. Food Sci. 38 : 404 (1973)
 56. Smith, G.C., Arango, T.C. and Carpenter, Z.L. - J. Food Sci. 36 : 445 (1971)
 57. Hostetler, R.L., Link, B.A., Landmann, W.A. and Fitzhugh, H.A. - J. Food Sci. 37 : 132 (1972)
 58. Hostetler, R.L., Link, B.A., Landmann, W.A. and Fitzhugh, H.A. - J. Food Sci. 38 : 264 (1973)
 59. Bouton, P.E. and Harris, P.V. - J. Food Sci. 37 : 539 (1972)
 60. Buege, D.R. and Stouffer, J.R. - J. Food Sci. 39 : 396 (1974)
 61. Hostetler, R.L., Carpenter, Z.L., Smith, G.C. and Dustson, T.R. - J. Food Sci. 40 : 223 (1975)
 62. Carse, W.A. - J. Food Technology 8 : 163 (1973)
 63. Chrystal, B.B. and Hagyard, C.J. - N.Z.J.Agr. Res. 19 : 7 (1976)
 64. Davey, C.L., Gilbert, K.V., and Carse, W.A. - N.Z.J.Agr. Res. 19 : 13 (1976)
 65. Savell, J.W., Smith, G.C., Dutson, T.R., Carpenter, Z.L. and Suter, D.A. - J. Food Sci. 42 : 702 (1977)
 66. Shaw, F.D. and Walker, D.J. - J. Food Sci. 42 : 1140 (1977)
 67. Bouton, P.E. Ford, A.L., Harris, P.V. and Shaw, F.D. -

///

- J. Food Sci. 43 : 1392 (1978)
68. Smith, G.C., Dutson, T.R., Cross, H.R. and Carpenter, Z.L. - J. Food Sci. 44 : 335 (1979)
69. Cross, H.R., Smith, G.C., Kotula, A.W. and Muse, D.A. - J. Food Sci. 44 : 1560 (1979)
70. Husaini, S.A., Deatherage, F.E., Kunkle, L.E. and Draudt, H.N. - Food Technol. 4 : 313 (1950)
71. Husaini, S.A., Deatherage, F.E., Kunkle, L.E. - Food Technol. 4 : 366 (1950)
72. Wierbicki, E., Kunkle, L.E., Cahill, V.R. and Deatherage, F.E. - Food Technol. 8 : 506 (1954)
73. Davey, C.L. and Gilbert, K.V. - J. Food Sci. 31 : 135 (1966)
74. Field, R.A. and Yet. Oy Chang - J. Food Sci. 34 : 329 (1969)
75. Davey, C.L. and Gilbert, K.V. - J. Food Sci. 33 : 343 (1968)
76. De Fremery, D. and Streeter, J.V. - J. Food Sci. 34 : 176 (1969)
77. Davey, C.L. and Gilbert, K.V. - J. Food Sci. 34 : 69 (1969)
78. Davey, C.L. and Dikenson, M.R. - J. Food Sci. 35 : 56 (1970)
79. Fukazawa, T., Briskey, E.J., Takahashi, F. and Yasmi, T. - J. Food Sci. 34 : 606 (1969)
80. Hay, J.D., Currie, R.W., Wolfe, F.H. and Sander, E.J. - J. Food Sci. 38 : 981 (1973)
81. Yamamoto, L., Hosokama, T. and Samejima, K. - J. Coll. Dairing. 5 : 119 (1974)
82. Penny, I.F. - J. Sci. Fd. Agr. 25 : 1273 (1974)
83. Samejima, K. and Wolfe, F.H. - J. Food Sci. 41 : 250 (1976)
84. Olson, D.G., Parrish, F.C., Dayton, W.R. and Goll, D.E. - J. Food Sci. 42 : 117 (1977)
85. Mc Bride, M.A. and Parrish, F.C. - J. Food Sci. 42 : 1627 (1977)
86. Martini, A.H., Freedon, H.T. and Weiss, G.M. - J. Food Sci. 36 : 619 (1971)

87. Smith, G.C., Gulp, G.R. and Carpenter, Z.L. - J. Food Sci. 43 : 823 (1978)
88. Olson, D.G., Parrish, F.C. and Stromer, M.H. - J. Food Sci. 41 : 1036 (1976)
89. Cheng, C.S. and Parrish, F.C. - J. Food Sci. 44 : 22 (1979)
90. Ferger, D.C., Harrinson, D.L. and Anderson, L.L. - J. Food Sci. 37 : 226 (1972)
91. Shaffer, J.A., Harrinson, D.L. and Anderson, L.L. - J. Food Sci. 32 : 1205 (1973)
92. Mc Crae, S.E. and Paul, P.C. - J. Food Sci. 39 : 18 (1974)
93. Berry, B.W., Wheeling, M.R. and Carpenter, J.A. - J. Food Sci. 42 : 1322 (1977)
94. Cross, H.R., Stanfield, M.S., Elder, R.S. and Smith, G.C.- J. Food Sci. 44 : 310 (1979)
95. Bramble, H.V.D. and Vail, G.E. - Food Technol. 18 : 245 (1964)
96. Brayne, B.H. Strawn, S.S. Hutton, Ch.W., Backus, W.B. and Meyer, B.H. - J. Animal Sci. 33 : 958 (1971)
97. Penfield, M.P. and Meyer, B.H. - J. Food Sci. 40 : 150 (1975)
98. Hearne, L.E., Penfield, M.P. and Goertz, G.E. - J. Food Sci. 43 : 10 (1978)
99. Bouton, P.E. and Harris, P.V. - J. Food Sci. 37 : 140 (1972)
100. Hostetler, R.L., Dustson, J.R. and Carpenter, Z.L. - J. Food Sci. 41 : 421 (1976)
101. Bouton, P.E., Harris, P.V. and Shorthose, W.R. - J. Food Sci. 41 : 1092 (1976)
102. Bouton, P.E., Harris, P.V. and Snowden, J. Mc.K. - J. Food Sci. 43 : 175 (1978)

103. Snowden, J. Mc K., Bouton, P.E. and Harris, P.V. - J. Food Sci. 43 : 178 (1978)
104. Cheng, C.S. and Parrish, F.C. - J. Food Sci. 41 : 1449 (1976)
105. Jones, S.B., Carroll, R.J. and Cavanaugh, J.R. - J. Food Sci. 42 : 125 (1977)
106. Warner, K.F. - U.S.D.A. National Coop. Proj. Coop. Bur. Animal Ind. Rev. Ed.
107. Bratzler, L.J.- M.S.Thesis - Kansas State College (1932)
108. Bratzler, L.J. - Final Report, Coop. Proj. of the Animal Huns. Section of the Bureau of Animal Industry USDA and Kansas Agr. Expt. Sta. (1933)
109. Wilcox, E.B., Merkeley, N.B., Galloway, L.S., Greenwood, P.A., Binns, W., Bernett, J.A. and Harris, L.E. - J. Animal Sci. 12 : 24 (1953)
110. Shultz, H.W. - Proc. 10th Ann. Reciprocal Meat Conf. 17 (1957)
111. Kramer, A. and Backinger, G. - Food 28: 85 (1959)
112. Cameron, J.K. and Ryan, E.A. - Food Technol. 9 : 106 (Abstract) (1955)
113. Volodkevich, N.N. - Food Research 3 : 221 (1938)
114. Winkler, C.A. - Can J. Research 17-D : 8 (1939)
115. Bouton, P.E. and Harris, P.V. - J. Food Sci. 37 : 218 (1972)
116. Proctor, B.E., Davinson, S., Malecki, G.J. and Welch, M.- Food Technol. 9 : 471 (1955)
117. Carpenter, Z.L., Kauffman, R.G., Bray, R.W. and Weckel, K.G. - Food Technol. 19 : 1424 (1965)
118. Kelly, R.F., Taylor, J.C. and Graham, P.P. - J. Animal Sci. 19 : 645 (Abstract) (1960)
119. Sperring, D.D., Platt, W.T. and Hiner, R.L. - Food Technol. 13 : 155 (1959)

///

120. Tilgner, D.J. - 4th Conf. of European Meat Res. Worker, Budapest, Sep. 4 (1963)
121. Raffensperger, E.L., Peryam, D.R. and Wood, K.R. - Food Technol. 10 : 627 (1956)
122. Cover, S., Ritchey, S.J. and Hostetler, R.L. - J. Food Sci. 27 : 469 (1962)
123. Cover, S., Ritchey, S.J. and Hostetler, R.L. - J. Food Sci. 27 : 476 (1962)
124. Cover, S., Ritchey, S.J. and Hostetler, R.L. - J. Food Sci. 27 : 483 (1962)
125. Ritchey, S.J. - J. Food Sci. 30 : 375 (1965)
126. Palmer, A.Z., Carpenter, J.W., Alsmeyer, R.L., Chapman, H.L. and Kirk, W.G. - J. Animal Sci. 17 : 1153 (Abstract) (1958)
127. Batcher, O.M. and Dawson, E.H., Gilpin, G.L. and Eisen, J.N. - Food Technol. 16 : 104 (1962)
128. Alsmeyer, R.H., Thornton, J.W., Hiner, R.L. and Bollinger, N.C. - Food Technol. 20 : 683 (1966)
129. Warner, K.F. - Proc. Am. Soc. Animal Production:14 (1928)
130. Black, W.H., Warner, K.F. and Wilson, C.V. - USDA Tech. Bull. 217 (1931)
131. Mc Bee, J.L. (Jr) and Nauman, H.D. - J. Animal Sci. 18 : 1477 (1959)
132. Adams, C.H. and Arthaud, V.H. - J. Animal Sci. 30 : 41 (1970)
133. Hinnegardt, L.C. and Tuomy, J.M. - J. Food Sci. 36 : 312 (1970)
134. Hansen, L.J. - U.S.Patent 3.593.572, July 20 (1971)
135. Hansen, L.J. - J. Texture Studies 3 : 146 (1972)
136. Nusimovich, A.D., Celmi, R.A. and Pagliaro, A.F. - Meat Science 3 : 233 (1979)
137. Smith, G.C., Carpenter, Z.L. and King, G.T. - J. Food

///

- Sci. 34 : 612 (1969)
138. Paul, P. and Bratzler, L.J. - Food Research 20 : 635 (1955)
139. Davies, O.L. - Statistical Methods in Research and Production - Hafner Publishing Co. N.Y. (1961)
140. Snedecor, G.W. - Statistical methods. The Iowa State University Press, Fifth ed. (1956)
141. Carpenter, Z.L., Smith, G.C. and Butler, O.D. - J. Food Sci. 37 : 126 (1972)
142. Dikeman, M.E., Tuma, H.J., Glimp, H.A., Gregory, K.E. and Allem, D.M. - J. Animal Sci. 34 : 960 (1972)
143. Henrickson, R.L., Marsden, J.L. and Morrinson, R.D. - J. Food Sci. 37 : 857 (1972)
144. Parrish, F.C.(Jr), Olson, D.G., Miner, B.E., Young, R.B. and Snell, R.L. - J. Food Sci. 38 : 1214 (1973)
145. Huffman, D.L. - J. Animal Sci. 38 : 287 (1974)
146. Lockett, R.L., Bidner, T.D., Icaza, E.A. and Turner, J.W.- J. Animal Sci. 40 : 468 (1974)
147. Campion, D.R. and Crouse, J.D. - J. Food Sci. 40 : 886 (1975)
148. Ramsbottom, J.M., Strandine, E.J. and Koonz, C.H. - Food Research 10 : 497 (1945)
149. Woessner, J.F. (Jr) - Archives of Biochemistry and Biophysics 93 : 440 (1961)
150. AOAC Official Methods of Analysis, Association of Official Agricultural Chemists (1965)
151. Khan, A.W. and Lentz, C.P. - J. Food Sci. 38 : 56 (1973)
152. Herrmann, C., Thoma, H. and Kotter, L. - Comunicaci6n personal (1976)
153. Stegemann, H. - Z. physiol. Chem. 311 : 41 (1958)
154. Neuman, R.E. and Logan, M.A. - J. Biol. Chem. 184 : 299 (1950)

155. Vance, R.D., Ockerman, R.W., Cahill, V.R. and Plimpton, R.F. - J. Animal Sci. 33 : 749 (1971)
156. Hamm, R. - Advances in Food Research, Academic Press 10 : 355 (1960)