





Influencia de los métodos combinados de conservación por frío y tipo de envasado sobre la calidad de la carne bovina cruda y cocida.

Combined methods of preservation and packing and its influence on beef quality

Nancy Jerez-Timaure¹, Maureen Berkhoff¹, Matías Leal², Vicente Pérez², Paola Díaz²

1. Instituto de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia, 5090000, Chile. 2. Escuela Pampa Ríos, 18 de Septiembre 1600, Río Bueno, 5240000, Chile.  Autor de correspondencia: nancy.jerez@uach.cl

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue evaluar las características de calidad de la carne cruda (color, pérdida de peso, y pH) y cocida (pérdidas por cocción y resistencia al corte) tratadas con tres formas combinadas de conservación por frío (refrigeración y congelación) y envasado (al vacío, bandejas + cubierta de policloruro de vinilo (PVC) y envoltorio de PVC+ papel aluminio). Muestras de músculo *longissimus thoracis* se distribuyeron en los siguientes tratamientos: T1 (control: carne con 48 h *postmortem* y evaluada inmediatamente); T2 (envasado al vacío y refrigerado por 15 días); T3 (envasado en bandeja con cubierta de PVC y congelado por 15 días) y T4 (envoltorio adherente de PVC + papel aluminio y congelado por 15 días). El efecto del tratamiento resultó significativo ($P < 0.05$) para la resistencia al corte, la intensidad de rojo (valor a), el valor croma, las pérdidas de peso crudo, las pérdidas por evaporación y por escurrimiento. Las carnes T2 resultaron más tiernas con menor intensidad de rojo y menores pérdidas de agua. Bajo congelación, el T4 resultó con menores pérdidas de cocción que el T2. Los resultados indican que la forma de conservación por frío (refrigeración vs congelado) y el tipo de envase afecta la calidad de la carne de res.

Palabras clave: refrigeración, congelación, carne, calidad, envasado.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the quality traits of raw (color, weight loss and pH) and cooked meat (cooking loss and shear force) with three combined forms of preservation

ⁱ  orcid.org/0000-0003-3894-2936

Recibido: 19/02/2020. Aceptado: 30/04/2020

(refrigerated and frozen), and packing (vacuum packaging, tray with plastic film of polyvinylchloride (PVC), and PVC plastic foil + aluminum). Samples taken from *Longissimus thoracis* muscles were distributed in the following treatments: T1: control, meat evaluated in the following treatments: T1: control, meat evaluated immediately (48 h *postmortem*). T2: vacuum packed and refrigerated for 15 days. T3: packaged in tray with plastic film of PVC and frozen for 15 days. T4: wrapped with plastic PVC + aluminum foil and frozen for 15 d. The effect of treatments was significant ($P < 0.05$) for shear force, redness (a value), chroma, and water holding capacity parameters. The T2 samples were tender that the rest and showed less redness and more water holding capacity. Under freezing, T4 resulted in lower cooking losses than T3 samples. The results indicate that cold preservation methods (refrigeration vs. frozen) and type of packaging affects the quality of beef.

Keywords: refrigeration, freezing, meat, quality, packing.

INTRODUCCIÓN

Para la mayoría de los consumidores de carne, el valor nutritivo y el precio son factores importantes a la hora de comprar el producto; sin embargo, las características de calidad organoléptica o sensoriales, principalmente el color ha sido tradicionalmente el parámetro de calidad de la carne que más influye en la decisión de compra de este alimento (Gracia y de Magistris, 2013; Holman y col., 2017); sin embargo, una vez adquirido el producto, la blandura o ternura es considerada el atributo sensorial que determina la frecuencia de consumo y su preferencia. Además, esta característica sensorial otorga valor económico al producto, ya que generalmente, los cortes más costosos suelen ser los más tiernos. Otras propiedades de la carne fresca, como lo es la capacidad de retención de agua (CRA) se encuentra relacionada con la mayoría de los atributos organolépticos; con el valor nutritivo y la inocuidad de la carne (Cheng y Sun, 2008; Pearce y col., 2011). La cantidad de agua y la fuerza de sus uniones van a afectar directamente la textura, la jugosidad, el color, el sabor, la retención de nutrientes y la disponibilidad de agua para microorganismos (Puolanne, 2017; Barbera, 2019).

La carne como producto fresco requiere ser conservada a bajas temperaturas para prolongar su vida útil; sin embargo, durante este periodo de conservación también se pueden modificar las características organolépticas y nutritivas de la carne. A nivel de consumidor final, las formas más comunes para la conservación de la carne son la refrigeración y la congelación. La congelación que se realiza a nivel doméstico es de tipo lenta (-18°C); favoreciendo cambios en la estructura muscular que pueden afectar la calidad sensorial de la carne. Alrededor de -20°C , el crecimiento microbiano se detiene (Leygonie, Britz y Hoffman, 2012), permitiendo extender la vida útil del producto por un tiempo prolongado; además, la disminución de la temperatura ocasiona la reducción de la actividad enzimática y de las reacciones oxidativas, debido a la formación de cristales de hielo que modifican la disponibilidad del agua y evitan que se favorezcan las reacciones

deteriorativas, tales como la oxidación lipídica (Naves-Aroeira y col., 2017). Con respecto a la refrigeración (2-4 °C), este es el método más común de preservar las carnes frescas; sin embargo, su vida útil va a depender del tipo de envase utilizado (Fabre y col., 2014). El envasado al vacío es la forma de conservación usada en carnes que permite mantener las carnes bajo refrigeración por un tiempo más prolongado (hasta 90 días); además, de extender la vida útil del producto, contribuye a mejorar la terneza de la carne (Tørngren y col., 2018).

Los consumidores generalmente no disponen de una adecuada información a la hora de comprar, manipular y cocinar la carne; estos adquieren el producto y muchas veces tienen la duda sobre las formas más adecuadas para envasar según el método de conservación por frío a utilizar (refrigeración o congelación). El propósito de este trabajo fue evaluar las características de calidad de la carne cruda (color, pérdida de peso y pH) y cocida (pérdidas por cocción y resistencia al corte), almacenadas durante 15 días, con tres formas combinadas de conservación y envasado (refrigeración y envasado al vacío; congelación y envasado en bandejas con cubierta de PVC, y congelación y envoltorio adherente de PVC + papel aluminio) y comparar los tratamientos combinados de conservación con la opción de consumirla inmediatamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se utilizaron muestras del músculo *Longissimus thoracis* (LT), conocido como Lomo vetado, según Norma Chilena Oficial NCh 1596 Of1999 (INN, 1999) de cuatro canales de novillos engordados en la Región de los Ríos, provenientes de un mismo predio, con similar tipo racial (cruces de Angus x Holstein *Friesian*), de similar edad y faenados en la misma fecha. Todas las canales fueron categorizadas tipo V según la Norma Chilena Oficial para Ganado Bovino (INN, 1994).

A las 48 horas *postmortem* se procedió a subdividir cada lomo vetado (n=4) proveniente de cada canal, en ocho bistecs de 2,5 cm de espesor cada uno. Se seleccionaron dos bistecs de cada LT de manera que a cada tratamiento estuviese representado a lo largo del músculo LT. Cada grupo de ocho bistecs fue asignado al azar a cada tratamiento, descritos a continuación: T1 (control: muestras con 48 h *postmortem* y sin tratamiento previo de conservación, evaluadas inmediatamente); T2 (envasado al vacío y refrigerado por 15 días); T3 (envasado en bandeja con cubierta de PVC y congelado por 15 días) y T4 (envoltorio de PVC + papel aluminio y congelado por 15 días). Cada bistec fue envasado individualmente y almacenado en refrigeración a 4°C y congelados a -18°C según correspondía al tratamiento combinado.

Después de 15 días de conservación, las muestras congeladas (T3 y T4) se colocaron en el refrigerador (4°C) por 24 h para su descongelación. Cada envase fue abierto y las muestras fueron expuestas al ambiente durante 15 minutos para realizar las evaluaciones de color.

Posteriormente se realizó el resto de las evaluaciones de calidad. Las muestras del T1 se evaluaron inmediatamente.

Para la determinación objetiva del color, se utilizó un espectro-colorímetro HunterLab (MiniScan XE Plus, Reston, VA, USA). Los descriptores de color se determinaron con la siguiente escala: valor L: representa la luminosidad y se mide en una escala de 0 a 100, donde 0 es negro y 100 es blanco; valor a: define al componente verde-rojo en una escala de -60 a +60, donde los valores positivos son rojos y los valores negativos son verdes; valor b: representa el eje amarillo-azul y se expresa numéricamente en una escala de -60 a +60, donde los valores positivos son amarillos y los valores negativos son azules (AMSA, 2012; Mahias-Retting y Ah-Hen, 2014). Se calculó el valor Croma y el valor Hue según lo descrito por AMSA (2012).

El pH muscular se evaluó utilizando un peachímetro portátil con electrodo de punción (Hanna, modelo HI 99163, Jud Cluj, Rumania) calibrado con soluciones buffer de valor 4 y 7. La medición se realizó a 2 cm de profundidad en el músculo, cuidando de despejar zonas de grasa y tejido conectivo. Además, se registró la temperatura en cada medición.

La capacidad de retención de agua (CRA) se evaluó de dos formas: en muestras crudas (pérdida de peso crudo) y en muestras cocidas (pérdidas de peso por cocción). La pérdida de peso crudo se obtuvo por diferencia de peso de las muestras crudas antes y después del tiempo de conservación. La diferencia de peso se expresó en porcentaje en base al peso inicial de la muestra. Para las pérdidas por cocción, cada muestra cruda fue pesada en una bandeja con rejilla. Un termómetro fue insertado en el centro geométrico de cada muestra para monitorear la temperatura. Se sometieron a cocción en un horno eléctrico (Albin Trotter Mod. E EMB Digital) con convección natural precalentado a una temperatura de 180°C. Las muestras fueron retiradas cuando alcanzaron la temperatura interna de 70°C (AMSA, 2016) y se dejaron reposar a temperatura ambiente, para luego proceder a pesar cada bandeja con rejilla y cada muestra cocida. Con estos valores se calcularon los siguientes parámetros: Porcentaje de la pérdida de peso por evaporación: $[(\text{peso bandeja y rejilla} + \text{muestra cruda}) - (\text{peso bandeja y rejilla} + \text{muestra cocida}) / \text{peso muestra cruda}] \times 100$. Porcentaje de la pérdida de peso por escurrimiento: $[(\text{peso bandeja y rejilla sin la muestra cocida}) - (\text{peso bandeja y rejilla sin la muestra cruda}) / \text{peso muestra cruda}] \times 100$. Porcentaje de las pérdidas por cocción: pérdidas por evaporación + pérdidas por escurrimiento.

La resistencia al corte o fuerza de cizalla se midió con un texturómetro (Warner-Bratzler, Modelo Salter 3000, Itasca, IL, USA) siguiendo la metodología descrita en American Meat Science Association (AMSA, 2016). Las muestras de carne cocida (cilindros) se extrajeron con un sacabocado de 12 mm de diámetro, de forma paralela a la orientación de las fibras musculares, colocando los cilindros de carne en posición horizontal en el centro de la hoja triangular de bordes lisos del equipo, de manera que la acción de corte de las barras

cizalladoras se ejerció en forma perpendicular a la orientación de las fibras musculares. Se realizaron tantas repeticiones como fueron posibles, evitando depósito de grasa y/o tejido conectivo. Del total de mediciones se calculó un promedio para cada muestra, expresado como la fuerza necesaria en kg para realizar el corte de cizalla a una muestra (cilindro de carne) en su parte media.

Para el análisis estadístico se utilizó el procedimiento Análisis de Varianza (ANOVA) con el efecto tratamiento y lomo como factores de estudio. Cuando en el ANOVA se detectó un efecto significativo ($P < 0.05$) del efecto tratamiento para cualquier variable respuesta, se realizó una comparación múltiple de medias con la prueba Tukey, utilizando $\alpha = 0.05$. Para las pruebas de medias se utilizó la prueba de Tukey con un valor $P < 0.05$ para indicar diferencia significativa, utilizando el Programa estadístico (R Core Team, 2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El factor Lomo, el cual se incluyó en el modelo estadístico, para verificar efecto del origen de la muestra resultó no significativo ($P > 0.05$) para todas las variables estudiadas. En este estudio, el ANOVA detectó efecto significativo ($P < 0.05$) del factor tratamiento sobre la variable intensidad de rojo (valor a), y el descriptor de saturación de color: croma. Para los valores de Luminosidad (valor L), intensidad de amarillo (valor b) y el descriptor del tono (valor Hue) no se detectaron efectos del tratamiento ($P > 0.05$). El valor a define la desviación del punto acromático correspondiente a la luminosidad hacia el rojo, si a es positivo y hacia verde si es negativo (Mathias-Rettting y Ah-Hen, 2014). Las carnes del grupo control, las cuales fueron adquiridas 48 h *postmortem* y evaluadas inmediatamente (T1) presentaron una mayor intensidad del color rojo (valores a más altos), con un valor de 17.27 ± 1.35 (Tabla 1). El tratamiento con menor intensidad de rojo resultó el T2 que correspondió a carnes envasadas al vacío y refrigeradas por 15 días (13.91 ± 0.68), pero sin diferenciarse estadísticamente ($P > 0.05$) de los tratamientos T2 y T4 (Tabla 1). El T1 resultó con los mayores valores de croma comparado con el resto de los tratamientos ($P < 0.05$). Esta diferencia significativa indica que las carnes conservadas bajo refrigeración o congelación durante 15 d independiente del tipo de envasado disminuyen su índice de saturación es decir menor intensidad de color. Según los resultados de Holman y col. (2017) el color de la carne bovina es considerada aceptable por los consumidores cuando los valores de intensidad de rojo sean igual o mayor a 14.5. En este estudio, solamente las carnes del T2 resultaron con valores inferiores a este. En general, el valor hue o tono es considerado una coordenada de color altamente correlacionada con la proporción de metamioglobina (AMSA, 2012), sin embargo, en este estudio, no se diferenciaron ($P > 0.05$) sus valores entre los tratamientos

El color es una característica que determina la decisión de compra por parte de los consumidores, su apreciación es generalmente subjetiva; sin embargo, como parámetro importante de calidad en los alimentos también se cuenta con métodos objetivos de

medición, que permiten la obtención de valores comparables y reproducibles, como el sistema HunterLab (Mathias-Retting y Ah-Hen, 2014). Los cortes de carne bovina recién faenada (antes de ser extraída de la canal) poseen generalmente, un color “rojo púrpura”, que es el color natural de la mioglobina (libre de oxígeno). Cuando se realiza el despiece o desposte y se extraen los cortes individuales de la canal, estos se exponen al oxígeno y obtienen una coloración “rojo brillante”, esto ocurre cuando la mioglobina se une al oxígeno (pigmento llamado oximioglobina). En las carnes envasadas al vacío, el color cambia a rojo púrpura más bien apagado, el estado normal debido a la ausencia de oxígeno, provocando un aspecto poco agradable a la vista del consumidor; sin embargo, esta reacción es reversible, es decir, al exponer nuevamente el corte de carne al aire (al abrir el envase) este color oscuro se torna “rojo brillante” (Ahmed Bekhit y col., 2019). Era de esperar que, durante la congelación, la mioglobina también sufriese cierto deterioro, la congelación puede causar una desnaturalización de la mioglobina (Chacón, 2005); sin embargo, en nuestro estudio las carnes congeladas durante 15 días resultaron con una intensidad de rojo (valor a) similar a las conservadas bajo refrigeración envasadas al vacío (T2). Los valores de Luminosidad para todos los tratamientos resultaron más bajos con una mayor intensidad hacia el oscuro. Estas diferencias pueden ser debidas a que la medición se realizó con la escala de Hunter Lab. Comparado con el sistema CIE Lab, los espacios de color de ambos son similares puesto que miden la luminosidad, el grado de rojo-verde y el de amarillo-azul, aunque con magnitudes diferentes. La escala CIE Lab se expande en el área correspondiente al amarillo y se contrae en el área de los azules (Mathias-Retting y Ah-Hen, 2014). Brewer y col. (2001) reportaron diferencias significativas entre las mediciones colorimétricas realizadas en carne de cerdo usando Hunter Lab y Minolta CR300.

Tabla 1. Valores promedios \pm e.e para las variables asociadas al color instrumental según el tratamiento combinado de método de conservación y tipo de envasado.

Tratamiento	Valor a	Valor b	Valor L	Croma	Hue
T1	17.27 \pm 1.35 ^a	10.32 \pm 0.86	25.75 \pm 1.82	20.12 \pm 1.6 ^a	45.50 \pm 0.05
T2	13.91 \pm 0.68 ^b	8.80 \pm 0.72	25.81 \pm 1.81	16.47 \pm 0.95 ^b	43.50 \pm 0.05
T3	15.86 \pm 0.37 ^b	10.30 \pm 0.36	27.56 \pm 0.87	18.91 \pm 0.45 ^b	44.42 \pm 0.01
T4	14.24 \pm 0.41 ^b	9.38 \pm 0.37	25.47 \pm 1.34	17.06 \pm 0.45 ^b	44.25 \pm 0.05
Valor P	0.021	0.273	0.76	0.007	0.12

T1: Control: carne comprada y evaluada inmediatamente. **T2:** Refrigerado y envasado al vacío por 15 días. **T3:** Congelado por 15 días y envasado en bandejas con cubierta de PVC. **T4:** Congelado por 15 días y envoltorio adherente de PVC + papel aluminio. Letras distintas en una misma columna indican diferencia significativa ($P < 0.05$). Croma, índice de saturación: $(a^2 + b^2)^{0.5}$. Hue°: [arcotangente (b/a)]

Con respecto al efecto de conservación por frío, Naves-Aroeira y col. (2017) estudiando el efecto de la congelación sobre el color muscular en bovinos concluyeron que la congelación alteraba el color muscular causando una mayor formación de Metamioglobina (mioglobina oxidada) en la superficie de la carne, lo que contribuye con una mayor decoloración; sin embargo, al evaluar la intensidad del color rojo las carnes congeladas por 21 días mostraron similar intensidad de color rojo que las carnes que no fueron congeladas ni maduras. Estos resultados coinciden con los reportados en este estudio. Otros estudios (Lee y col., 2008; Fabre y col., 2015) también reportan en carne de pollo (pechugas) envasadas y congeladas a -18°C , un aumento de la luminosidad (tendieron a ser menos oscuras), con menor intensidad de tono rojo y amarillo que aquellas que no fueron congeladas; afectando la intensidad del color rojo a medida que aumentaba el tiempo de congelación. Jin-Yeong y col. (2011) reportaron que el proceso de congelación y descongelación en muestras del músculo semimembranoso acelera el deterioro químico del color.

En la Figura 1 se observan los valores promedios para la resistencia al corte para cada tratamiento. El efecto del tratamiento combinado de conservación y envasado resultó significativo ($P < 0.05$) para la resistencia al corte, la cual es una evaluación instrumental de la textura de la carne. La resistencia al corte disminuyó ($P < 0.05$) cuando las carnes fueron envasadas al vacío (T2) por 15 días con respecto al control (T1), esto significó una mejora en la terneza de la carne debido a la maduración que ocurrió durante este periodo. En carnes congeladas, se observó que carnes congeladas durante 15 días también mejoraron ligeramente su resistencia al corte; resultando más blandas que el control (T1), pero sin detectarse diferencia significativa ($P > 0.05$).

Es conocido que el periodo de la vida útil de las carnes envasadas al vacío durante la refrigeración puede llegar a 90 días, si se controlan las condiciones de temperatura, condiciones del envase y se minimiza la contaminación durante el faenado y desposte. La maduración de la carne provoca una mayor terneza o suavidad en la carne, debido a que las enzimas proteolíticas, principalmente las μ -calpaínas, mantienen su mayor actividad durante los primeros siete días *postmortem* (Jerez-Timaure y Uzcátegui, 2008). Novelo-Barrera y col. (2008) reportaron un estudio con carne bovina, en el cual encontraron que la textura de la carne mejoraba en la medida que aumentaban los días de maduración sin afectar la calidad microbiológica de la carne. Hur y col. (2013) estudiaron el efecto de varias formas de envasado (bolsas zip-lock, envasado al vacío y atmósfera modificada) de carne de bovino con bajos grados de categorías almacenadas bajo refrigeración por 21 d, destacando que la terneza y aceptabilidad de la carne cocida mejoraron significativamente en las carnes envasadas al vacío, al compararlo con las que se conservaron en bolsas zip-lock o con atmósfera modificada.

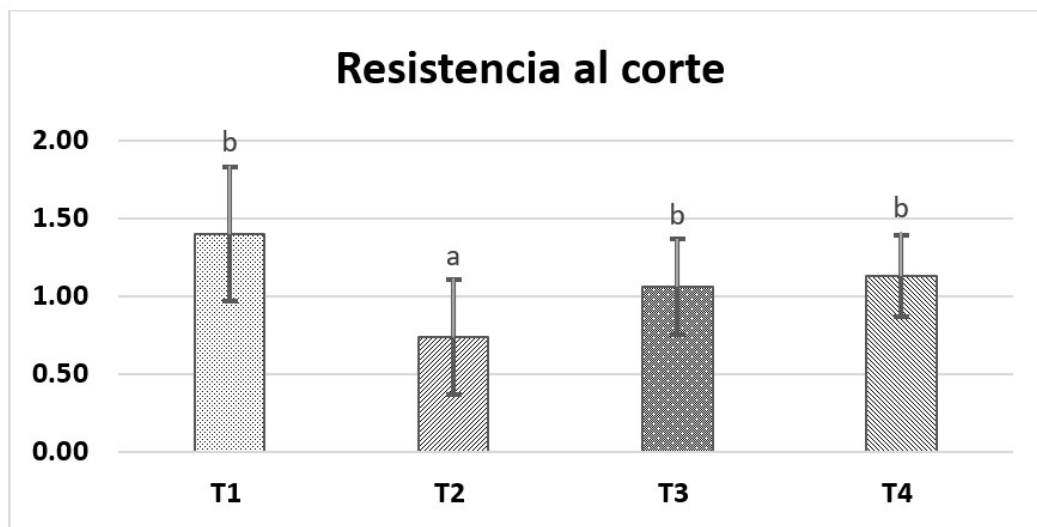


Figura 1. Efecto combinado del método de conservación y tipo de envasado sobre la resistencia al corte (kg). T1: Control: carne comprada y evaluada inmediatamente. T2: Refrigerado y envasado al vacío por 15 días. T3: Congelado por 15 días y envasado en bandejas con cubierta de PVC. T4: Congelado por 15 días y envoltorio adherente de PVC + papel aluminio. Letras distintas indican diferencia significativa ($P < 0.05$).

Para el pH muscular, no se detectó un efecto significativo de los tratamientos ($P > 0.05$); sin embargo, se observó una tendencia a disminuir el pH con la congelación a los 15 días (Tabla 2). Es de destacar que todos los valores promedios de pH se mantuvieron dentro del rango normal ($\text{pH} < 5.8$). Las carnes del T2 después de 15 días de refrigeración no presentaron variación con respecto al pH, al compararlo con las carnes del T1 (carne recién adquirida y evaluada inmediatamente). Leygonie, Britz y Hoffman (2012) reportaron que las carnes de avestruz congeladas y almacenadas a -20°C durante 30 días, mostraron un pH menor comparado con el obtenido antes de la congelación, este resultado es explicado por una ligera desaminación que puede ocurrir a las proteínas durante el periodo de congelación, lo que propicia un aumento de iones hidrogeno que refleja una disminución del pH de la carne congelada (Naves-Aroeira y col., 2017). En este trabajo, la carne envasada al vacío y refrigerada no mostró signos de deterioro tales como: decoloración, mal olor. Así mismo, el valor de pH resultó similar ($P > 0.05$) al control (T1), lo cual es otro indicador de que la carne no sufrió deterioro microbiológico durante el tiempo de refrigeración.

El ANOVA mostró efecto significativo ($P < 0.05$) del tratamiento sobre las pérdidas de peso crudo. En la tabla 2 se muestra el efecto del tratamiento combinado método de conservación y tipo de envasado sobre las pérdidas de peso crudo. Las carnes que fueron envasadas al vacío y refrigeradas (T2) durante 15 días perdieron una menor cantidad porcentual (0.4% aproximadamente) de peso crudo al compararlas con las carnes que

fueron envasadas en bandeja con cubierta de PVC o con envoltorio de plástico de PVC + papel aluminio y congeladas durante 15 días (T3 y T4, respectivamente).

Tabla 2. Valores promedios \pm e.e para el pH muscular y las pérdidas de peso crudo según el tratamiento combinado de método de conservación y tipo de envasado.

Tratamiento	pH muscular	Pérdida de peso crudo %
T1	5.75 \pm 0.18	NA
T2	5.78 \pm 0.10	1.82 \pm 0.33 ^b
T3	5.64 \pm 0.03	1.48 \pm 0.52 ^a
T4	5.68 \pm 0.04	1.87 \pm 0.47 ^b
Valor p	0.68	0.03

T1: Control: carne comprada y evaluada inmediatamente. **T2:** Refrigerado y envasado al vacío por 15 días. **T3:** Congelado por 15 días y envasado en bandejas con cubierta de PVC. **T4:** Congelado por 15 días y envoltorio adherente de PVC + papel aluminio. Letras distintas en una misma columna indican diferencia significativa ($P < 0.05$). NA: No aplica, debido a que las muestras se analizaron inmediatamente.

Otro método para evaluar capacidad de retención de agua es la evaluación de las pérdidas por cocción, las cuales representan el porcentaje de agua pérdida por evaporación ocurrido por efecto del calor y el porcentaje de peso que se pierde cuando el jugo de la carne cae a la bandeja y se adhiere a esta sin llegar a evaporarse por completo (pérdidas por escurrimiento). La pérdida de peso por cocción es una forma de medir la capacidad de retención de agua de la carne, la cual afecta el rendimiento (pérdida de peso) pero además una carne con menor capacidad de retener su agua perderá nutrientes solubles en agua, tales como minerales, algunas vitaminas y proteínas, pero además será menos jugosa y por lo tanto con menor calidad sensorial (Hughes y col., 2014). Hur y col. (2013) también reportaron que las carnes conservadas en bolsas corrientes tipo zip-lock presentaban una menor capacidad de retención de agua, la cual fue menor en las muestras almacenadas en envases al vacío.

En este estudio se encontró que el factor tratamiento combinado de conservación afectó ($P < 0.05$) las pérdidas por evaporación y por escurrimiento. Cuando se utilizó el método envasado al vacío y de refrigeración por 15 días (T2) se encontraron menores pérdidas por evaporación (10.21 ± 0.68 ; Figura 2); sin embargo, las mayores pérdidas por escurrimiento ($P < 0.05$) se observaron en las muestras provenientes del T3 (Figura 3).

Para la variable pérdidas por cocción (incluye las pérdidas por evaporación + pérdidas por escurrimiento), las carnes congeladas por 15 días y envasadas en bandejas + PVC (T3)

resultaron con una tendencia ($P=0.07$) a presentar una mayor pérdida por cocción (Figura 4), mientras que las muestras del T2 y T4 presentaron valores estadísticamente similares ($P>0.05$).

Las mayores pérdidas de cocción encontradas en las muestras del T3, pueden ser ocasionadas debido a la ruptura de las paredes celulares por efecto de la congelación, lo que al descongelarse liberó una mayor cantidad de agua de la carne. Durante la congelación, la evaporación de la humedad presente en la superficie de la carne puede provocar un serio deterioro físico, conocido como quemadura por frío, el cual ocurre debido a una deshidratación en la superficie de la carne, cuando esta se encuentra sin un adecuado envoltorio, el cual se observa de color oscuro, textura áspera y además produce pérdidas de sabor y nutrientes (Holman y col., 2017). En este sentido, el tipo de envasado con envoltorio de PVC+papel de aluminio favoreció una disminución de las pérdidas de cocción de las carnes almacenadas durante 15 días bajo congelación.

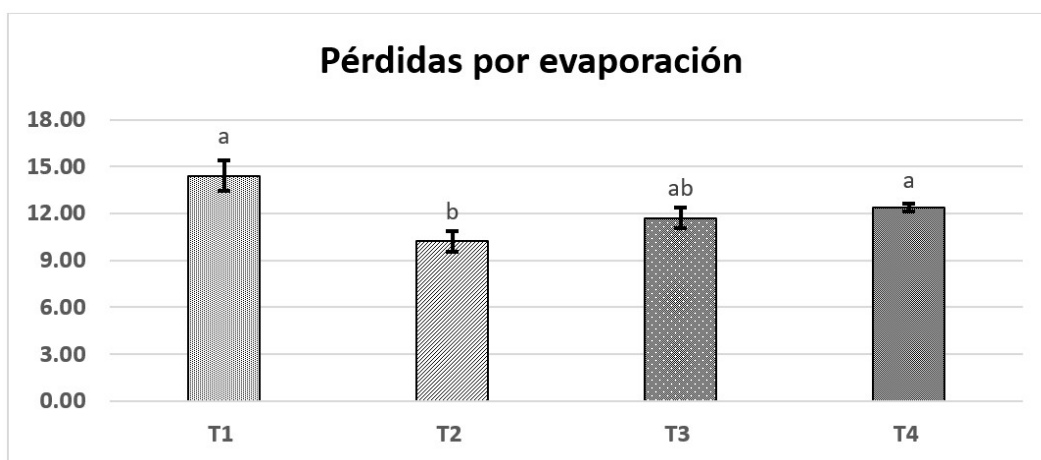


Figura 2. Efecto combinado del método de conservación y tipo de envasado sobre las pérdidas por evaporación (%), ocurridas durante la cocción. T1: Control: carne comprada y evaluada inmediatamente. T2: Refrigerado y envasado al vacío por 15 días. T3: Congelado por 15 días y envasado en bandejas con cubierta de PVC. T4: Congelado por 15 días y envoltorio adherente de PVC + papel aluminio. Letras distintas indican diferencia significativa ($P<0.05$). Valor $P = 0.029$.

La congelación es la forma de conservación más común para preservar la carne por largos periodos de tiempo. Muchos consumidores desaprueban adquirir carnes en estado de congelación debido a que no es posible percibir el color fresco de la carne; esta forma de conservación causa decoloración, menor capacidad de retención de agua y por ende pérdida del valor nutritivo de la carne (Setyabrata y Kim, 2019). Los defectos de calidad

asociados con la congelación, principalmente, del tipo lenta (-18°C) son atribuidos a la formación de macro cristales de hielo que resultan en daños mecánicos y debilitamiento de la estructura muscular, desnaturalización de las proteínas y susceptibilidad a la oxidación (Kiani y Sun, 2011). La calidad de la carne es afectada por la forma de congelación y descongelación. En cuanto al efecto de la congelación sobre la textura de la carne, algunos autores (Fabre y col., 2014) señalaron que la terneza no se modifica en carnes almacenadas durante 6 a 10 meses a -20°C . Algunos autores destacan la importancia del orden de los tratamientos de conservación aplicados a la carne (congelación, descongelación y maduración) principalmente para la textura de la carne, la CRA y el color (Setyabrata y Kim, 2019). Los mismos autores afirman que la congelación previa a la maduración resulta en una mejora de la textura; sin embargo, no minimiza las pérdidas de la CRA y ni la desmejora en el color.

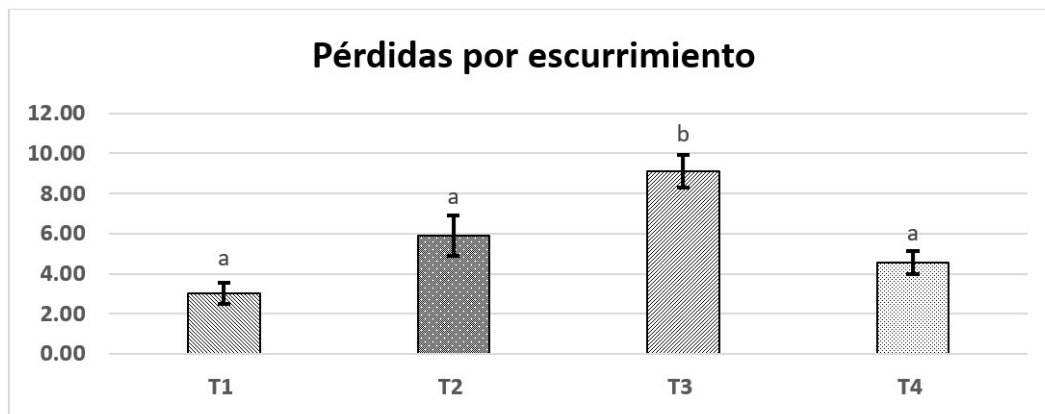


Figura 3. Efecto combinado del método de conservación y tipo de envasado sobre las pérdidas por escurrimiento (%), durante la cocción. T1: Control: carne comprada y evaluada inmediatamente. T2: Refrigerado y envasado al vacío por 15 días. T3: Congelado por 15 días y envasado en bandejas con cubierta de PVC. T4: Congelado por 15 días y envoltorio adherente de PVC + papel aluminio. Letras distintas indican diferencia significativa ($P < 0.05$). Valor $P = 0.048$.

La selección del tipo de envasado debe adecuarse al método de conservación a utilizar (refrigeración o congelación). Según los resultados obtenidos, las características de calidad de la carne fueron diferentes al compararlos con los métodos de conservación refrigerado o congelado durante 15 días; y estos también cambiaron al compararlos con el control T1. Al comparar las carnes congeladas en bandeja con cubierta de PVC vs. las muestras que fueron envuelta en PVC adherente + papel aluminio, este último mostró mejores resultados que las de la bandeja + PVC. Polkinhorne y col. (2018) evaluaron tres tipos de envasado en carne bovina: envoltorio con plástico permeable al oxígeno, envasado al vacío y atmósfera modificada durante varios periodos de refrigeración, encontrando que las carnes envasadas

con atmósfera modificada resultaron con los valores menos deseables en terneza y aceptabilidad. En este estudio se utilizó el envoltorio con plástico adherente, pero a diferencia del reporte anterior, se utilizó combinado con el método de congelación.

En las carnes envasadas al vacío y refrigeradas durante 15 días, las diferencias más notables con respecto al control se observaron en la resistencia al corte, ya que las carnes T1 resultaron con menor blandura, pero con menor intensidad del color rojo y con menores pérdidas de peso crudo y por cocción.

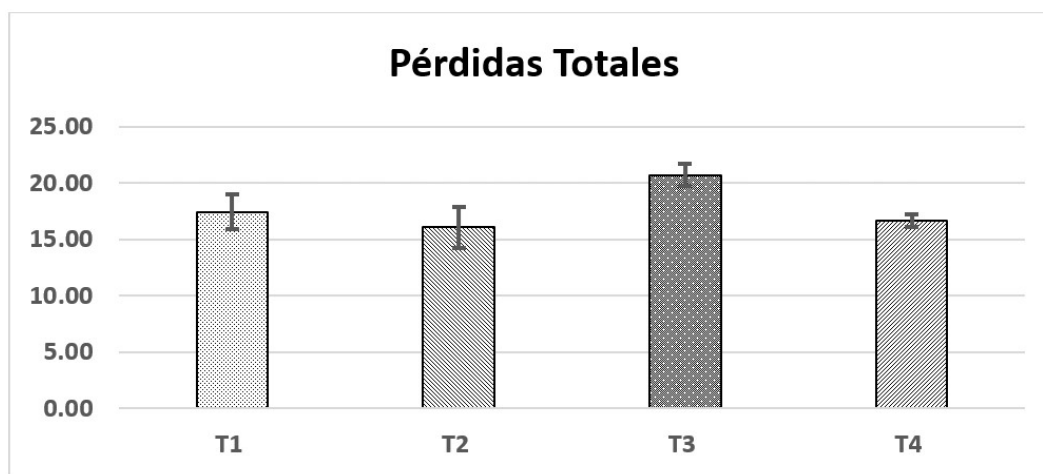


Figura 4. Efecto combinado del método de conservación y tipo de envasado sobre las pérdidas totales (pérdidas por evaporación + pérdidas por escurrimiento) de cocción. T1: Control: carne comprada y evaluada inmediatamente. T2: Refrigerado y envasado al vacío por 15 días. T3: Congelado por 15 días y envasado en bandejas con cubierta de PVC. T4: Congelado por 15 días y envoltorio adherente de PVC + papel aluminio. Valor P= 0.07.

CONCLUSIÓN

Los resultados indican que la forma de conservación por frío (refrigeración vs congelado) y el tipo de envase afecta la calidad de la carne de res.

Las carnes envasadas al vacío y refrigeradas durante 15 días resultaron más blandas, con menores pérdidas por cocción, con una ligera disminución de la intensidad de rojo, pero sin cambios en el valor L ni en el pH, indicando que no sufrieron deterioro durante este tiempo.

Las carnes congeladas permiten almacenar carnes por un largo periodo de tiempo, sin embargo, la blandura de la carne no mejoró, el color puede variar disminuyendo su aceptabilidad y cuando son envasadas en bandejas hubo una mayor pérdida de agua o peso.

Se recomienda que para asegurar carnes más blandas para una parrilla o asado utilizar carnes envasadas al vacío y dejarlas en el refrigerador por lo menos durante 15 días o en caso de requerir un mayor tiempo de almacenamiento (congelación) utilizar el envoltorio adherente de PVC y papel aluminio que permite un menor deterioro físico y evita una excesiva pérdida de la capacidad de retención de agua.

RECONOCIMIENTO

Este trabajo se realizó en el marco del Programa Abrams Nuestros Laboratorios a la Investigación Científica Escolar 2018 del PAR EXPLORA de CONICYT Los Ríos y la Universidad Austral de Chile.

REFERENCIAS

- AHMED BEKHIT A.E., J.D. MORTON, Z. F. BHAT, X. ZEQUAN (2019). Meat Colour: Chemistry -and Measurement Systems. Reference Module in Food Science Encyclopedia of Food Chemistry, pp. 211-217.
- AMSA (2016). Research Guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of meat. American Meat Science Association. Second Edition. Illinois USA.
- AMSA (2012). American Meat Color Measurements Guidelines. American Meat Science Association. Second Edition. Illinois USA.
- BARBERA, S. (2019). WHC trend, an up-to-date method to measure water holding capacity in meat. *Meat Science* 152:134-140.
- BREWER M. S., L.G., ZHU B., BIDNER D.J., MEISINGER F.K. MCKEITH. (2001). Measuring pork color: Effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. *Meat Science* 57: 169-176.
- CHACÓN, A. (2005). Efecto de la maduración, cocción y congelamiento sobre la suavidad, rendimiento y carga microbiológica del corte de solomo. *Agronomía Meso Americana* 16(2): 199-213.
- CHENG Q., D.W SUN. (2008). Factors Affecting the Water Holding Capacity of Red Meat Products: A Review of Recent Research Advances. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 48(2): 37-59.
- INN. (1999). Norma Chilena oficial. NCh 1596.Of1999. Cortes menores o básicos de la carne de bovino. Instituto Nacional de Normalización (INN). 1ª ed. Santiago, Chile.
- INN. (1994). Norma Chilena Oficial NCh1423.Of1994. Clasificación de ganado bovino. Instituto Nacional de Normalización (INN). 1ª ed. Santiago, Chile.

- FABRE R., F. PERLO, P. BONATO, B. TITO, G. TEIRA, O. TISOCCO. (2014). Efecto de las condiciones de conservación sobre la calidad de pechugas de pollo. *Revista Ciencia, Docencia y Tecnología* 25(49): 143-152.
- GRACIA A., DE MAGISTRIS, T. (2013). Preferences for lamb meat: A choice experiment for Spanish consumers. *Meat Science* 95(2): 396-402.
- KIANI H., D. SUN. (2011). Water crystallization and its importance to freezing of foods. A review. *Trends in Food Science & Technology* 2: 407-426.
- HOLMAN B.W.B., R.J. VAN DE VEN, Y. MAO, C.E.O COOMBS, D.L. (2017). Using instrumental (CIE and reflectance) measures to predict consumers' acceptance of beef colour. *Meat Science* 127: 57-62.
- HUGHES J.M., S.K. OISETH, P.P. PURSLOW, R.D. WARNER. (2014). A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. *Meat Science* 98: 520-532.
- HUR S.J., S.K. JIN, J.H. PARK, S.W. JUNG, H.J. LYU. 2013. Effect of modified atmosphere packing on quality characteristics of low grade beef during cold storage. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 26: 1781-1789.
- JEREZ-TIMAURE N., S. UZCÁTEGUI-BRACHO. (2008). Factores que afectan la actividad de las proteasas dependientes del calcio y su relación con el proceso de ablandamiento de la carne. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 16: 166-174.
- JIN-YEONG J., K. GAP-DON, Y., HAN-SUL, J. SEON-TEA. (2001). Effect of freeze-thaw cycles on physicochemical properties and color stability of beef Semimembranosus muscle. *Food Research International*. 44: 3222-3228.
- MATHIAS-RETTING K., K. AH-HEN. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur* 42(2): 39-48
- NAVES AROEIRA C., R. A. TORRES FILHO, P.R. FONTES, A. L. SOUZA RAMOS, L.A. DE MIRANDA. GOMIDE, M. MACGADO LADEIRA, E, MENDES RAMOS. (2017). Effect of freezing prior to aging on myoglobin redox forms and CIE color of beef from Nellore and Aberdeen Angus cattle. *Meat Science* 125: 16-21.
- NOVELO-BARRERA R., J.F. SCONAMIGLIO, G. BIANCHI-OLASCOAGA, O. F. BOLILOLO, O. BENTANCURT-MURGIIONDOB, P. BENIA-AROCENA, V. STEFANELL FUIDIO. (2008). Efecto de la temperatura de refrigeración sobre la calidad de la carne de novillos Holstein a lo largo de la maduración. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 46(2): 137-145.
- LEE Y.S., A. SAHA, R. XIONG, C.M. OWENS, J.F. MEULLENET. (2008). Changes in broilers breast fillet tenderness, water holding capacity and color attributes during long term frozen storage. *Journal of Food Science* 73(4): 162-168.

- LEYGONIE C., T.J. BRITZ, L.C. HOFFMAN. (2012). Impact of freezing and thawing on the quality of meat: Review. *Meat Science* 91(2): 93-98.
- POLKINGHORNE R.J., J., PHILPOTT, J., PEROVIC, J. LAU, L. DAVIES, W. MUDANNAYAKE, R. WATSON, G. TARR, J.M. THOMPSON. 2018. The effect of packing on consumer eating quality of beef. *Meat Science* 142: 59-64.
- PUOLANNE, E. (2017). Developments in Our Understanding of Water-Holding Capacity of Meat. p 167-190. In: Purslow PP (ed). *New Aspects of Meat Quality: From Genes to Ethics*. 1st ed. Woodhead Publishing, UK.
- PEARCE K.L., K. ROSENVOLD K., H.J. ANDERSEN, D.L. HOPKINS. (2011). Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes. A review. *Meat Science* 89: 111-1124.
- R CORE TEAM (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible en: URL: <https://www.R-project.org/> [fecha de acceso: diciembre 2019].
- SETYABRATA D., Y.H. KIM. (2019). Impacts of aging/freezing sequence on microstructure, protein degradation and physico-chemical properties of beef muscles. *Meat Science* 151: 64-74.
- TØRNGREN, M.A., M. DARRÉ, A. GUNVIG, A. BARDENSHEIN. (2018). Case studies of packing and processing solutions to improve meat quality and safety. *Meat Science* 144: 149-158.