



Universidad de Concepción
Dirección de Postgrado
Facultad de Ciencias Veterinarias - Programa de Magíster en Ciencias
Veterinarias con Mención en Calidad e Inocuidad de Alimentos de Origen Animal

**Evaluación de las variaciones de textura, color y pH en 3
cortes comerciales de carne bovina, envasados al vacío y
almacenados en refrigeración a 4°C durante 90 días**

Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias Veterinarias con
Mención en Calidad e Inocuidad de Alimentos de Origen Animal

FERNANDA ISABEL LARENAS MUÑOZ
CHILLÁN-CHILE
2016

Profesor Guía: Dr. Fernando González Schnake
Dpto. de Ciencia Animal, Facultad de Cs. Veterinarias
Universidad de Concepción

EVALUACIÓN DE LAS VARIACIONES DE TEXTURA, COLOR Y pH EN 3 CORTES COMERCIALES DE CARNE BOVINA, ENVASADOS AL VACÍO Y ALMACENADOS EN REFRIGERACIÓN A 4°C DURANTE 90 DÍAS.

Profesor Guía

Fernando González Schnake
Med. Vet., Mg. Cs. Vet., Dr.med.vet.
Profesor Asociado

Profesor Co-Tutor

Pedro Melín Marín
Ing. Agr., M.S., Dr. (c)
Profesor Asociado

Profesor Evaluador Interno

Mario Briones Luengo
Médico Veterinario, M. Sc.
Profesor Asociado

Profesor Evaluador Externo

Juan Cañumir Veas
Ing. Agr., Ph.D
Profesor Asistente

Director de Programa

Juana López Martín
Médico Veterinario, Mg. Cs.
Profesor Asociado

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO	PÁGINA
I. RESUMEN.....	6
II. SUMMARY	7
III. INTRODUCCIÓN.....	8
1. Estructura del músculo	9
2. Transformación del músculo en carne.....	11
3. Rigor mortis	12
4. pH de la carne	14
5. Textura de la carne	14
6. Color de la carne.....	15
7. Hipótesis	17
8. Objetivo general.....	17
9. Objetivos específicos.....	17
IV. METODOLOGÍA.....	18
V. RESULTADOS.....	21
VI. DISCUSIÓN.....	33
1. pH	33
2. Color	36
3. Textura.....	39
VII. CONCLUSIONES.....	43
VIII. REFERENCIAS.....	44
DECLARACIÓN	54
ANEXO.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	PÁGINA
EN EL TEXTO	
1. Organización del tejido conjuntivo en el músculo esquelético. Epimisio, perimisio, endomisio, fibras musculares y miofibrillas (Modificado de Silva <i>et al.</i> , 2014).....	9
2. Estructura esquemática del músculo esquelético. Fibra muscular, miofibrilla y filamentos (Modificado de Klein y Cunningham, 2009).....	10
3. Representación de los promedios de pH obtenidos en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C en los diferentes cortes comerciales de carne bovina	22
4. Espectro fotocromático del corte pollo ganso en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C.....	26
5. Espectro fotocromático del corte lomo liso en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C	26
6. Espectro fotocromático del corte posta rosada en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C	27
7. Fuerza de ruptura medida con la máquina INSTRON en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C en los cortes pollo ganso, lomo liso y posta rosada.....	31
8. Pendiente bajo la curva en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C en los cortes pollo ganso, lomo liso y posta rosada.....	32
9. Evolución de la dureza en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C en los cortes pollo ganso, lomo liso y posta rosada.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°	PÁGINA
EN EL TEXTO	
1. Promedios (n=3) de pH obtenidos en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C en los diferentes cortes comerciales de carne bovina (significancia según prueba de Friedman).....	21
2. Promedios (n=3) de valores L*, a* y b* en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C en el corte pollo ganso (significancia según prueba de Friedman).....	23
3. Promedios (n=3) de valores L*, a* y b* en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C en el corte lomo liso (significancia según prueba de Friedman).....	24
4. Promedios (n=3) de valores L*, a* y b* en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C en el corte posta rosada (significancia según prueba de Friedman).....	25
5. Promedios (n=3) de valores en punto máximo (kN), pendiente (kN mm ⁻¹), y dureza (kN mm) en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C en el corte pollo ganso (significancia según prueba de Friedman).....	28
6. Promedios (n=3) de valores en punto máximo (kN), pendiente (kN mm ⁻¹) y dureza (kN mm) en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C en el corte lomo liso (significancia según prueba de Friedman).....	29
7. Promedios (n=3) de valores en punto máximo (kN), pendiente (kN mm ⁻¹) y dureza (kN mm) en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C en el corte posta rosada (significancia según prueba de Friedman).....	30

EN EL ANEXO

8. Resultado de pH obtenidos en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C en el corte pollo ganso en las 3 canales diferentes	55
9. Resultado de pH obtenidos en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C en el corte lomo liso en las 3 canales diferentes.....	55
10. Resultado de pH obtenidos en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C en el corte posta rosada en las 3 canales diferentes.....	55
11. Valores de punto máximo (kN) en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C en el corte pollo ganso en las 3 canales diferentes.....	56
12. Valores de punto máximo (kN) en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C en el corte lomo liso en las 3 canales diferentes.....	56
13. Valores de punto máximo (kN) en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4°C en el corte posta rosada en las 3 canales diferentes.....	56

I. RESUMEN

EVALUACIÓN DE LAS VARIACIONES DE TEXTURA, COLOR Y pH EN 3 CORTES COMERCIALES DE CARNE BOVINA, ENVASADOS AL VACÍO Y ALMACENADOS EN REFRIGERACIÓN A 4°C DURANTE 90 DÍAS

EVALUATION OF CHANGES IN TEXTURE, COLOR AND pH IN 3 BEEF CUTS, VACUUM PACKED AND REFRIGERATION TO 4°C FOR 90 DAYS

La decisión para comprar carne bovina está dada por su terneza y color, ya que la aceptabilidad de un producto por parte de los consumidores depende de su apariencia en general. El pH de la carne influye sobre las características organolépticas ya que tiene una relación con el color, la terneza, su conservación y el sabor. El objetivo de este trabajo fue evaluar durante 90 días las variaciones físico químicas de 3 cortes de carne bovina, envasados al vacío y almacenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Se utilizaron los cortes pollo ganso, lomo liso y posta rosada, los que se trabajaron en triplicado obteniendo así un total de 9 cortes, se porcionaron en 11 partes iguales y fueron envasados al vacío en bolsas Cryovac® tipo BL-4 y almacenados en refrigeración. Una vez almacenados, se realizaron mediciones de textura con el equipo de prueba Universal INSTRON, color a través del espacio CIELab y pH con un peachímetro tipo punzón HANNA INSTRUMENTS®. Durante los primeros 30 días, se analizaron cada 5 días y durante los 60 días restantes cada 15 días.

Los datos obtenidos se analizaron mediante la prueba de Friedman donde se obtuvo diferencia para el pH ($p < 0,05$) en los tres cortes evaluados. En cuanto al color, L^* (luminosidad) existe una mayor reflectancia a medida que avanza el tiempo en los tres cortes, existiendo diferencia sólo en lomo liso ($p < 0,05$), y sólo hay cambios en a^* (tenor rojo) en pollo ganso.

En textura, los mayores cambios se observan los primeros 30 días de almacenamiento, posterior a ello no existe variabilidad en el tiempo.

Palabras claves: carne, sabor, terneza, pollo ganso, lomo liso, posta rosada.

II. SUMMARY

EVALUATION OF CHANGES IN TEXTURE, COLOR AND pH IN 3 BEEF CUTS, VACUUM PACKED AND REFRIGERATION TO 4°C FOR 90 DAYS

Deciding to meat buy is given by tenderness and color, as the acceptability of a product by consumers depends on their overall appearance. It's known that the pH of the meat organoleptic characteristics influences because it has a relationship with the color, tenderness, preservation and taste. The objective of this study was to evaluate for 90 days the physical and chemical variations of three beef cuts, vacuum packed and stored at 4°C ± 1°C. Cup of rump, striploin and sirloin tip, which worked in triplicate thus obtaining a total of 9 courts are vided in 11 equal parts and were vacuum packed in Cryovac bags type BL-4 and stored refrigerated. Once stored, texture measurements were performed using test equipment INSTRON Universal, testing machine color through space CIELab and pH with a pH meter HANNA INSTRUMENTS®. During the first 30 days, they were analyzed every 5 days and for 60 days every 15 days remaining.

The obtained data were statistically analyzed by the Friedman test where difference was obtained for the pH ($p < 0.05$) in the three sections evaluated. As for color, L* (lightness) there is a higher reflectance as time progresses in 3 beef cuts, existing statistical difference only in Striploin ($p < 0.05$), and there are only changes in a* (red tenor) in cup of rump.

In texture, the biggest changes are observed the first 30 days of storage, after this there is no variability over time

Key words: meat, flavor, tenderness, cup of rump, striploin, sirloin tip.

III. INTRODUCCIÓN

Los consumidores juzgan la aceptabilidad y calidad de la carne por su apariencia general y por algunas características que evalúan a primera vista (Reséndiz *et al.*, 2013). La calidad de la carne siempre ha sido importante para el consumidor, y es un tema especialmente crítico para la industria de la carne en el siglo XXI (Joo *et al.*, 2013). La FAO (2014), define la calidad de la carne en función de su composición, coeficiente magro-graso, y de factores de palatabilidad tales como su aspecto, olor, firmeza, jugosidad, terneza y sabor. La calidad nutritiva de la carne es objetiva, mientras que la calidad “como producto comestible”, tal y como es percibida por el consumidor, es altamente subjetiva (FAO, 2014). Con respecto a esto, existen variables como la edad, la raza, el sexo, el tratamiento *ante y post-mortem*, el enfriamiento, almacenamiento, pH final del músculo, cantidad de tejido conectivo, grasa, temperatura ambiente y los métodos de cocción que influyen en la calidad y vida útil de la carne (Keokamnerd *et al.*, 2007; Carvajal *et al.*, 2008). En resumen, se puede decir que la calidad final de la carne varía por diversos factores, que se pueden subdividir como dependientes del animal o propios, llamados factores intrínsecos, y como aquellos que dependen del ambiente en que son mantenidos, llamados factores extrínsecos, inmediatamente antes, durante y después del faenamiento (Gallo, 1997).

La vida útil de los alimentos, tal como los cortes de carne frescos, puede definirse como el tiempo máximo en el que los mismos mantienen sus cualidades nutricionales, sensoriales, microbiológicas y de seguridad alimentaria por encima de un nivel considerado como aceptable por los consumidores (Masana *et al.*, 2002); sin embargo, las características biológicas y la composición química de la carne la convierten en un excelente medio de cultivo para los microorganismos; es por esto, que los métodos de conservación están encaminados a retrasar o inhibir el crecimiento microbiano para aumentar la vida útil de la carne fresca (Jara, 2007). Una forma de proteger la carne de una rápida descomposición y aumentar su vida útil, es mediante su refrigeración, ya que con esto, se retrasa el crecimiento de los microorganismos (Prändl *et al.*, 1994). Además, almacenar la carne a baja temperatura es muy importante para el desarrollo de sus cualidades culinarias, incluyendo la terneza y sabor (Ouali *et al.*, 2006). No obstante, el control estricto de la temperatura no es suficiente para alcanzar sino un período limitado de comercialización (Masana *et al.*, 2002); ya que si bien al aumentar el tiempo de almacenamiento es favorable para la terneza y sabor, éste tendrá un efecto más perjudicial sobre la jugosidad

y el color (Ouali *et al.*, 2006). Por lo tanto y desde hace un tiempo, han surgido distintas alternativas de envasado para la extensión de la vida útil de los cortes frescos de bovinos, sin producir cambios sensoriales notables en el producto; por ejemplo: a través del envasado al vacío y de la aplicación de atmósferas modificadas (Masana *et al.*, 2002).

1. Estructura del músculo

Bajo el término de carne, se incluye fundamentalmente el tejido muscular esquelético; que representa alrededor del 40-50% del peso corporal total (Prändl *et al.*, 1994). El tejido músculo esquelético está formado por células muy largas, cilíndricas y plurinucleadas, que contienen abundantes filamentos llamados miofibrillas, las cuales dispuestas paralelamente unas sobre otras dan origen a los músculos (Prändl *et al.*, 1994; Junqueira y Caneiro, 2005).

En un músculo, las fibras se organizan en grupos de haces de manera que el conjunto de éstos está rodeado por una capa de tejido conjuntivo llamado epimisio (FIGURA 1), el cual recubre a todo el músculo (Junqueira y Caneiro, 2005). Desde el epimisio hacia el interior se encuentra el perimisio, el que corresponde a finos tabiques de tejido conjuntivo que recubre a paquetes de fibras musculares, y desde el perimisio hacia el centro, se encuentra el endomisio el cual rodea cada una de las fibras musculares (Lawrie and Ledward, 2006).

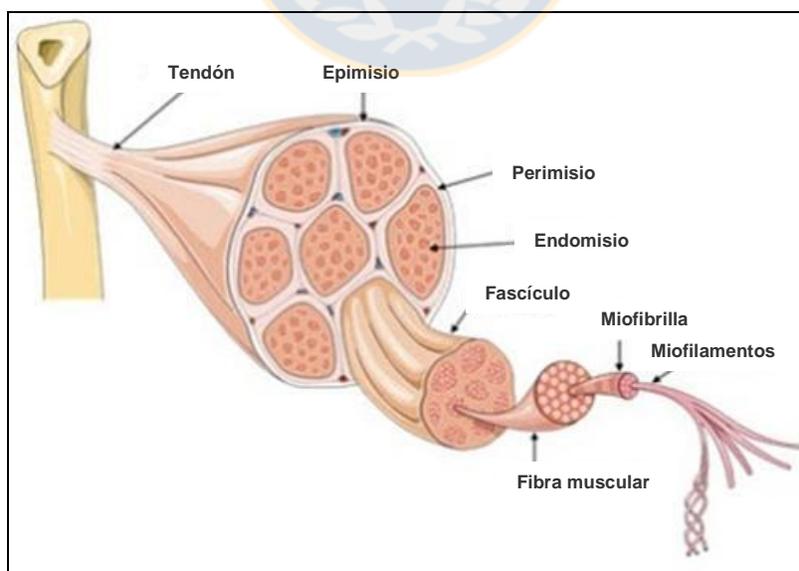


Figura 1. Organización del tejido conjuntivo en el músculo esquelético. Epimisio, perimisio, endomisio, fibras musculares y miofibrillas (Modificado de Silva *et al.*, 2014).

Los músculos están muy diferenciados unos de otros para la realización de numerosos tipos de movimiento, lo que se debe al grado de organización de las fibras musculares que permiten la variación superficial e intrínseca de éstos, lo que motiva que los músculos difieran en forma y tamaño (Lawrie and Ledward, 2006).

Las miofibrillas presentan unas estriaciones transversales constituidas por bandas como resultado del orden alternado de dos tipos de miofilamentos: miofilamentos gruesos de 15 nm de diámetro compuestos por miosina, y miofilamentos delgados de 6 nm de diámetro compuestos por actina (Cardinet *et al.*, 1994). Cada filamento de actina está formado por dos cadenas helicoidales de actina y otras de tropomiosina unidas entre sí formando una hélice más grande. De forma intermitente a lo largo de las moléculas de tropomiosina se ubican las moléculas de troponina, las que tienen afinidad por el ion calcio (Ca^{2+}). La molécula de miosina por su lado, contiene 2 cabezas globular con las capacidad de unirse a adenosíntrifosfato (ATP) y a la actina (Klein y Cunningham, 2009).

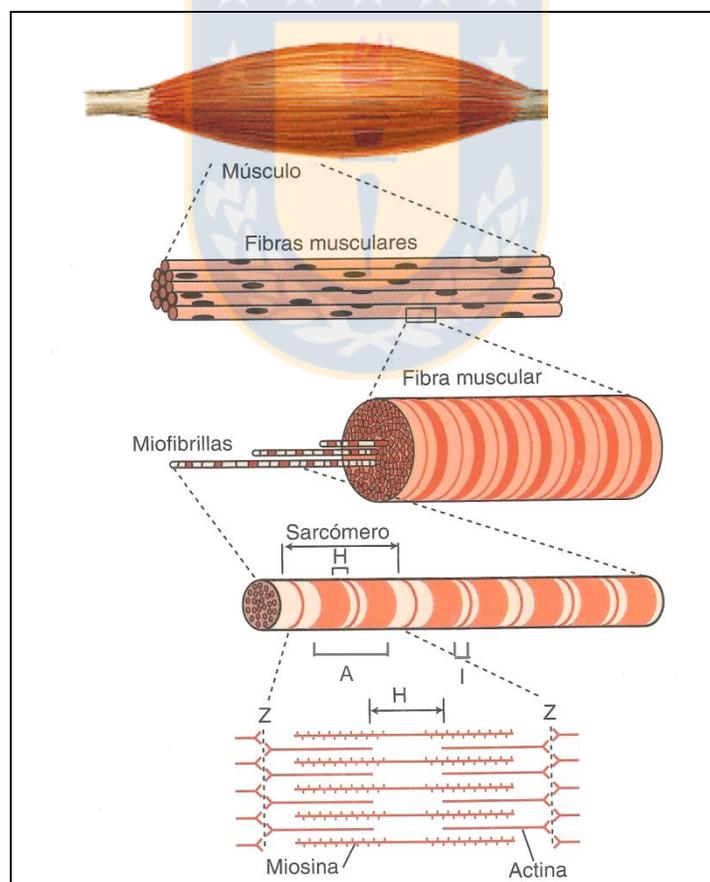


Figura 2. Estructura esquemática del músculo esquelético. Fibra muscular, miofibrilla y filamentos (Modificado de Klein y Cunningham, 2009).

La unidad estructural y funcional del músculo estriado es el sarcómero (FIGURA 2), elemento que se repite a lo largo de las miofibrillas (Klein y Cunningham, 2009). Se encuentra limitado por dos líneas Z adyacentes con una banda A, llamada anisótropa, que tiene una región central menos densa denominada banda H la cual contiene a la línea M y dos medias bandas I, llamadas isótropas (Cardinet *et al.*, 1994).

Durante el proceso de contracción y ante la presencia del ion Ca^{2+} y ATP, los filamentos de actina se deslizan en paralelo a lo largo sobre los filamentos de miosina, lo que produce el acortamiento del sarcómero (Klein y Cunningham, 2009). Como consecuencia de este proceso, se oblitera la banda H y disminuye la longitud de la banda I, sin que se modifique la longitud de la banda A (Cardinet *et al.*, 1994).

2. Transformación del músculo en carne

La carne de bovino no se consume recién beneficiado el animal, sino que requiere de un periodo más o menos largo de conservación en refrigeración (0-5°C) tras el beneficio para que adquiera las características organolépticas óptimas para su consumo (Oliván *et al.*, 2013). El músculo es un tejido vivo cuya actividad contráctil característica es regulada normalmente de una forma determinada por el sistema nervioso (Junqueira y Caneiro, 2005). Cuando los músculos se han convertido totalmente en carne ya no son capaces de contraerse mediante deslizamiento de los filamentos (Swatland, 1991).

La conversión comercial de los músculos en carne no es un proceso instantáneo (Swatland, 1991). Después de ser desangrado un animal, las fibras musculares sobreviven durante algún tiempo mediante glicólisis anaerobia hasta que agotan la energía (Bate-Smith and Bendall, 1949). Aunque puede agotarse su depósito primario de carbohidratos, el glucógeno, o bien el producto final de la glicólisis anaerobia, el lactato (Bodwell *et al.*, 1965). Es entonces cuando las fibras musculares comienzan a perder su integridad al no disponer de energía y por consiguiente no puede mantener la masa muscular relajada (Paredi *et al.*, 2012).

La conversión óptima de los músculos en carne es bastante compleja, ya que el pH debe descender como consecuencia de la formación de lactato por glicólisis anaerobia (Huff *et al.*, 2010). La formación insuficiente de lactato puede traducirse en la obtención de carnes oscuras, firmes y secas (DFD), que son carnes con un pH último superior a 6,0 (Hedrick *et al.*, 1969; Fisher and Hamm, 1980).

Un exceso de lactato, formado con demasiada rapidez mientras los músculos se encuentran aún calientes, puede generar un descenso muy rápido del pH, y puede originar carnes pálidas, blandas y exudativas (PSE) (Bendall *et al.*, 1963).

Tras el beneficio, debido al rigor mortis, los músculos aparecerán consistentes como resultado de la formación de enlaces cruzados entre sus filamentos gruesos y delgados (Warris, 2000). Sin embargo, la formación de un exceso de enlaces cruzados puede provocar dureza en la carne. El largo período que transcurre durante la conversión de los músculos en carne es llamado acondicionamiento o maduración, durante el cual se liberan las propias enzimas de la carne (Swatland, 1991). Así, las proteinasas comienzan la digestión de las proteínas de la carne, fragmentándolas, lo que se traduce en un ablandamiento lento (Huff *et al.*, 2010).

3. Rigor mortis

La combinación de los factores anteriormente descritos, da lugar a la aparición del rigor mortis, un estado esencialmente caracterizado por alteraciones significativas en el nivel del metabolismo energético que resulta en un mayor descenso del pH y una disminución simultánea en la flexibilidad muscular (Paredi *et al.*, 2012).

El proceso bioquímico hasta el comienzo del rigor mortis puede dividirse en dos fases: Una primera fase en que la flexibilidad y elasticidad del músculo permanecen inalteradas, donde la carne es blanda y elástica, la que tiene una duración variable, de 1 a 20 horas, dependiendo de la reserva de glucógeno y creatinfosfato, así como de la temperatura del músculo. La hidrólisis del ATP aumenta como consecuencia de la disminución progresiva del pH, pero permanece compensada por la capacidad de síntesis del ATP (Pearson, 1986).

En una segunda fase, la extensibilidad y elasticidad disminuyen rápidamente, en unas 2 ó 3 horas (Bendall *et al.*, 1963). Esto es debido a la desaparición del ATP y al incremento de la concentración de calcio, que conduce a la unión irreversible de la actina y miosina, dando lugar a la instauración de la rigidez cadavérica (Pearson and Young, 1989).

El período de tiempo que transcurre hasta la aparición de la rigidez cadavérica depende de ciertos factores internos y externos (Pearson, 1986). Los factores internos más importantes es la cantidad de reserva de glucógeno y de creatinfosfato. Cuanto mayores sean los niveles de estos compuestos del músculo en el momento del beneficio, más tarde aparecerá la rigidez cadavérica y viceversa (Paredi *et al.*, 2012).

En esta segunda etapa como factor externo ejerce una gran influencia la temperatura (Huff *et al.*, 2010). La glicólisis y la consiguiente caída del pH, transcurren más lentamente cuanto menor es la temperatura de la carne (James and James, 2002). Con el enfriamiento rápido de la carne los procesos *post mortem* son retardados y la rigidez cadavérica aparece más tarde que cuando la temperatura de la carne es mayor (Marsh *et al.*, 1981).

Locker y Hagyard (1963) describieron por primera vez que el enfriamiento rápido de la carne después del beneficio a temperaturas inferiores a los 14°C provoca una contracción irreversible de la musculatura de bóvidos y óvidos, denominada acortamiento por frío o “cold shortening”, que conlleva un incremento de la dureza de la carne. Éste proceso es el resultado de un acortamiento de la distancia entre las líneas Z del sarcómero; lo que endurece notablemente las fibras musculares; cabe aclarar que posteriormente, aunque la carne se caliente, el sarcómero ya no se estira y la carne queda dura después de cocinada (Braña *et al.*, 2011). Durante esta etapa los músculos pueden llegar a acortarse hasta un 50 o 60% y la fuerza máxima de cizallamiento determinada con una sonda de Warner-Bratzler puede incrementarse en tres o cuatro veces (Marsh and Leet, 1966).

El sistema calpaína - calpastatina es un sistema de proteinasa dependiente del calcio endógeno que regula la proteólisis de las proteínas miofibrilares durante el *post mortem* en el almacenamiento de las canales y cortes de carne a temperaturas de refrigeración (Lee *et al.*, 2014). La calpaína se compone de varias isoformas, de la enzima proteolítica calpaína y un inhibidor endógeno de calpaína, que es la calpastatina. Las dos isoformas mejor caracterizados son μ -calpaína y m-calpaína (Goll *et al.*, 1992). Estas dos enzimas clivan las mismas proteínas miofibrilares que se degradan durante el envejecimiento *post mortem* sin degradar una gran cantidad de actina o miosina (Dayton *et al.*, 1976)

El gen calpaína, que se ha asignado a BTA 29, es responsable de la degradación de las proteínas miofibrilares y está estrechamente relacionado con la terneza de la carne (Wheeler and Koochmarai, 1994). Calpastatina (CAST), se localiza en BTA7, inhibe la actividad μ - y m-calpaína, y por lo tanto regula la proteólisis *post mortem*. El aumento de la actividad en el *post mortem* se ha correlacionado con una reducción en la terneza de la carne (Pringle *et al.*, 1997).

4. pH de la carne

La energía requerida para la actividad muscular en un animal vivo se obtiene del glucógeno presente en el músculo, el que una vez beneficiado el animal, se convierte en ácido láctico durante el *rigor mortis*. El ácido láctico es necesario para producir carne tierna, de buen sabor, calidad y color (Jara, 2007). El ácido láctico en el músculo tiene el efecto de retardar el desarrollo de bacterias que contaminan la canal durante el proceso de faenamiento. Estas bacterias deterioran la carne durante su almacenamiento, especialmente en ambientes cálidos y la carne desarrolla olores desagradables, cambios de color y rancidez (FAO, 2014).

El pH muscular de los animales vivos se sitúa en un rango entre 7.08 y 7.30, tras la muerte del animal se produce un descenso del mismo hasta valores entre 5,4 y 5,6, lo que dependerá de las reservas de glicógeno (Swatland, 2003).

La variación en los valores de pH, se da por un sinnúmero de factores, algunos de ellos son intrínsecos del animal (genética, metabolismo, susceptibilidad al estrés, etc.), pero normalmente los factores más relevantes tienen que ver con el ambiente en que se manejó el animal y su canal durante las 24 horas previas y posteriores al faenado (Braña *et al.*, 2011).

Gallo (1997), menciona que el estrés *ante-mortem* provoca consumo excesivo de glucógeno muscular, lo que minimiza la cantidad de ácido láctico en el músculo *post-mortem* e impide con ello la caída natural del pH en este período, ocasionando un pH final elevado a las 24 h *post mortem* (6.0 hasta 6.8), en comparación con el pH de una carne normal (5.4 a 5.9) (Braña *et al.*, 2011). Cuando ocurre este fenómeno, la calidad de la carne se deteriora más rápido y se obtiene el denominado corte oscuro o DFD (Dark, Firm, Dry) (Swatland, 1991), o DCB del bovino.

Por lo anterior, el pH de la carne influye sobre las características organolépticas, ya que está relacionado con el color, la ternura, capacidad de retención de agua, conservabilidad y el sabor (Jara, 2007).

5. Textura de la carne

La textura es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación (Godoy, 2009).

Dentro de los atributos de la textura, la ternura está clasificada como el rasgo más importante en cuanto a la palatabilidad de la carne, luego le sigue el sabor y la jugosidad

(Joo *et al.*, 2013). La textura se ve influenciada por factores como la edad, el sexo y la posición de los músculos en el cuerpo del animal (FAO, 2014); el tamaño de los haces de fibras musculares, el número y diámetro de éstas, así como la cantidad de tejido conectivo, también influyen directamente en la textura (Carvajal *et al.*, 2008). En relación a esto, Prändl *et al.* (1994) mencionan que las piezas de carne con un nivel de vetado mayor resultan menos duras que las que tienen menos grasa intramuscular (Prändl *et al.*, 1994).

La terniza se incrementa si el intervalo entre beneficio y enfriamiento se alarga (Marsh and Leet, 1966). De esta manera, un factor que incide positivamente en la terniza de la carne, es el almacenamiento *post-mortem*, ya que las canales mejoran su terniza almacenándolas a temperaturas de refrigeración durante un tiempo después de la matanza (Marsh *et al.*, 1981; FAO, 2014). Es por esto, que la maduración habitual de la carne se lleva a cabo durante un período de 10 a 14 días de almacenamiento en refrigeración, obteniendo así una carne más tierna y jugosa (Prändl *et al.*, 1994).

6. Color de la carne

El color de la carne es muy importante desde el punto de vista comercial ya que la mayoría de los consumidores desarrollan fuertes preferencias respecto a su color (Swatland, 2003). Sin embargo, el color observado por el consumidor, es una apreciación subjetiva, ya que se debe a una interacción física de la luz con la carne registrado por el ojo humano e interpretado por el cerebro (Saláková, 2007). El color de la carne influye significativamente en las preferencias del consumidor y en la probabilidad de comprar o no la carne bovina, ya que es el primer factor visto por el consumidor (Carpenter *et al.*, 2001; Saláková, 2007; Joo *et al.*, 2013). El consumidor medio prefiere una carne con un color brillante, mientras que los conocedores buscan los colores marrones y mates de la carne que ha sido sometida a maduración hasta alcanzar el peak de perfección gastronómica (Swatland, 2003).

Godoy (2009), menciona que el color es la percepción de la luz de una cierta longitud de onda reflejada por un objeto, teniendo éste tres características:

- Tono: está determinado por el valor exacto de la longitud de onda de la luz reflejada.
- Intensidad: depende de la concentración de las sustancias colorantes dentro del objeto o del alimento.
- Brillo: Es dependiente de la cantidad de luz que es reflejada por el cuerpo, en comparación con la luz que incide sobre él.

CIElab es una norma internacional para la medición del color, adoptado por la Comisión Internacional d'Eclairage (CIE) en 1976 y es el sistema de representación de medición de color de los alimentos más adecuado en la actualidad (Girolami *et al.*, 2013). Este sistema emplea coordenadas tricromáticas donde L^* es el componente de luminosidad y va desde blanco al negro, a^* va desde verde a rojo y b^* va de azul hasta amarillo, de manera que a partir de relaciones entre ellas se pueden obtener las coordenadas colorimétricas, la intensidad de color o saturación y el tono (Murray, 1989; Girolami *et al.*, 2013).

La base bioquímica del color rojo en carnes está bien establecida, y depende de la concentración y estado redox de la mioglobina, hemoglobina y citocromos en la carne (Bekhit and Faustman, 2005). Las diferencias de color también dependen de la especie animal, la edad y el tipo muscular (Ruiz de Huidobro *et al.*, 2003; Joo *et al.*, 2013). La mioglobina es el pigmento responsable del color rojo en la carne fresca y sirve como depósito o transportador de oxígeno en el músculo vivo. La molécula de mioglobina consta de una cadena sencilla de 153 aminoácidos rodeado a un grupo hemo y en el centro de este último hay un átomo de hierro al que se une el oxígeno de manera reversible (Bandman, 1994).

En presencia de oxígeno, la mioglobina se transforma en oximioglobina o en metamioglobina (Bandman, 1994). Si la mioglobina se oxida, pierde electrones, se forma la metamioglobina. Si la carne se expone al aire ocurre la oxigenación y se forma la oximioglobina y con ello el consecuente enrojecimiento (Fox, 1994). El color de la deoximioglobina es rojo púrpura; mientras que la oximioglobina es un color rojo cereza brillante, preferido por el consumidor y la metahemoglobina da un color marrón característico (Mancini and Ramanathan, 2014).

Por considerar importante la evaluación de las variaciones ocurridas en la canal durante el almacenamiento en frío, se estimó de interés desarrollar el presente trabajo que plantea los siguientes objetivos e hipótesis.

7. Hipótesis

La textura, el color y el pH de la carne bovina conservada en refrigeración a 4°C y envasada al vacío, varían según el tiempo de almacenamiento.

8. Objetivo general

- Evaluar durante 90 días las variaciones físico químicas en 3 cortes de carne bovina lomo liso, pollo ganso y posta rosada, envasados al vacío y almacenados a una temperatura de 4°C ± 1°C.

9. Objetivos específicos

- Determinar la variación de pH en los 3 cortes comerciales envasados al vacío y almacenados a una temperatura de 4°C durante un período de 90 días.
- Determinar la variación de color en los 3 cortes comerciales envasados al vacío y almacenados a una temperatura de 4°C durante un período de 90 días.
- Determinar las variaciones de textura en los 3 cortes comerciales envasados al vacío y almacenados a una temperatura de 4°C durante un período de 90 días.

IV. METODOLOGÍA

Obtención materia prima. se utilizó carne de bovino proveniente de canales tipificadas con categoría V, adquiridas en una empresa despostadora en Chillán, Región del Bio-Bío, las que se despostaron de acuerdo a la NCh. 1596.Of 95 (2002), y que fue realizado por el personal de la sección de desposte de la planta. Se trabajó con tres cortes del cuarto posterior: lomo liso, correspondiente al músculo *Longissimus lumborum* (desde la 10^a costilla hasta las vértebras lumbares); pollo ganso, ubicado en la parte posterior del muslo, que corresponde al músculo *Semitendinosus*; y posta rosada, correspondiente al músculo *Quadriceps femoris*. Los tres cortes que se utilizaron provienen de una misma canal.

Selección de las muestras. Se trabajó en triplicado, porque se utilizaron tres medias canales escogidas al azar, sumando así un total de 9 cortes, que se obtuvieron de un mismo lote de animales faenados el mismo día. Las muestras fueron adquiridas en el proceso de desposte dentro de las 48 h posteriores al faenamiento y a una temperatura no mayor de 7°C según lo establecido por el Decreto 94 (2009) del ministerio de agricultura (MINAGRI). Cada corte se porcionó en 11 partes y se envasaron al vacío en bolsas Cryovac® tipo BL-4, con el equipo disponible en la planta despostadora. Posteriormente, las porciones de carne se sometieron al proceso de termoencogido, bañando la bolsa en agua caliente a 80°C durante 3s, para luego ser rotuladas con números del 1 al 11 y almacenadas en refrigeración (4°C ± 1°C).

Cada una de las 11 porciones quedó rotulada con el nombre comercial del corte correspondiente (Lomo liso, Pollo ganso y Posta rosada), y con una letra A, B o C, para diferenciar un mismo corte proveniente de diferentes canales. De este modo, se obtuvieron 99 porciones, de las cuales 33 corresponden a una media canal A, 33 a una media canal B y 33 a una media canal C.

Análisis de las muestras. En cada corte se evaluó textura, color y pH en el Laboratorio de Propiedades Físicas de Biomateriales de la Facultad de Ingeniería Agrícola, de la Universidad de Concepción, Campus Chillán. Para esto, los 9 cortes porcionados fueron almacenados en refrigeración hasta 90 días, realizando el análisis de la siguiente forma:

Durante los primeros 30 días de almacenamiento, se realizaron las mediciones cada 5 días, donde se consideró como día 1, las 48 h de obtención del producto desde su

faenamiento, posteriormente se analizó a los días 5, 10, 15, 20, 25 y 30. Entre los 30 y 90 días de almacenamiento, se realizó el análisis cada 15 días.

Evaluación de la Textura. Para evaluar la textura de la carne envasada al vacío a lo largo del tiempo de almacenamiento, se procedió a tomar un trozo de carne de 2 mm de espesor de cada corte y de 15,90 cm² de área. Todos los trozos de carne fueron cortados en dirección longitudinal a las fibras musculares. Se midió este valor mediante la prensa Kramer en el equipo Universal de Pruebas INSTRON modelo 4451 con especímenes de prueba controlados en área y espesor. Se hizo una repetición por cada porción y cada corte comercial de carne bovino fresca en muestras A, B y C. La velocidad de bajada fue de 10,00 mm min⁻¹.

Evaluación del Color. Se realizó con lonchas provenientes de los mismos cortes de carne analizadas en un Colorímetro espectrofotómetro de reflejo marca Hunter Lab modelo Color QUEST. Se utilizó iluminante B en ángulo de 45° sobre un visor de 2,54 cm de diámetro, el que mide las coordenadas de color del espacio CIELab, donde, L* indica luminosidad y va desde 0 (negro) a 100 (blanco), a* mide la intensidad de rojo, desde +a (rojo) a -a (verde), y finalmente, b* mide la intensidad del amarillo, desde +b (amarillo) a -b (azul). Se hicieron 3 mediciones por cada porción y cada corte comercial de carne bovino fresca en muestras A, B y C. Se obtuvieron los parámetros L* a* b* y el espectro de reflectancia desde 400 a 700 nm en etapas de 10 nm.

Evaluación del pH. Para cuantificar la evolución del pH de la carne envasada al vacío, a lo largo del tiempo de almacenamiento, se seleccionó un trozo de carne de cada corte y se midió con un pHmetro de electrodo de tipo punzón, marca HANNA INSTRUMENTS®, modelo HI 99163 (previamente calibrado con buffer), en cada una de las muestras descrita en el diseño del estudio. Se hicieron 3 repeticiones por porción de cada corte comercial de carne bovino fresca en muestras A, B y C.

Secuencia de mediciones. Para medir los parámetros anteriormente descritos, se procedió de la siguiente forma:

Sobre la muestra de la repetición se obtuvo un trozo de 2 mm de espesor y 15,90 cm² de área. Sobre ésta muestra se realizó la medición de color y de textura. Desde el trozo remanente se obtuvo la lectura de pH.

Análisis estadístico. Se utilizó un diseño experimental de muestras repetidas considerando el tiempo como factor de tratamiento para todos los cortes comerciales de carne bovina.

Se analizaron previamente los supuestos de normalidad y homogeneidad mediante la prueba de Shapiro Wilk y Bartlett's respectivamente, en donde los datos mostraron tener distribución normal.

Para evaluar las diferencias entre los tratamientos y por tener un número de datos bajo ($n=3$), se utilizó la prueba de Friedman con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

El análisis se realizó con el programa InfoStat Versión 2015e (Di Rienzo *et al.*, 2015).



V. RESULTADOS

Tabla 1. Promedios (n=3) de pH obtenidos en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C en los diferentes cortes comerciales de carne bovina (significancia según prueba de Friedman).

DÍA	POLLO GANSO	LOMO LISO	POSTA ROSADA
1	5,25 ^{bcdef}	5,26 ^f	5,27 ^{bcdef}
5	5,33 ^{cdefg}	5,36 ^g	5,52 ^g
10	5,40 ^{efghi}	5,47 ⁱ	5,66 ^{gh}
15	5,57 ^{hi}	5,49 ^{ij}	5,75 ^{gh}
20	5,10 ^{bc}	5,14 ^{cde}	5,25 ^{bcde}
25	5,64 ⁱ	5,66 ^k	5,79 ^h
30	5,51 ^{hi}	5,36 ^{gh}	5,51 ^{gh}
45	5,14 ^{bcde}	5,09 ^c	5,13 ^{abc}
60	4,94 ^{ab}	4,89 ^{ab}	4,96 ^a
75	5,05 ^{bcd}	5,04 ^{cd}	5,15 ^{abcd}
90	4,77 ^a	4,62 ^a	5,08 ^{ab}

Letras diferentes son válidas para una misma columna
 $p < 0,0001$ en los tres cortes

El pH del músculo vivo es de 7,0, luego del beneficio el pH desciende hasta niveles de 5,7 – 5,8 lo que está estrechamente relacionado con la acumulación de lactato en el músculo. En este estudio al evaluar los promedios de pH de cada corte comercial, se observa en la TABLA 1 que el valor más alto de pH es de 5,79 para posta rosada en el día 25, y en general, los valores de pH en el transcurso del tiempo en los tres casos tienen el mismo comportamiento, ya que en el día 1 tienen un promedio de pH 5,26, el que va subiendo progresivamente hasta el día 15, donde alcanza un valor de 5,57 en el caso de pollo ganso, 5,49 en lomo liso y 5,75 en posta rosada respectivamente. Posteriormente, se produce una abrupta caída en el día 20, llegando a un valor de 5,1 en el caso de pollo ganso. A contar del día 25 el valor se eleva drásticamente alcanzando un peak 5,79 en el caso de posta rosada, para posteriormente ir decayendo progresivamente hasta el día 60, alcanzando un valor de 4,89 en lomo liso. Luego hay una pequeña alza el día 75, en que posta rosada toma un valor de 5,15 para caer nuevamente en el día 90 alcanzando un valor de 4,62 en el caso de lomo liso.

Los promedios de pH en general, tienen valores similares en los tres cortes comerciales, en donde las diferencias observadas individualmente por corte comercial resultaron ser significativas ($p < 0,0001$). Esto se puede observar gráficamente en la FIGURA 3.

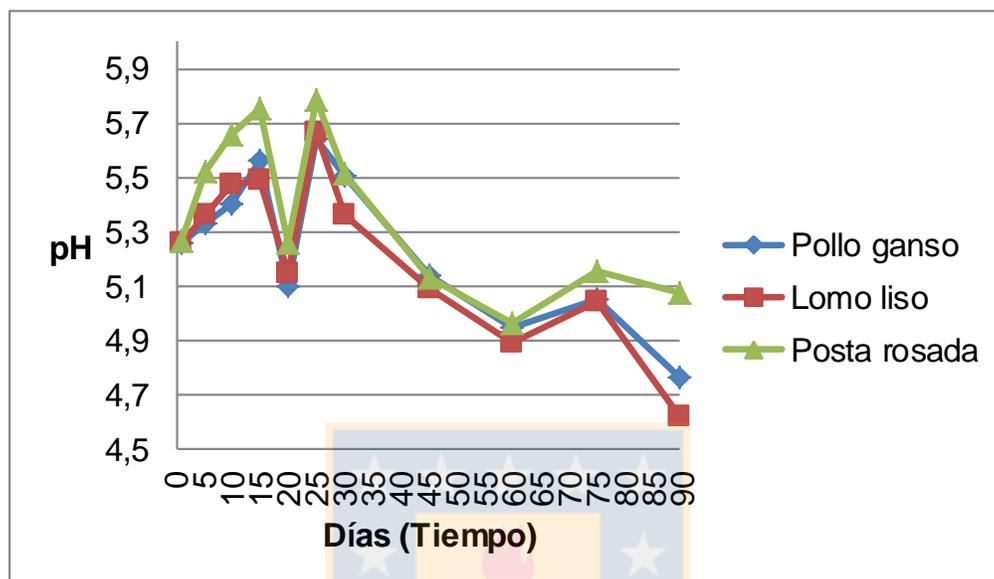


Figura 3. Representación de los promedios de pH obtenidos en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C en los diferentes cortes comerciales de carne bovina.

En la TABLA 2, se presentan los valores L^* (luminosidad), a^* (intensidad de rojo a verde) y b^* (intensidad de amarillo a azul) para el corte pollo ganso. Se observa que los promedios para la variable L^* tienden a ir del tono más oscuro al más claro, es decir, de mayor opacidad a más brillantez en donde los valores fluctúan entre 38,9 en el día 1, manteniendo un promedio de 40,1 a contar del día 10 hasta obtener un peak de 42,9 para el día 90, sin embargo, no se observa diferencia significativa ($p > 0,17$), pero posteriormente se observa diferencia (diferencia de letras dentro de una misma columna). En cuanto al valor a^* (tenor rojo) se observa que en el día 1 hay una mayor intensidad del rojo (16,2) el que disminuye en el día 10 (13,4), para luego mantenerse relativamente constante desde el día 25 hasta el día 90, lo que se evidencia por una diferencia ($p < 0,04$).

En el caso de b^* (tenor de amarillo) no hubo diferencia significativa ($p > 0,21$) lo que se refleja en los promedios, los que se mantuvieron estables durante el tiempo, excepto en el día 1 (17,6) y el día 20 (16,8) que presentaron valor más elevados con respecto al resto de los días en cuyos valores se centraron alrededor de 15.

Tabla 2. Promedios (n=3) de valores L*, a* y b* en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C en el corte pollo ganso (significancia según prueba de Friedman).

TIEMPO	L*	a*	b*
1	38,9 ^a	16,2 ^h	17,6 ^{def}
5	39,0 ^{ab}	14,5 ^{defgh}	15,7 ^{abcdef}
10	40,1 ^{abcd}	13,4 ^{abcdefgh}	15,4 ^{abcdef}
15	40,1 ^{abc}	12,8 ^{abcdefg}	15,5 ^{abcdef}
20	40,4 ^{abcde}	14,9 ^{defgh}	16,8 ^f
25	41,7 ^{cde}	12,6 ^{abcdef}	15,4 ^{abcdef}
30	40,5 ^{abcde}	11,7 ^{abc}	14,4 ^{abc}
45	41,0 ^{abcde}	12,3 ^{abcd}	14,7 ^{abcde}
60	41,3 ^{abcde}	11,7 ^{ab}	14,9 ^{ab}
75	40,0 ^{abcde}	11,9 ^a	14,9 ^{abcd}
90	42,9 ^e	12,7 ^{abcde}	14,9 ^a

Letras diferentes son válidas para una misma columna y medias con una misma letra común no son estadísticamente diferentes ($p > 0,05$).

L* ($p > 0,17$), a* ($p < 0,04$), b* ($p > 0,21$)

En la TABLA 3, se presentan los valores L*, a* y b* para el corte lomo liso, donde se puede observar que en el caso de L* va aumentando progresivamente en el transcurso del tiempo, alcanzando un valor máximo a 37,88 en el día 90, sin embargo, en el día 60 existe un valor más bajo (33,42), lo que se ve reflejado por una diferencia estadística significativa ($p < 0,04$). Al comparar la reflectancia con la de pollo ganso, se evidencia que lomo liso es un corte más oscuro, con respecto al primero.

En el caso de a* los valores más altos se observan en el día 1 (16,2) y día 90 (15,67), siendo los valores más bajos en el día 5 (13,26) y día 25 (13,33). Para la evaluación de este parámetro no se encontró diferencia significativa ($p > 0,11$), sin embargo, en el análisis a posteriori se muestran diferencias en el transcurso del tiempo. Los valores promedios de b* son más elevados en el día 1 (13,00), día 75 (13,82) y 90 (14,21), en el resto del tiempo se mantienen alrededor de 12. Estadísticamente no se observa diferencia ($p > 0,10$).

Tabla 3. Promedios (n=3) de valores L*, a* y b* en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C en el corte lomo liso (significancia según prueba de Friedman).

TIEMPO	L*	a*	b*
1	32,50 ^{abc}	16,20 ^c	13,00 ^{bc}
5	33,59 ^{abcd}	13,26 ^{ab}	10,86 ^a
10	32,27 ^{ab}	15,37 ^c	12,79 ^{bc}
15	32,01 ^a	14,74 ^{abc}	11,68 ^{abc}
20	33,93 ^{abcdef}	13,80 ^{abc}	12,28 ^{abc}
25	34,58 ^{abcdefg}	13,33 ^{abc}	11,79 ^{abc}
30	34,36 ^{abcdefg}	13,79 ^a	12,17 ^{ab}
45	35,45 ^{cdefg}	14,12 ^{abc}	12,10 ^{abc}
60	33,42 ^{abcde}	14,12 ^{abc}	12,52 ^{bc}
75	35,44 ^{defg}	14,50 ^{abc}	13,82 ^{bc}
90	37,88 ^g	15,67 ^c	14,21 ^c

Letras diferentes son válidas para una misma columna medias con una misma letra común no son estadísticamente diferentes ($p > 0,05$).

L* ($p < 0,04$), a* ($p > 0,11$), b* ($p > 0,10$)

En la TABLA 4, se presentan los valores L*, a* y b* para el corte posta rosada. En el caso de L* se observa que presenta un patrón similar al de lomo liso, ya que comienza con 32,54 en el día 1 hasta llegar a un peak de 38,93 en el día 90, presentando en el tiempo una distribución ondulante, no observándose diferencia significativa ($p > 0,09$), sin embargo, en el análisis a posteriori se muestran diferencias. Para el caso de a* el valor más bajo se encuentra en el día 45 (13,33), y los valores más altos se observan en los días 1 (15,23), 5 (15,28), 10 (15,39) y 75 (15,68) no observándose una diferencia significativa en el transcurso de los 90 días ($p > 0,26$). Para el caso de b*, en promedio todos los valores se sitúan alrededor del 12, obteniendo el valor más bajo el día 1 (11,85) y el valor más alto el día 90 (14,16), es por esto que no se observa diferencia ($p > 0,65$).

Tabla 4. Promedios (n=3) de valores L*, a* y b* en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C en el corte posta rosada (significancia según prueba de Friedman).

TIEMPO	L*	a*	b*
1	32,54 ^{ab}	15,23 ^{abc}	11,85 ^a
5	30,98 ^a	15,28 ^{abc}	12,09 ^a
10	32,15 ^{abcde}	15,39 ^{bc}	13,71 ^a
15	32,45 ^{abcd}	14,81 ^{abc}	12,83 ^a
20	35,18 ^{abcdef}	14,07 ^{abc}	12,94 ^a
25	34,50 ^{abcdef}	13,75 ^{abc}	11,92 ^a
30	32,57 ^{abc}	14,39 ^{abc}	12,09 ^a
45	36,53 ^{def}	13,33 ^a	12,30 ^a
60	34,50 ^{abcdef}	13,54 ^{abc}	12,50 ^a
75	33,11 ^{abcdef}	15,68 ^c	13,45 ^a
90	38,93 ^f	13,52 ^{ab}	14,16 ^a

Letras diferentes son válidas para una misma columna medias con una misma letra común no son estadísticamente diferentes ($p > 0,05$)

L* ($p > 0,09$), a* ($p > 0,26$), b* ($p > 0,65$)

Al comparar los espectros fotocromáticos del corte pollo ganso (FIGURA 4), lomo liso (FIGURA 5) y posta rosada (FIGURA 6) se observa que los tres cortes tienen el mismo comportamiento en la longitud de onda y en el transcurso del tiempo. También se evidencia que en el caso de pollo ganso el porcentaje de reflectancia es mayor a 25 en la zona de longitud de onda del color rojo, llegando e incluso superando el 30%, comparado con lomo liso y posta rosada en que bordea alrededor del 25%. Además, se muestra que en los tres cortes comerciales en el día 90, el porcentaje de reflectancia es mayor.

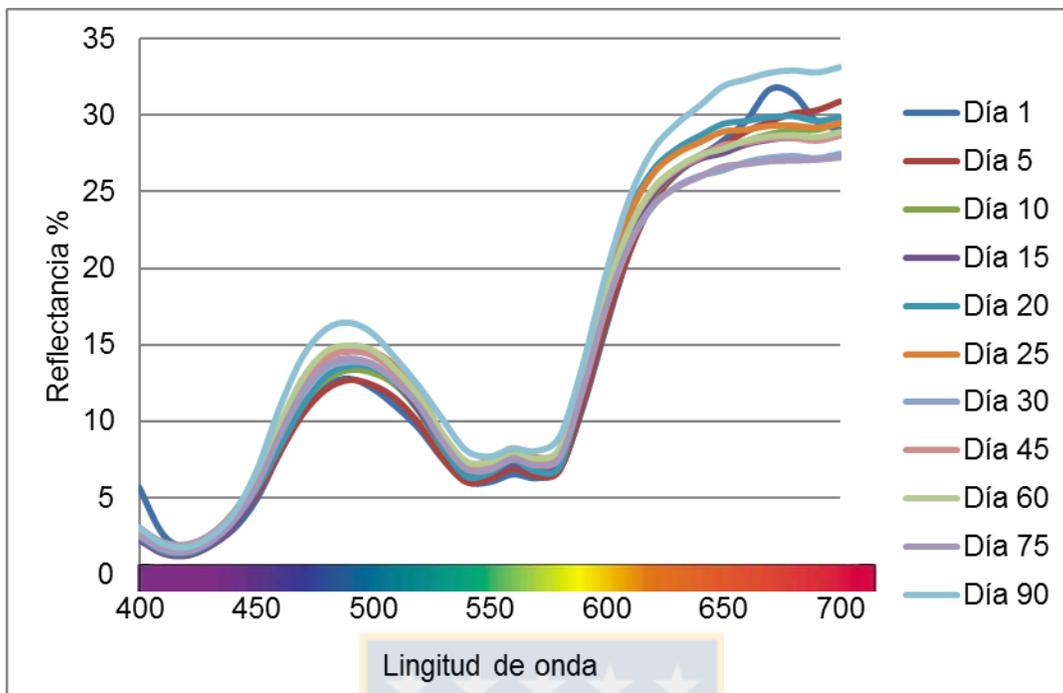


Figura 4: Espectro fotocromático del corte pollo ganso en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C.

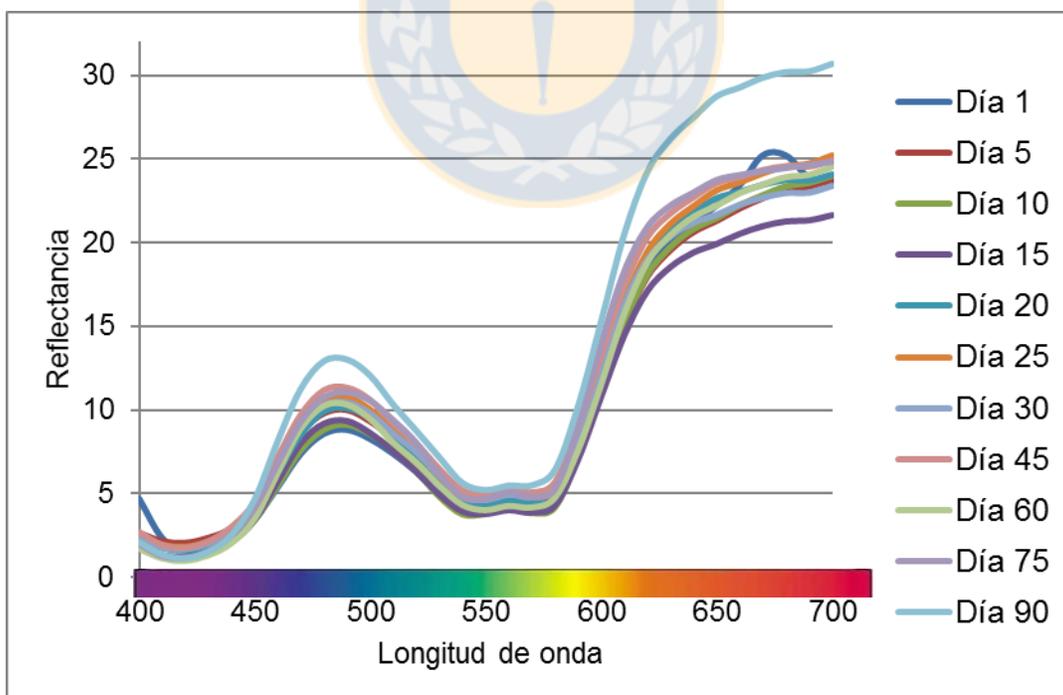


Figura 5: Espectro fotocromático del corte lomo liso en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C.

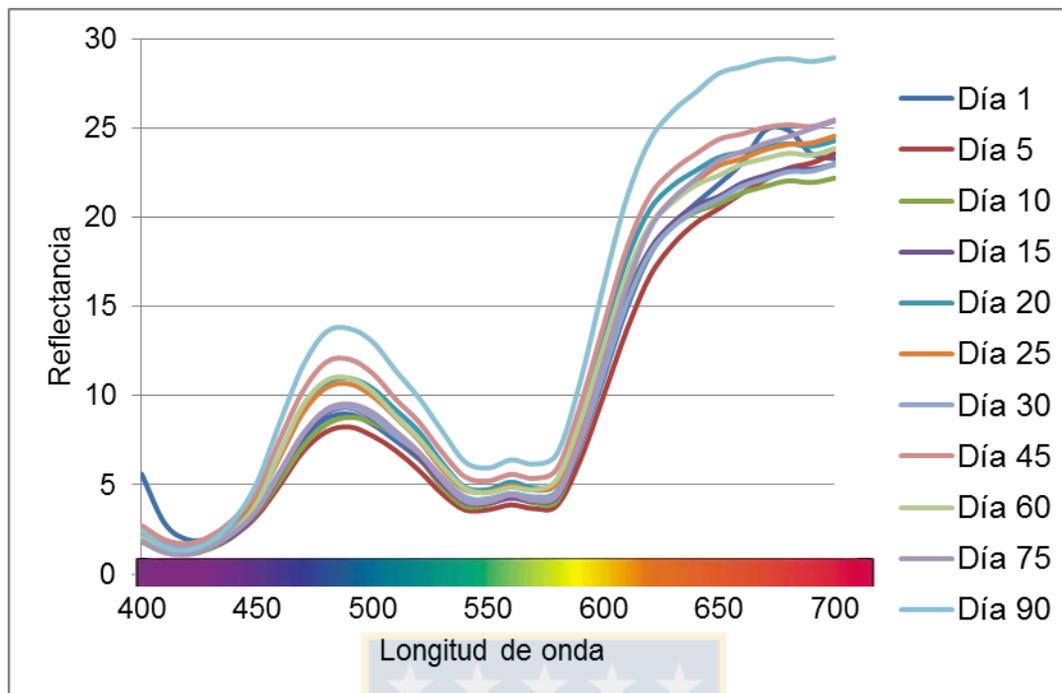


Figura 6: Espectro fotocromático del corte posta rosada en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C.

En los ensayos de textura realizados en la máquina de pruebas universal Instron se busca simular las condiciones en que el alimento está expuesto en la boca. Para esto se obtuvieron los parámetros de fuerza máxima (kN), pendiente de curva fuerza–deformación (kN mm^{-1}) y dureza, entendido como la integral bajo la curva en la gráfica fuerza de deformación.

Se entiende como fuerza máxima, a la máxima resistencia que opone el espécimen al avance controlado de la probeta de la celda Kramer. La pendiente se interpreta como la característica de rigidez, y en el caso de dureza se puede interpretar como la energía que se requiere para alcanzar la fuerza máxima de ruptura.

En la TABLA 5 se muestran los promedios de los valores en textura para pollo ganso, donde se observa que en los tres parámetros evaluados ocurre una disminución de los valores a medida que transcurre el tiempo. En cuanto a punto máximo no se observa diferencia significativa ($p > 0,52$), al igual que para pendiente ($p > 0,23$), sin embargo, al evaluar la integral bajo la curva se muestra que existe diferencia significativa ($p < 0,01$). Esto demuestra que a medida que transcurre el tiempo de la carne en almacenamiento se produce un ablandamiento.

Tabla 5. Promedios (n=3) de valores en punto máximo (kN), pendiente (kN mm⁻¹), y dureza (kN mm) en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C en el corte pollo ganso (significancia según prueba de Friedman).

DÍA	PUNTO MÁXIMO	PENDIENTE	INTEGRAL
1	0,72 ^d	0,14 ^f	1,66 ^g
5	0,46 ^{abcd}	0,09 ^{abcdef}	1,03 ^g
10	0,42 ^{abcd}	0,10 ^{abcdef}	0,76 ^{defg}
15	0,33 ^{abcd}	0,08 ^{abcd}	0,66 ^{abcdefg}
20	0,38 ^{abcd}	0,10 ^{abcdef}	0,74 ^{abcdefg}
25	0,33 ^{abc}	0,07 ^a	0,42 ^{abc}
30	0,51 ^{abcd}	0,10 ^{abcdef}	0,62 ^{abcd}
45	0,42 ^{abcd}	0,08 ^{abc}	0,56 ^{abcdef}
60	0,27 ^a	0,07 ^{ab}	0,48 ^a
75	0,29 ^{ab}	0,09 ^{abce}	0,46 ^{ab}
90	0,32 ^{abcd}	0,09 ^{abcdef}	0,49 ^{abcde}

Letras diferentes son válidas para una misma columna medias con una misma letra común no son estadísticamente diferentes ($p > 0,05$).

Punto máximo ($p > 0,52$), pendiente ($p > 0,23$) Integral ($p < 0,01$)

Al evaluar el corte lomo liso, en la TABLA 6 se puede observar que no existe diferencia significativa para punto máximo ($p > 0,59$), pendiente ($p > 0,59$) e integral ($p > 0,75$) en el transcurso del tiempo, sin embargo, a pesar de tener una variabilidad muy baja se observa en el día 1 y 5 valores más altos que en los días posteriores. En el día 20 para el caso de punto máximo (0,27) el valor es más elevado que en los días previos, lo cual se puede evidenciar por presencia de estructuras como grasa o nervios que ponen resistencia frente a la fuerza de ruptura.

Tabla 6. Promedios (n=3) de valores en punto máximo (kN), pendiente (kN mm⁻¹) y dureza (kN mm) en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C en el corte lomo liso (significancia según prueba de Friedman).

DÍA	PUNTO MÁXIMO	PENDIENTE	INTEGRAL
1	0,27 ^b	0,07 ^b	0,51 ^b
5	0,19 ^{ab}	0,05 ^{ab}	0,37 ^{ab}
10	0,18 ^{ab}	0,05 ^{ab}	0,34 ^{ab}
15	0,18 ^{ab}	0,05 ^{ab}	0,31 ^{ab}
20	0,27 ^{ab}	0,08 ^{ab}	0,42 ^{ab}
25	0,20 ^{ab}	0,06 ^{ab}	0,41 ^{ab}
30	0,16 ^a	0,04 ^a	0,34 ^{ab}
45	0,20 ^{ab}	0,06 ^{ab}	0,37 ^{ab}
60	0,19 ^{ab}	0,06 ^{ab}	0,38 ^{ab}
75	0,18 ^{ab}	0,06 ^{ab}	0,27 ^a
90	0,18 ^{ab}	0,05 ^{ab}	0,36 ^{ab}

Letras diferentes son válidas para una misma columna medias con una misma letra común no son estadísticamente diferentes ($p > 0,05$).

Punto máximo ($p > 0,59$), pendiente ($p > 0,59$) Integral ($p > 0,75$)

En la TABLA 7 se muestran los promedios en textura para posta rosada, donde se pueden observar variaciones en los valores de punto máximo al comienzo del tiempo desde el día 1 hasta el día 20, y desde el día 25 en adelante prácticamente no se observan cambios lo cual se evidencia por no existir diferencia ($p > 0,26$). En el caso de la pendiente se observa diferencia estadística ($p < 0,009$) y no existe diferencia para la integral ($p > 0,14$).

Al comparar los cortes y graficarlos por variables en el transcurso del tiempo, se evidencia que los tres cortes tienden al mismo comportamiento en el transcurso del tiempo. En el caso de punto máximo o fuerza de ruptura, se observa en la FIGURA 7 los tres cortes comienzan con una fuerza de ruptura más elevada en el día 1 la cual va disminuyendo progresivamente hasta el día 20 para luego mantenerse relativamente constante hasta el día 90. Por otro lado, se muestra que lomo liso es más blando que posta rosada y ésta más blanda que pollo ganso, ya que la fuerza máxima en el día 1 es mucho más elevada en pollo ganso. La irregularidad de la curva para el día 25 en posta rosada y día 30 en

pollo ganso se debe a factores propios de los trozos de carne descritos anteriormente como remantes de nervios, grasa o tejido conectivo.

Tabla 7. Promedios (n=3) de valores en punto máximo (kN), pendiente (kN mm⁻¹) y dureza (kN mm) en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C en el corte posta rosada (significancia según prueba de Friedman).

DÍA	PUNTO MÁXIMO	PENDIENTE	INTEGRAL
1	0,38 ^d	0,10 ^f	0,84 ^f
5	0,20 ^{abcd}	0,05 ^{abcd}	0,50 ^{abcdef}
10	0,13 ^{abc}	0,04 ^{ab}	0,24 ^{abcd}
15	0,16 ^{ab}	0,04 ^a	0,28 ^a
20	0,14 ^a	0,04 ^{abc}	0,27 ^{ab}
25	0,30 ^{abcd}	0,08 ^{def}	0,57 ^{bcdef}
30	0,27 ^{abcd}	0,08 ^{ef}	0,41 ^{abcdef}
45	0,20 ^{abcd}	0,06 ^{abcde}	0,30 ^{abcde}
60	0,19 ^{abcd}	0,06 ^{abcdef}	0,29 ^{abc}
75	0,29 ^{abcd}	0,09 ^{def}	0,50 ^{abcdef}
90	0,20 ^{abcd}	0,06 ^{def}	0,31 ^{abcdef}

Letras diferentes son válidas para una misma columna medias con una misma letra común no son estadísticamente diferentes ($p > 0,05$).

Punto máximo ($p > 0,26$), pendiente ($p < 0,009$) Integral ($p > 0,14$)

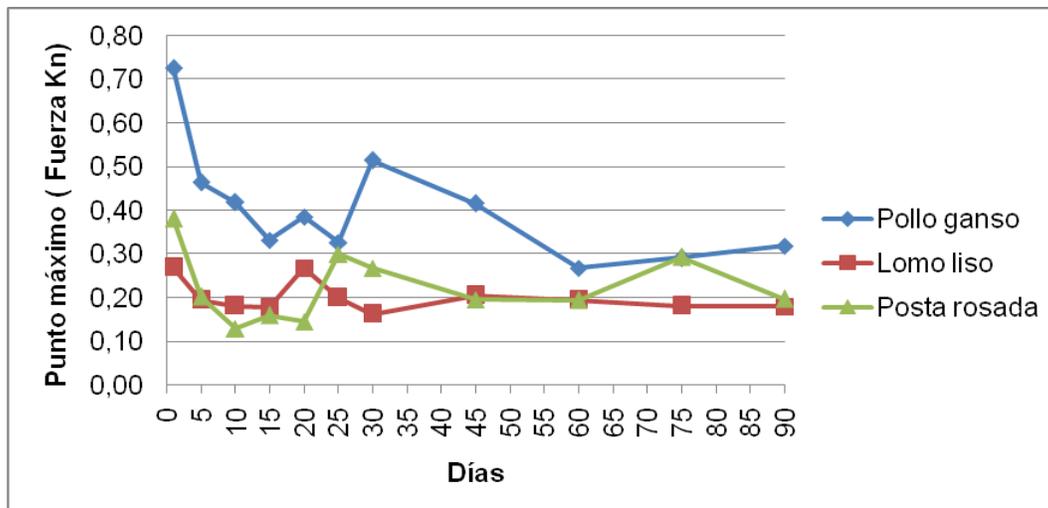


Figura 7. Fuerza de ruptura medida con la máquina INSTRON en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C en los cortes pollo ganso, lomo liso y posta rosada.

En la FIGURA 8 se muestra la variable pendiente de la curva, en que hay un comportamiento muy similar en los tres cortes y reforzando el concepto de la FIGURA 7 en que a contar del día 30 en adelante no se observa diferencia en la curva, ya que tiende a seguir una misma línea. Al graficar la integral bajo la curva (FIGURA 9), se obtiene el mismo resultado, por lo que se concluye que a contar del día 30 de almacenamiento en refrigeración hasta el día 90, no existen diferencia en cuanto a terneza, es decir, si sólo se considera este aspecto, el mínimo de almacenamiento que debe tener un corte comercial de carne son 30 días.

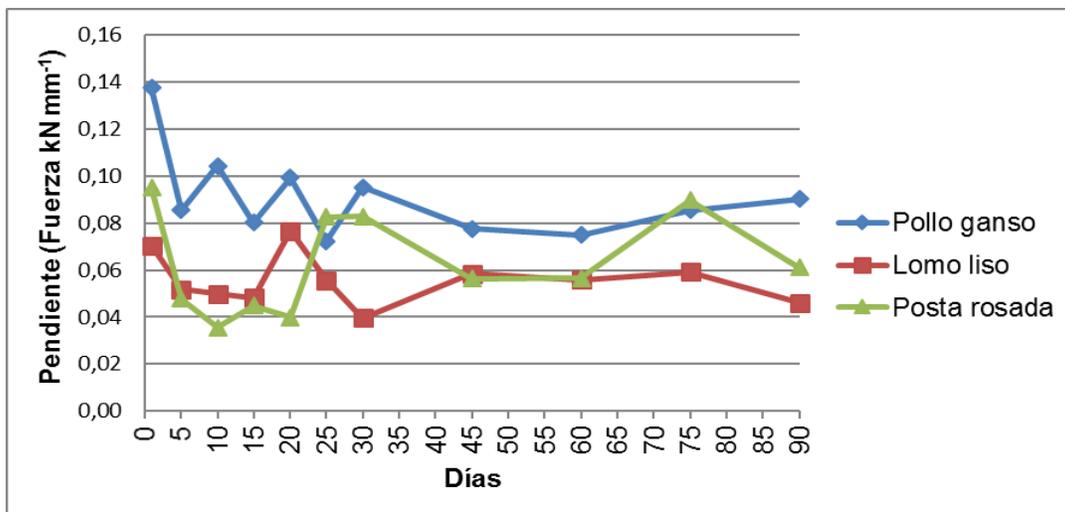


Figura 8. Pendiente bajo la curva en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C en los cortes pollo ganso, lomo liso y posta rosada.

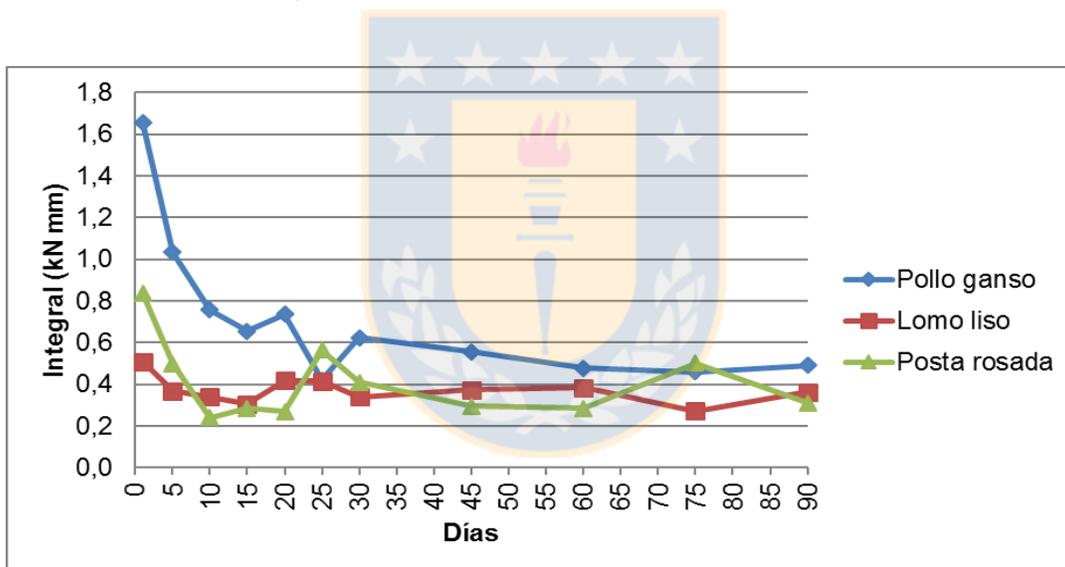


Figura 9. Evolución de la dureza en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C en los cortes pollo ganso, lomo liso y posta rosada.

VI. DISCUSIÓN

1. pH

El pH fue medido a lo largo del tiempo de almacenamiento, de manera de determinar su variación en los tres cortes de carne bovina. Las mediciones se presentan en la TABLA 1, donde se observa que el valor de pH a las 48 hrs bordea alrededor de 5,26 en los tres cortes, el que va aumentando progresivamente hasta el día 15. Esto concuerda con lo descrito por Carrillo y Carina (2007), quienes dicen que en las primeras etapas de la maduración van acompañadas de una elevación del pH y una mayor capacidad de hidratación de las proteínas cárnicas. Prändl *et al.* (1994) comentan que, en la maduración de la carne, disminuye la dureza y se eleva el pH y la capacidad de retención de agua debido a la degradación de las proteínas y a la liberación de iones de sodio y de calcio (Ca^{2+}) por parte del retículo sarcoplásmico, donde los iones de potasio que están libres en el sarcoplasma son absorbidos por las proteínas musculares, desplazando de este modo a los iones Ca^{2+} .

En el día 20 se observa una abrupta caída del pH (FIGURA 3), lo que se explica porque en los cortes envasados al vacío se pueden desarrollar diferentes microorganismos, como bacterias de tipo ácido lácticas (BAL), las que producen ácido láctico, lo que como consecuencia conlleva nuevamente a la caída del pH (Prändl *et al.*, 1994).

Jara (2007), trabajó con el corte lomo liso realizando mediciones de pH y análisis microbiológicos para determinar el desarrollo de bacterias ácido lácticas, enterobacterias y *Brochothrix thermosphacta*. El estudio lo realizó con evaluaciones cada 15 días en un transcurso de 60 días totales en almacenamiento a $0 \pm 1^\circ\text{C}$. Los resultados obtenidos en pH fueron en promedio 5,5 para el día 1, 15, 30, 45 y 60, los cuales difieren de lo encontrado en este estudio para el mismo corte, ya que acá se observa que el pH desde el día 30 en adelante comienza a disminuir progresivamente.

En cuanto al análisis microbiológico Jara (2007) al comienzo encontró un recuento para BAL, un promedio cercano a $\text{Log } 2,6 \text{ ufc}/25\text{cm}^2$ ($\text{Log } 1,0 \text{ ufc}/\text{cm}^2$), finalizando al día 60 con un recuento de $\text{Log } 5,9 \text{ ufc}/25\text{cm}^2$ ($\text{Log } 1,4 \text{ ufc}/\text{cm}^2$). Si bien en este estudio no se realizó un análisis microbiológico, se puede atribuir al desarrollo de este tipo de bacterias el descenso en el pH al día 20 y posteriormente en el día 30 en adelante. Por esto, se conoce que el crecimiento de BAL en la carne envasada al vacío es deseable, ya que

éstas poseen la capacidad de inhibir a otras bacterias, porque al desarrollarse acidifican el medio con un descenso del pH (Lama, 2002).

Otros autores encontraron curvas de pH con similares tendencias a la de este estudio, por ejemplo, Oliete *et al.* (2006), en lomo vetado analizaron la calidad de la carne envasada al vacío a los días 7, 14 y 21 de almacenamiento a $0 \pm 2^{\circ}\text{C}$, encontraron que en todo momento los valores de pH oscilaron dentro de los rangos 5,54 - 5,47, los que coinciden en este trabajo con los valores de lomo liso entre el día 5 y 15, pero difieren de los valores iniciales.

Puentes (2004), evaluó el pH cada 7 días hasta los 28 días, no encontrando diferencia significativa ($p \geq 0,05$) en el transcurso del tiempo ya que se aprecia que los valores de pH alrededor del 5,7 las primeras tres semanas y el único tiempo que difiere es la cuarta semana (día 28), donde hay una pequeña disminución alrededor del 5,6. Al compararlos con los resultados de este trabajo, si bien difiere con los obtenidos al comienzo de los días, coinciden con los resultados del día 25, donde el valor de pH es de 5,6 en pollo ganso y posta rosada.

Blixt y Borch (2002), la primera semana de almacenamiento encontraron un pH de 5,45 y posteriormente observaron un pequeño aumento en el pH paralelo al crecimiento de BAL. A la cuarta semana el pH fue de 5,41 y, después de las 7 semanas alcanzaron un valor de 5,3. Al mismo tiempo la concentración máxima para BAL y *Pseudomonas spp.* se obtuvo a las 6 a 8 semanas. También señalan que las disminuciones de pH están relacionadas con las concentraciones de glucosa y glucógeno en la carne, las que disminuyen con el tiempo. Estos resultados son más elevados a los encontrados en este estudio, sin embargo, si se traza una curva en el tiempo, se puede observar que el comportamiento es muy similar.

Resultados similares obtuvieron Sakala *et al.* (2002), comenzando con un pH de 5,62 al tiempo 0 (lo que corresponde al tiempo 1 en este estudio), pero luego observaron una disminución en el pH a contar de la segunda semana (5,47), lo que equivale en este trabajo entre el día 10 y 15, con valores de 5,47 a 5,49 en lomo liso. Los autores, concuerdan en que la disminución en el pH de las muestras se puede atribuir a la predominancia de BAL, ya que obtuvieron un crecimiento exponencial hasta la 2 y 3

semanas, para luego mantenerse en latencia hasta la semana 6. El valor más bajo de pH (5,12) lo obtuvieron a la semana 6 de almacenamiento, lo que equivale en este estudio al día 45, con valores de 5,14 para pollo ganso, 5,09 para lomo liso y 5,13 para posta rosada.

La mayoría de los estudios de pH de carne bovina son realizados durante 28 días de almacenamiento, con un intervalo de evaluación semanal. Sólo algunos estudios se extienden hasta 60 días de almacenamiento, pero hacen la evaluación cada 15 días. En este estudio, el tiempo de evaluación es mucho más acotado, ya que se hizo una medición cada 5 días los primeros 30 días y se llegó hasta el día 90 de almacenamiento. Probablemente es por el protocolo de obtención de datos en este estudio, es que se encuentran las mayores diferencias, debido a que los primeros días como se hizo una medición más frecuente, se puede observar que los valores obtenidos difieren en la mayoría de los encontrados por los otros investigadores, ya que ellos evalúan cada 7 o 15 días, y esto hace la diferencia en los resultados encontrados.

Por otro lado, no hay estudios en los valores de pH entre los días 60 y 90 de almacenamiento, pero si lo hay en recuento bacteriano. En un estudio de 120 días en almacenamiento realizado por Delgado y Quartino (2013), observaron que el crecimiento bacteriano al inicio del ensayo no hubo desarrollo de BAL. El día 15 se observó el crecimiento de estas bacterias con un recuento de 2,06 log ufc/g, manteniéndose constante hasta el día 45 donde comenzó a decaer, momento en el que comenzó a evidenciarse el crecimiento de *Brochothrix thermosphacta*. Al día 60 el recuento de bacterias ácido lácticas se redujo a cero mientras que el crecimiento de *Brochothrix thermosphacta* alcanzó un promedio de 1,50 log ufc/g y al término del periodo (día 120) llegó a una concentración final de 2,66 log ufc/g ($p \geq 0,05$). Las BAL nuevamente se desarrollaron día 75 y su recuento se volvió negativo al día 90 hasta el final del estudio. Esto resultados si se comparan con los valores de pH obtenidos en este estudio al día 60, 75 y 90, se observa que en el día 60 el valor de pH baja alrededor del 4,9 en los tres cortes, para posteriormente subir en el día 75 alrededor del 5,0, disminuyendo nuevamente en el día 90 hasta el 4,8 aproximadamente, lo que concuerda con el crecimiento de las BAL al día 60 en el estudio de Delgado y Quartino (2013).

En cuanto a los cortes estudiados, no hay antecedentes de estudios para los cortes pollo ganso y posta rosada en cuanto pH, la mayoría de los estudios se realizan en lomo liso o lomo vetado.

2. Color

El tiempo de almacenamiento en los tres cortes comerciales analizados, demuestra que hubo cambios en los valores de L^* , existiendo una tendencia hacia mayor luminosidad en el transcurso del tiempo, sin embargo, no se observan mayores cambios en el color de la carne.

Es importante mencionar que el color de la carne es dependiente de la especie, edad y el tipo de músculo (M), y las diferencias de color se deben a los diferentes contenidos de mioglobina (Mb) en el músculo. El mayor contenido de Mb en el tipo de fibra muscular se debe a la función de almacenar y transportar el oxígeno en el músculo y su contenido en el músculo se ve afectada por factores como el ejercicio y la dieta del animal, así como los factores genéticos y ambientales (Joo *et al.*, 2013).

Tewari *et al.* (2001) concluyeron que hay tipos de músculos de alta y otros de baja estabilidad de color, donde McKenna *et al.* (2005), indican que los músculos podrían ser separados en categorías de coloración distintas. M. *longissimus lumborum* (lomo liso) y *semitendinosus* (pollo ganso) pueden ser calificados como músculos de alta estabilidad de color, ya que encontraron baja acumulación de metamioglobina; y *quadriceps femori* (posta rosada) indica una mayor tasa de decoloración y fue clasificado como músculo de intermedia estabilidad al color.

En pollo ganso (TABLA 2) se muestra que hay cambios de color en a^* ($p < 0,04$), siendo más rojo al tiempo 1, y menos rojo desde el día 25 en adelante, lo que se observa en paralelo con el aumento del valor en L^* . Esto concuerda con un estudio realizado por Aracena (2007), quien encontró que existe mayor índice de rojo las primeras horas de almacenamiento. Esto se explica por la transformación que ocurre del pigmento mioglobina a oximioglobina perdurando por un largo período de tiempo, para luego transformarse a metamioglobina. Este paso es sincrónico, por lo que se presenta oximioglobina como metamioglobina en distintas cantidades, lo que va originando un cambio de color gradual, es decir, de un rojo brillante a un color pardo, ya que se observa que hay una disminución en el tenor rojo y amarillo. Por otro lado, McKenna *et al.* (2005), encontraron valores promedios de L^* más elevados en músculo *semitendinosus* versus *longissimus lumborum*, lo cual concuerda con lo encontrado en este estudio. Además, estos cortes señalan que la luminosidad parece desempeñar un papel mínimo en la estabilidad de color, ya que estos cortes fueron clasificados como músculos con alta estabilidad de color.

En lomo liso (TABLA 3) se observan diferencias en L^* ($p < 0,04$), pero no existen cambios significativos en a^* y b^* . Sin embargo, a través del transcurso del tiempo se observan fluctuaciones, obteniendo al día 1 y 90 los valores más elevados respectivamente. En este mismo corte, Aracena (2007) no tuvo variaciones significativas a través del tiempo de almacenamiento entre las 24, 48 y 72 h, ni en superficie ni en profundidad de corte, al medirlos con los parámetros de color instrumental (L^* , a^* , b^*).

El principal determinante en la estabilidad del color de la carne, es la tasa de oxidación de la oximioglobina y la tasa de decoloración en la carne es específico del músculo (Faustman *et al.*, 2010). La decoloración rápida se produce en los músculos que contienen mayores proporciones de fibras musculares tipo I debido a la tasa de consumo de oxígeno más alta (Jeong *et al.*, 2009). En general, hay cuatro tipos de fibras musculares diferentes en el músculo esquelético, que son: oxidativa-lentas (tipo I), oxidoglicolítica rápida (IIA) y glicolítica rápida (IIX y IIB) (Schiaffino and Reggiani, 1996). Todos estos tipos de fibras se observan en la mayoría de los músculos de los animales, y su composición relativa en los diferentes músculos puede determinar el predominio de las propiedades metabólicas de éstos (Ozawa *et al.*, 2000; Ryu and Kim, 2005). Dicho esto, la tasa de consumo de oxígeno (OCR) también es importante para determinar el color, en donde Bendall and Taylor (1972), mencionan que OCR se asocia con la respiración mitocondrial residual en el músculo *postmortem* y con la profundidad de penetración de oxígeno en la superficie expuesta del músculo. En general, una OCR inferior, permite una mayor penetración de oxígeno en el músculo y se asocia con los músculos más estables al color.

Jeong *et al.* (2009) comentan que cuando menor es a^* y b^* en el tejido muscular, ello se debería probablemente a una mayor acumulación de metamioglobina durante el almacenamiento en refrigeración. Además, la disminución de a^* y b^* se asocia al tipo de fibra muscular. Generalmente, los músculos de baja estabilidad al color tienen más fibras musculares de tipo oxidativo (fibras rojas), mientras que los músculos de gran estabilidad del color tienen más fibras musculares de tipo glicolítico (fibras blancas).

En posta rosada (TABLA 3) no se observó diferencia en los parámetros evaluados, sin embargo, en los estudios a posteriori hay diferencia en L^* a medida que transcurre el tiempo. En a^* y b^* los valores se mantienen relativamente estables, por lo que se puede concluir que no hay variabilidad en el transcurso del tiempo para este corte a diferencia de los otros dos cortes (pollo ganso y lomo liso). Sin embargo, si se comparan los tenores de rojos, posta rosada si bien se mantienen estables durante el tiempo, sus valores en a^* son

inferiores a los observados en los otros dos cortes. En base a esto, McKenna *et al.* (2005), vieron que a medida que se acumula metamioglobina, las proporciones entre los valores de reflectancia disminuyen, indicando la presencia de cantidades mayores de metamioglobina en la superficie de la carne. Trozos de *longissimus lumborum* mostraron un descenso muy reducido, mientras que otros músculos como semimembranoso y *quadriceps femori*, mostraron un descenso moderado, por la acumulación moderada de metamioglobina. Se cree además que la actividad reductora de la metamioglobina reductasa prolonga la estabilidad del color de los músculos mediante la reducción de metamioglobina a mioglobina. Con posterioridad la oxigenación de la mioglobina mantiene el color rojo, cereza brillante que desean los consumidores. Reddy y Carpenter (2005) informaron que los músculos con mayores actividades de reducción, son los músculos que se han caracterizado tradicionalmente como más estables al color.

MacDougall and Taylor (1975) comentan que hay otros factores que actúan de manera independiente dentro del músculo. Faustman y Cassens (1990) comentan que la oxidación de lípidos y de pigmento están estrechamente relacionados en la carne de bovino y que el pH también puede influir en la estabilidad del color de los músculos. La reducción de la actividad OCR por los cambios en el pH y las condiciones de pH más bajos favorecen la oxidación de la mioglobina.

Importante mencionar que la carne no tiene una superficie homogénea debido su estructura, tejido conjuntivo y su grasa intramuscular, esto hace que su índice de refracción no sea uniforme, ya que tiene aire, líquidos y gránulos de diferentes materiales dispersos en el interior. Esto lleva que se encuentren diferencias incluso en diferentes segmentos de un mismo corte. En base a esto, el cambio de color pudo ser provocado por la oxidación lipídica y proteica.

El color es un importante factor a considerar, ya que según Renerre and Labas (1987) dicen que los consumidores comienzan a discriminar la carne cuando aproximadamente el 20% de metamioglobina está presente. En cuanto a esto, existen informes contradictorios sobre el efecto de la actividad reductasa de la metamioglobina en la carne almacenada (Echevarne *et al.*, 1990; Feldhusen *et al.*, 1995; Bekhit *et al.*, 2005), mientras que otros han informado hasta una disminución del 50% (Madhavi and Carpenter, 1993).

En los tres espectros fotocromáticos (FIGURA 4, 5 Y 6), se presenta la misma distribución de las curvas, en donde el mayor índice de reflectancia se observa en la línea de los tonos amarillos y rojos. Además, en los tres cortes se destaca que el día 90 de

almacenamiento es donde se presenta el mayor porcentaje de reflectancia, lo que se puede asociar con una mayor inestabilidad de los pigmentos presentes en el músculo.

Faustman *et al.* (2010), comentan que hay varios estudios en lo que se ha informado que la oxidación de lípidos influye en la decoloración de la carne, y que animales suplementados con dietas enriquecidas en ácidos grasos poliinsaturados conducen a que posteriormente la carne de estos animales sea más susceptible a la oxidación de lípidos y su posterior decoloración. En este estudio, en cuanto al parámetro color, las diferencias observadas son muy sutiles, y prácticamente no hay cambios en el tiempo de almacenamiento de la carne para los cortes estudiados, pero hay que tener en cuenta que uno de los factores más influyentes es la variabilidad individual de cada músculo.

Por otro lado, Li *et al.* (2012) confirmaron que los métodos de embalaje afectan a la estabilidad del color, ya que observaron mayor estabilidad en carnes almacenadas al vacío y en atmósferas modificadas. Por consiguiente, de acuerdo a los resultados obtenidos, se puede inferir que la carne almacenada al vacío no muestra variaciones en el cambio de color en el tiempo, bajo condiciones de pH óptimo como los obtenidos en este estudio (5,3 – 5,7).

El objetivo de este trabajo no fue comparar los diferentes cortes entre sí, pero si se hubiera realizado, claramente hay diferencias en cuando a los valores L^* , a^* , b^* , ya que, si bien el comportamiento en el tiempo es similar, los valores difieren claramente entre ellos. Importante mencionar, que no se encontraron estudios que evalúen el parámetro color en un plazo de 90 días.

3. Textura

La terneza de la carne es sin duda, uno de los parámetros de calidad más importantes para el consumidor, incluso por encima del color o el sabor. Son muchos los factores que influyen sobre ella, como el colgado de la canal, ya que su peso genera tensión en algunos músculos, por lo que algunos permanecen estirados mientras entran en *rigor mortis* y por ende, tienden a ser más suaves que otros músculos no estirados. Esto hace que la superposición de las proteínas miofibrilares actina y miosina sea menor en un sarcómero estirado, por lo que la fuerza que se requiere para hacer un corte en la fibra muscular sea menor. Por el contrario, si el sarcómero está encogido, se requerirá mayor cantidad de fuerza para hacer un corte transversal en la fibra muscular (Braña *et al.*,

2011). Por otro lado, Joo *et al.* (2013) comentan que las propiedades contráctiles y metabólicas de los músculos se diferencian por los tipos de fibras musculares y, por lo tanto, la calidad de la carne fresca está fuertemente relacionada con la composición del tipo de fibra en el músculo.

Al evaluar la textura en pollo ganso (TABLA 5), se observa que los mayores cambios se presentan los primeros 30 días de almacenamiento y posterior a ello prácticamente no hay cambios, debido a que los valores se mantienen relativamente constantes. Sólo se observó diferencia ($p < 0,01$) al evaluar la integral bajo la curva, ya que si se contempla solo el punto máximo (fuerza máxima de ruptura) o la pendiente de la curva no se observan diferencias. En la FIGURA 7, el punto máximo muestra el valor más alto al tiempo 0 de almacenamiento y que desde ahí va disminuyendo hasta el día 25. En el día 30 hay un valor más elevado, lo que se debe a que en una de las repeticiones se escapó del promedio, debido a que la muestra presentaba un nervio, lo que hace que exista una mayor diferencia con respecto al resto de las muestras. Esta variabilidad concuerda con lo propuesto por Prändl *et al.* (1994), quienes señalan que dentro de un mismo músculo se han encontrado diferencias de dureza.

Desde el día 30 hasta el día 90 no hay cambios, ya que se observa que la curva se mantiene constante (FIGURA 9).

Resultados similares obtuvo Pasachoa (2010) en los primeros 30 días de maduración, en que las curvas durante el tiempo son muy parecidas a las obtenidas en la pendiente de este estudio. Lo anterior se encuentra en concordancia a lo hallado por Wheeler *et al.* (1990), en un estudio sobre la terneza de la carne bajo diferentes tratamientos, entre ellos diferentes tiempos de maduración, obteniendo como resultado que a mayor número de días de maduración se influye sobre la terneza de la carne ya que las muestras presentan menor fuerza de corte.

El Lomo liso es considerado un corte noble y muy apetecido por parte de los consumidores por sus características organolépticas y en especial por su terneza. En base a esto, se conoce que la diversidad del músculo se atribuye a las características heterogéneas de las fibras musculares individuales (Taber, 1998). El diámetro de la fibra muscular varía con la especie, la edad, el estado de nutrición del animal, la genética y la composición de los tipos de fibras musculares (Karlsson *et al.*, 1993).

Al evaluar lomo liso en el transcurso del tiempo (TABLA 6) no se observa diferencia ($p > 0,05$) en punto máximo, pendiente e integral. Sin embargo, al observar la FIGURA 7 queda claro que es un corte que tiene un comportamiento más estable con respecto a

pollo ganso y posta rosada, ya que presenta valores de fuerza de ruptura inicial mucho más bajo que los cortes antes descritos, donde los valores van disminuyendo sutilmente hasta el día 15, presentando un leve aumento en el día 20 lo que se debe a que una muestra escapó del promedio. Posterior a ello, la curva se mantiene relativamente constante hasta el día 90. Estos valores tan bajos en general, hace que no se muestre evidencia significativa en el tiempo, ya que los cambios que ocurren son muy pequeños. No obstante, al momento de preparar las muestras para el análisis se fue evidenciando que a contar del día 30 en adelante, gradualmente comienza una degradación del tejido conectivo lo que pudo observarse por la separación de las fibras musculares. En base a esto, Joo *et al.* (2013), comentan que la textura de la carne está directamente relacionada con el tamaño de la fibra muscular, la cantidad de tejido conectivo, y en parte por la cantidad de grasa intramuscular.

En posta rosada (TABLA 7) no existe diferencia estadística ($p > 0,05$) para punto máximo e integral, pero si se observa diferencia ($p < 0,05$) en pendiente. Al compararla con pollo ganso y lomo liso, en la FIGURA 7 coincide en que los mayores cambios se producen dentro de los primeros 30 días en almacenamiento, situándose además los valores para punto máximo en medio de pollo ganso y lomo liso. En el día 75 hubo una muestra que marcó un valor más elevado con respecto a las otras, lo que hace que el valor se escape del promedio.

Olivan *et al.*, (2013) comentan que existe un patrón general de tenderización, y por ello se aconseja para carne bovina un tiempo de maduración que dure de 1 a 3 semanas, dependiendo de los productos, ya que no todas las carnes presentan las mismas características, por lo que el proceso de tenderización puede ir a distinto ritmo en unas y otras. Además, los músculos con diversas fibras musculares tienen diferentes patrones de cambio durante la conversión del músculo a carne, ya que, si por ejemplo predominan las fibras tipo II, la glucólisis es rápida, lo que resulta en una disminución de pH acelerado en el músculo. Por otro lado, las longitudes del sarcómero en el músculo varían porque cada fibra muscular entra en rigor en diferentes momentos. En consecuencia, la terneza de la carne varía con la velocidad de la glucólisis, el inicio de rigor después de la faena y la extensión de la glucólisis, que están todos relacionados con la temperatura muscular, así como características de la fibra muscular (Ali *et al.*, 2008).

En los tres cortes evaluados, se observa que los mayores cambios en cuanto a la terneza de la carne se observan los primeros 30 días de almacenamiento y desde ahí en adelante

hasta el día 90 no hay cambios significativos. Esto indica, desde el punto de vista comercial y asociado a los resultados de este estudio, que una carne es óptima para el consumo a partir de los 25 a 30 días de maduración.



VII. CONCLUSIONES

- La textura y el pH varían con el tiempo de almacenamiento envasados al vacío a 4°C, mientras que el color se mantiene casi constante durante el transcurso del tiempo.
- En pollo ganso, lomo liso y posta rosada existe diferencia ($p < 0,05$) de pH en el transcurso del tiempo de 90 días de almacenamiento y envasados al vacío a 4°C.
- En pollo ganso existe diferencia significativa ($p < 0,05$) para el valor a^* , y en lomo liso en el valor L^* en el tiempo de almacenamiento envasado al vacío a 4°C. En posta rosada no se observaron diferencias ($p > 0,05$) para los valores de L^* , a^* y b^* en el tiempo.
- En los 3 cortes analizados, los cambios de textura se observan dentro de los primeros 30 días de almacenamiento envasados al vacío a 4°C. Desde ahí en adelante no se observan cambios en el tiempo.



VIII. REFERENCIAS

1. Ali, M.S., H.S. Yang, J.Y. Jeong, S.H. Moon, Y.H. Hwang, G.B. Park and S.T. Joo. 2008. Effects of chilling temperature of carcass on breast meat quality of duck. *Poult. Sci.* 87(9): 1860–1867.
2. Aracena, E. 2007. Evaluación del cambio de color en carne de canales bovinas, mantenidas en cámara frigorífica con exposición a ozono gaseoso. Memoria de título, Médico Veterinario. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Veterinarias, Chillán, Chile.
3. Bandman, E. 1994. Química de los tejidos animales. pp: 57-92. En: J.F. Price y B.S. Schweigert (Eds). *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. (2ª. ed.). Acribia. Zaragoza, España.
4. Bate-Smith, E.C. and J.R. Bendall. 1949. Factors determining the time course of rigor mortis. *J. Physiol.* 110(1-2): 47-65.
5. Bekhit, A.E., G.H. Geesink, J.D. Morton J.D. and R. Bickerstaffe. 2001. Metmyoglobin reducing activity and colour stability of ovine longissimus muscle. 2001. *Meat Sci.* 57(4): 427-435.
6. Bekhit, A. and C. Faustman. 2005. Metmyoglobin reducing activity. *Meat Sci.* 71(3): 407-439.
7. Bendall, J.R., O. Hallund and J. Wismer-Pedersen. 1963. Post-mortem changes in the muscles of landrace pigs. *J. Food Sci.* 28(2): 156-162.
8. Bendall, J.R. and A.A. Taylor. 1972. Consumption of oxygen by the muscles of beef animals and related species, and its effect on the color of meat. II. Consumption of oxygen by post-rigor muscle. *J. Sci. Food Agric.* 23 (6): 707–719.

9. Blixt, Y. and E. Borch. 2002. Comparison of shelf life of vacuum-packed pork and beef. *Meat Sci.* 60(4): 371–378.
10. Bodwell, C.E., A.M. Pearson and M.E. Spooner. 1965. Post mortem changes in muscle. I. chemical changes in beef. *J. Food Sci.* 30(5): 766-780.
11. Braña, D., E. Ramírez, M. Rubio, A. Sánchez, G. Torrescano, M. Arenas, J.A. Partida de la Peña, E. Ponce y F. Ríos. 2011. Manual de análisis de calidad en muestras de carne. pp:1-91. Folleto Técnico N°11. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, D.F.
12. Cardinet, G., J. Venable. H.D. Dellman. 1994. Tejido muscular. pp: 87-102. En: H.D. Dellman (Ed.). *Histología veterinaria.* (4ª. ed.). Acribia. Zaragoza, España.
13. Carpenter, C.E., D.P Cornforth and D. Whittier. 2001. Consumer preferences for beef color and packaging did not affect eating satisfaction. *Meat Sci.* 57(4): 359-363.
14. Carrillo, L. y M. Carina. 2007. Manual de Microbiología de los Alimentos. Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNJU. Jujuy, Argentina.
15. Carvajal, L.M., N. Ospina, O.L. Martínez, L. Ramírez, C.C. Restrepo, S.S. Adarve y S.L. Restrepo. 2008. Evaluación de textura a cinco cortes de carne de res conservados por esterilización en envase. *Vitae.* 15(2): 232-243.
16. Dayton W.R, D.E. Goll, M.G. Zeece, R.M. Robson and W.J. Reville. 1976. A Ca²⁺-activated protease possibly involved in myofibrillar protein turnover. Purification from porcine muscle. *Biochemistry.* 15(10):2150-2158.
17. Decreto N°94. Aprueba reglamento sobre estructura y funcionamiento de mataderos, establecimientos frigoríficos, cámaras frigoríficas y plantas de desposte y fija equipamiento mínimo de tales establecimientos. Diario Oficial de la República de Chile. 02 junio 2009. Santiago, Chile.

18. Delgado, V. y L. Quartino, 2013. Evaluación de la calidad microbiológica de cortes bovinos envasados al vacío y mantenidos a temperatura de refrigeración. Tesis, Doctor en Ciencias Veterinarias con orientación: Higiene, Inspección - Control y Tecnología de los Alimentos de Origen Animal. Universidad de la República, Facultad de Veterinaria. Montevideo, Uruguay.
19. Di Rienzo, J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. González, M. Tablada, C.W. Robledo. InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL < <http://www.infostat.com.ar>>. [Consulta: 10 marzo 2016].
20. Echevarne, C., M. Renerre and R. Labas. 1990. Metmyoglobin reductase activity in bovine muscles. *Meat Sci.* 27(2): 161-172.
21. FAO. 2014. AGS: Calidad de la carne. [en línea]. <<http://www.fao.org/ag/ags/industrias-agroalimentarias/carne-y-leche/calidad-e-inocuidad-de-la-carne/calidad-de-la-carne/es/>>. [Consulta: 13 agosto 2014].
22. Faustman, C. and R.G. Cassens. 1990. The biochemical basis for discoloration in fresh meat: a review. *J. Muscle Foods.* 1(3): 217-243.
23. Faustman, C., Q. Sun, R. Mancini and S.P. Suman. 2010. Myoglobin and lipid oxidation interactions: mechanistic bases and control. *Meat Sci.* 86(1): 86-94.
24. Feldhusen, F., A. Warnatz, R. Erdmann, S. Wenzel. 1995. Influence of storage time on parameters of colour stability of beef. *Meat Sci.* 40(2): 235-243.
25. Fischer, C. and Hamm R. 1980. Biochemical studies on fast glycolysing bovine muscle. *Meat Sci.* 4(1):41-49.
26. Fox, J.B. 1994. Los pigmentos de la carne. pp: 175-198. En: J.F Price y B.S. Schweigert (Eds). *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos.* (2ª. ed.). Acribia. Zaragoza, España.

27. Gallo, C. 1997. Efectos del manejo pre y post faenamiento en la carne. III Jornadas Chilenas de Buiatría. Osorno. Chile.
28. Girolami, A., F. Napolitano, D. Faraone and A. Braghieri. 2013. Measurement of meat color using a computer vision system. *Meat Sci.* 93(1): 111-118.
29. Godoy, C.R. 2009. Introducción a la evaluación sensorial en la industria de alimentos [en línea]. <<http://inocuiton.blogspot.com/2009/10/introduccion-la-evaluacion-sensorial-en.html>>. [Consulta: 21 noviembre 2014].
30. Goll D.E., V.F. Thompson, R.G. Taylor and J.A. Christiansen. 1992. Role of the calpain system in muscle growth. *Biochimie.* 74(3):225-237.
31. Hedrick, H.B., G.B. Thompson and G.F. Krause. 1969. Comparison of feedlot performance and carcass characteristics of Half-Sib Bulls, Steers and Heifers. *J. Anim. Sci.* 29(5): 687-694.
32. Huff, L.E., W. Zhang and S.M. Lonergan. 2010. Biochemistry of postmortem muscle lessons on mechanisms of meat tenderization. *Meat Sci.* 86(1): 184 -195.
33. Instituto Nacional de Normalización. 2002. Norma general técnica sobre inspección médica veterinaria de las reses de abasto y de sus carnes y criterios para la calificación de aptitud para el consumo humano. Nch 62: of. 2002. Santiago, Chile.
34. James, S.J. and C. James. 2002. Meat refrigeration. CRC Press. Washington, DC, USA.
35. Jara, J.P. 2007. Efecto del pH Sobre la conservación de carne de bovino de corte oscuro (DFD) envasada al vacío, almacenada a 0°C. Memoria de título Licenciado en Ciencia de los Alimentos. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile.

36. Jeong, J.Y., S.J. Hur, H.S. Yang, S.H. Moon, Y.H. Hwang, G.B. Park and S.T. Joo. 2009. Discoloration characteristics of 3 major muscles from cattle during cold storage. *J. Food Sci.* 74(1): C1-C5.
37. Joo, S.T., G.D. Kim, Y.H. Hwang and Y.C. Ryu. 2013. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. *Meat Sci.* 95 (4): 828-836.
38. Junqueira, C. y J. Caneiro. 2005. *Histología básica*. (6ª ed.). Elsevier España. Barcelona, España.
39. Karlsson, A., A.C. Enfalt, B. Essen-Gustavsson, K. Lundstrom, L. Rydhmer and S. Stern. 1993. Muscle histochemical and biochemical properties in relation to meat quality during selection for increased lean tissue growth rate in pigs. *J. Anim. Sci.* 71(4): 930-938.
40. Keokamnerd, T., J.C. Acton, I.Y. Han and P.L. Dawson. 2007. Effect of ethanol rinse, *Lactobacillus fermentum* inoculation, and modified atmosphere on ground chicken meat quality. *Poultry Sci.* 86(7): 1424-1430.
41. Khan, A.W. and D.C. Cowen. 1977. Rapid estimation of muscle proteins in beef-vegetable protein mixtures. *J. Agric. Food. Chem.* 25(2): 236-238.
42. Koohmaraie M. 1994. Muscle proteinases and meat aging. *Meat Science*, 36 (1-2): 93-104.
43. Klein, B.G. y J.G. Cunningham. 2009. Fisiología del músculo. pp: 81-90. En J. Cunningham y B.G. Klein (Eds.). *Fisiología Veterinaria*. (4ª ed.). Elsevier. Barcelona, España.
44. Lama, P. 2002. Caracterización de una bacteriocina producida por una bacteria ácido láctica de carne envasada al vacío. Tesis, Ingeniería en Alimentos. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile.

45. Lawrie, R.A. and D.A. Ledward. 2006. Lawrie's meat science. (7a. ed.). Woodhead Publishing Limited. Washington DC, U.S.A.
46. Lee S.H., S.C. Kim, H.H. Chai, S.H. Cho, H.C. Kim, D. Lim, B.H. Choi, C.G. Dang, A. Sharma, C. Gondro, B.S. Yang, S.K. Hong. 2014. Mutations in calpastatin and μ -calpain are associated with meat tenderness, flavor and juiciness in Hanwoo (Korean cattle): molecular modeling of the effects of substitutions in the calpastatin/ μ -calpain complex. *Meat Sci.* 96(4):1501-1508.
47. Li, X., G. Lindahl, G. Zamaratskaia and K. Lundström. 2012. Influence of vacuum skin packaging on color stability of beef longissimus lumborum compared with vacuum and high-oxygen modified atmosphere packaging. *Meat Sci.* 92(4): 604-609.
48. Locker, R.H. and C.J. Hagyard 1963. A cold shortening effect in beef muscles. *J. Sci. Food Agric.* 14(11): 787-793.
49. Madhavi, D.L. and C.E. Carpenter. 1993. Aging and processing affect color, metmyoglobin reductase and oxygen consumption of beef muscles. *J. Food Sci.* 58(5): 939-942
50. Mancini, R.A. and R. Ramanathan. 2014. Effects of postmortem storage time on color and mitochondria in beef. *Meat Sci.* 98(1): 65-70.
51. Masana, M.O., L.H. Meichtri, R.H. Rodríguez. 2002. Determinación de la vida útil en cortes de bovinos. Mayor Calidad por más tiempo [en línea]. *IDIA XXI.* 13(2): 157-162. <<http://anterior.inta.gov.ar/ediciones/idia/carne/carnef03.pdf>>. [Consulta: 25 agosto 2014].
52. Marsh, B.B. and N.G. Leet. 1966. Studies in meat tenderness. III. The effects of cold shortening on tenderness. *J. Food Sci.* 31(3): 450-459.

53. Marsh, B.B., J.V. Lochner, G. Takahashi, and D.D. Kragness. 1981. Effects of early post-mortem pH and temperature on beef tenderness. *Meat Sci.* 5(6):479-483.
54. McKenna, D.R, P.D. Mies, B.E. Baird, K.D. Pfeiffer, J.W. Ellebracht and J.W. Savell 2005. Biochemical and physical factors affecting discoloration characteristics of 19 bovine muscles. *Meat Sci.* 70(4): 665-682.
55. MacDougall, D.B. and A.A. Taylor, 1975. Colour retention in fresh meat stored in oxygen – A commercial scale trial. *J. Food Technol.* 10(3): 339–347.
56. Murray, A.C. 1989. Factors affecting beef color at time of grading. *Can. J. Anim. Sci.* 69(2): 347-355.
57. Oliete, B., T. Moreno, J.A. Carballo, L. Monserrat y L. Sánchez. 2006. Estudio de la calidad de la carne de ternera de raza Rubia Gallega a lo largo de la maduración al vacío. [en línea]. *Archivos de Zootecnia* 55(209): 3-14. <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49520901>> . [Consulta: 4 de junio de 2016].
58. Oliván, M., V. Sierra y P. García. 2013. Efecto del tiempo de maduración sobre la calidad organoléptica de la carne de vacuno. pp: 45-52. *Boletín Informativo del SERIDA N°12.* Asturias, España.
59. Ouali, A., C.H. Herrera-Mendez, G. Coulis, S. Becila, A. Boudjellal, L. Aubry and M.A. Sentandreu. 2006. Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. *Meat Sci.* 74(1): 44-58.
60. Ozawa, S., T. Mitsunashi, M. Mitsumoto, S. Matsumoto, N. Itoh, K. Itagaki, Y. Kohno and T. Dohgo. 2000. The characteristics of muscle fiber types of longissimus thoracis muscle and their influences on the quantity and quality of meat from Japanese Black steers. *Meat Sci.* 54(1): 65-70.

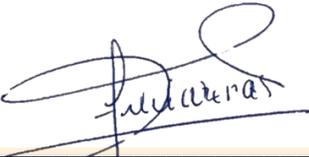
61. Paredi, G., S. Rabonia, E. Bendixend, A.M. de Almeida and A. Mozzarelli. 2012. "Muscle to meat" molecular events and technological transformations: The proteomics insight. *J. Proteomics* 75(14): 4275-4289.
62. Pasachoa, J.E. 2010. Comportamiento de carne bovina madurada empacada en condiciones de atmosfera modificada procedente de ganado de dos edades. Trabajo Final, Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias. Bogotá, Colombia.
63. Pearson, A.M. 1986. Physical and biochemical changes occurring in muscle during storage and preservation. pp:103-129. In: P.J. Bechtel (Ed.). *Muscle as Food*. Academic Press. New York, USA.
64. Pearson, A.M. and R.B. Young. 1989. Post mortem changes during conversion of muscle to meat. pp: 391-434. A.M. Pearson and R.B. Young (Eds.). In: *Muscle and Meat Biochemistry*. Academic Press. London, USA.
65. Prändl, O., A. Fischer, T. Schmidhofer y H.J. Sinell. 1994. *Tecnología e higiene de la carne*. Acribia. Zaragoza, España.
66. Pringle, T.D., S.E. Williams, B.S. Lamb, D.D. Johnson and R.L West. 1997. Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. *J. Anim. Sci.* 75(11): 2955-2961.
67. Puentes, J. 2004. Caracterización microbiológica, sensorial y estimación de la durabilidad de carne de bovino con la anomalía de corte oscuro, envasada al vacío. Tesis, Ingeniero en alimentos. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile.
68. Reddy, I.M. and C.E. Carpenter. 2005. Determination of metmyoglobin reductase activity in bovine skeletal muscles *J. Food Sci.* 56(5): 1161–1164.

69. Renerre, M. and R. Labas. 1987. Biochemical factors influencing metmyoglobin formation in beef muscles. *Meat Sci.* 19(2): 151-165.
70. Reséndiz, V., E. Ramírez y O. Guerrero. 2013. Empaque para la conservación de carne y productos cárnicos. *Agroproductividad.* 6(1): 10-16.
71. Ruiz de Huidobro, F., E. Miguel, B. Blázquez, E. Onega. 2003. A comparison between two methods (Warner–Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. *Meat Sci.* 69(3): 527–536.
72. Ryu Y.C., B.C. Kim. 2005. The relationship between muscle fiber characteristics, postmortem metabolic rate, and meat quality of pig longissimus dorsi muscle. *Meat Sci.* 71(2):351-357.
73. Sakala R.M, H. Hayashidani, Y. Kato, T. Hirata, Y. Makino, A. Fukushima, T. Yamada, C. Kaneuchi and M. Ogawa. 2002. Change in the composition of the microflora on vacuum-packaged beef during chiller storage. *Int. J. Food Microbiol.* 74(1-2): 87-99.
74. Saláková, A. 2007. Instrumental measurement of texture and color of meat and meat products [en línea]. <<http://www.maso-international.cz/wpcontent/uploads/2013/04/maso-international-2012-2-page-107-114.pdf>> [Consulta: 20 agosto 2014].
75. Schiaffino, S. and C. Reggiani. 1996. Molecular diversity of myofibrillar proteins: gene regulation and functional significance. *Physiol. Rev.* 76(2): 371-423.
76. Silva, A.L., L. Meirelly e B. Abreu. 2014. Introdução ao Sistema Muscular [en línea]. <<https://sites.google.com/site/anatomiafisioterapia/roteiros-praticos/introducao-sistema-muscular>> [Consulta: 28 noviembre 2014].
77. Swatland, H.J. 1991. Estructura y desarrollo de los animales de abasto. Acribia. Zaragoza, España.

78. Swatland, H.J. 2003. Evaluación de la carne en la cadena de producción. Acribia. Zaragoza, España.
79. Taber, L.A. 1998. Biomechanical growth laws for muscle tissue. *J. Theor. Biol.* 193(2): 201–213.
80. Tewari, G., D.S. Jayas, L.E. Jeremiah and R.A. Holley. 2001. Prevention of transient discoloration of beef. *J. Food Sci.* 66(3): 506-510.
81. Warriss, P.D. 2000. *Meat Science: An introductory text.* CABI Publishing. New York, USA.
82. Wheeler, T.L., J.W. Savell, H.R. Cross, D.K. Lunt and S. Smith. 1990. Effect of postmortem treatments on the tenderness of meat from Hereford, Brahman and Brahman-cross beef cattle. *J. Anim Sci.* 68(11): 3677-3686.
83. Wheeler, T.L. and M. Koohmaraie. 1994. Prerigor and postrigor changes in tenderness of ovine longissimus muscle. *J. Anim. Sci.* 72(5): 1232-1238.
84. Wheeler, T.L., S.D. Shackelford and M. Koohmaraie. 2000. Variation in proteolysis, sarcomere length, collagen content, and tenderness among major pork muscles. *J. Anim. Sci.* 78(4): 958-965.

DECLARACIÓN

Declaro que el trabajo presentado es personal e inédito, que cada una de las citas bibliográficas son correctas y están debidamente reconocidas, que no tienen copias totales ni parciales de otros investigadores, excepto citas aceptadas como trabajos científicos, que no afectan los derechos de autor y que se mantiene dentro del marco ético de trabajos científicos de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Concepción.



Fernanda Isabel Larenas Muñoz



ANEXO

Tabla 8. Resultado de pH obtenidos en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C en el corte pollo ganso en las 3 canales diferentes

CORTE	DÍAS										
	1	5	10	15	20	25	30	45	60	75	90
Pollo Ganso A	5,15	5,32	5,33	5,68	5,14	5,59	5,55	5,38	5,29	5,50	5,00
Pollo Ganso B	5,34	5,29	5,39	5,45	5,01	5,70	5,55	4,96	4,82	4,82	4,60
Pollo Ganso C	5,28	5,37	5,50	5,57	5,14	5,64	5,43	5,07	4,72	4,83	4,69

Tabla 9. Resultado de pH obtenidos en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C en el corte lomo liso en las 3 canales diferentes

CORTE	DÍAS										
	1	5	10	15	20	25	30	45	60	75	90
Lomo liso A	5,28	5,39	5,54	5,59	5,13	5,65	5,39	5,04	4,93	5,05	4,27
Lomo liso B	5,33	5,37	5,46	5,47	5,19	5,61	5,40	5,19	4,88	4,93	4,63
Lomo liso C	5,15	5,33	5,42	5,41	5,11	5,74	5,29	5,05	4,87	5,14	4,96

Tabla 10. Resultado de pH obtenidos en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C en el corte posta rosada en las 3 canales diferentes.

CORTE	DÍAS										
	1	5	10	15	20	25	30	45	60	75	90
Posta rosada A	5,34	5,66	5,56	5,84	5,28	5,95	5,72	5,23	5,08	5,38	5,37
Posta rosada B	5,23	5,48	5,68	5,61	5,28	5,68	5,35	5,02	4,92	4,90	4,77
Posta rosada C	5,23	5,42	5,73	5,81	5,20	5,73	5,47	5,13	4,90	5,17	5,09

Tabla 11. Valores de punto máximo (kN) en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C en el corte pollo ganso en las 3 canales diferentes.

CORTE	DÍAS										
	1	5	10	15	20	25	30	45	60	75	90
Pollo ganso A	0,61	0,64	0,44	0,33	0,45	0,26	1,02	0,71	0,31	0,46	0,27
Pollo ganso B	0,75	0,46	0,30	0,35	0,40	0,20	0,20	0,23	0,25	0,21	0,25
Pollo ganso C	0,81	0,29	0,51	0,32	0,30	0,52	0,32	0,31	0,24	0,21	0,43

Tabla 12. Valores de punto máximo (kN) en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C en el corte lomo liso en las 3 canales diferentes.

CORTE	DÍAS										
	1	5	10	15	20	25	30	45	60	75	90
Lomo liso A	0,23	0,19	0,21	0,19	0,44	0,24	0,17	0,26	0,22	0,14	0,27
Lomo liso B	0,30	0,16	0,18	0,14	0,13	0,16	0,15	0,17	0,18	0,14	0,12
Lomo liso C	0,28	0,23	0,15	0,20	0,23	0,20	0,17	0,20	0,18	0,26	0,15

Tabla 13. Valores de punto máximo (kN) en el transcurso de 90 días de almacenamiento al vacío a 4 °C en el corte posta rosada en las 3 canales diferentes.

CORTE	DÍAS										
	1	5	10	15	20	25	30	45	60	75	90
Posta rosada A	0,40	0,27	0,08	0,26	0,16	0,21	0,22	0,24	0,24	0,50	0,24
Posta rosada B	0,47	0,12	0,16	0,11	0,13	0,36	0,27	0,20	0,13	0,24	0,16
Posta rosada C	0,28	0,22	0,15	0,10	0,15	0,32	0,31	0,14	0,21	0,13	0,18