

EFEECTO DE LA TEMPERATURA EN LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA Y pH EN CARNE DE RES, CERDO, POLLO, OVINO, CONEJO Y PESCADO PACO

EFFECT OF TEMPERATURE IN THE CAPACITY OF WATER RETENTION AND pH IN MEAT OF BEEF, PORK, CHICKEN, SHEEP, RABBIT AND PACO FISH

LENARD IBSEN RENGIFO GONZALES¹ Y ELIZABETH S. ORDÓÑEZ GÓMEZ^{1,2}

¹ FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, APARTADO POSTAL 156, TINGO MARÍA

² LABORATORIO DE CARNES, UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, APARTADO POSTAL 156, TINGO MARÍA

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Carnes-UNAS. Los objetivos fueron determinar la capacidad de retención de agua y pH en carne fresca (CRA), descongelada (CRAd) y cocida (CRAc) a diferentes temperaturas, en carne de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y pescado paco, así como elaborar salchicha con la carne que tiene mejor capacidad de retención de agua y evaluar la estabilidad de la emulsión (EE) y capacidad de retención de agua del embutido (CRAe). Se realizaron los análisis de capacidad de retención de agua en carne fresca, descongelada y cocida (a 77, 82 y 87 °C). Los datos se expresaron por la media \pm SEM. Se empleó el análisis de varianza de diseño completo al azar (DCA) y la prueba de Tukey ($p < 0,05$). La mejor capacidad de retención de agua en carne fresca correspondió a pescado paco CRA I (25%), CRA II (17,333%), y pH (6,39); en carne descongelada correspondió a ovino CRAd (0,357%) y pH (5,133); en carne cocida a temperatura de 77 °C correspondió a pollo CRAc (6,62%) y pH (5,76), a 82 y 87 °C correspondió a ovino CRAc (9,31 y 18,953% respectivamente) y pH (5,75 y 5,78 respectivamente). También se realizaron los análisis de estabilidad de emulsión y capacidad de retención de agua de las salchichas de cerdo y ovino. Los datos se expresaron por la media \pm SEM. Se empleó la prueba t -Student ($p < 0,05$). La mejor estabilidad de la emulsión (EE) y capacidad de retención de agua (CRAe) correspondió a la salchicha elaborada con carne de cerdo EE (8,53 ml/100g de carne) y CRAe (25%).

Descriptores: carnes, CRA, pH, temperatura, emulsión

ABSTRACT

The present research was developed in the Laboratory of Meat UNAS. The aims were to determine the capacity of water retention and the pH in fresh meat (CRA), defrosted (CRAd), and cooked (CRAc), at different temperatures in the meat of beef, pork, chicken, sheep, rabbit and paco fish. As well as to produce sausage with the meat that has better water retention capacity and to evaluate the emulsion stability (EE) and capacity of water retention of the sausage (CRAe). We analyzed the capacity of water retention in fresh meat, defrosted and cooked (at 77, 82 and 87 °C). The data was expressed by the media \pm SEM, we used

variance analyses of complete design at random (DCA) and the Tukey test ($p < 0,05$). The best capacity of water retention in fresh meat corresponded to paco fish CRA I (25 %) and CRA II (17,333 %) and Ph (6,39), in defrosted meat corresponded to sheep CRA_d (0,357 %) and pH (5,133), in cooked meat at 77 °C temperature corresponded to chicken CRA_c (6,62 %) and pH (5,76), and at 82 °C and 87 °C corresponded to sheep CRA_c (9,31 and 18,953 % respectively) and pH (5,75 y 5,78 respectively). We also carried out the analyses of emulsion stability and the capacity of water retention of the sausages of pork and sheep. The data were expressed by the media \pm SEM, We used the test of t - student ($p < 0,05$). The best emulsion stability (EE) and capacity of water retention (CRA_e) corresponded to the sausage elaborated with pork EE (8,53 ml/100g of meat) and CRA_e (25 %).

Keywords: meat, CRA, pH, temperature, emulsion

INTRODUCCIÓN

El agua es el componente más abundante de la carne (65-80%); sin embargo, la cantidad de agua en el tejido muscular puede ser muy variable debido a la pérdida posible después de beneficiado el animal y durante el almacenamiento, afectando la calidad de la carne. Muchas de las propiedades físicas de la carne (color y textura en carne cruda) y de aceptación (jugosidad y blandura en carne cocinada) dependen de su capacidad para retener esta agua. La pérdida de agua en carne es un problema, ya que esta es vendida por peso y la cantidad de agua que pierde durante el almacenamiento afecta el aspecto de la carne fresca, su rendimiento y valor económico, además de su rendimiento en la fabricación de productos elaborados.

Durante el procesamiento, la carne es sometida a diferentes temperaturas (refrigeración, congelación y tratamiento térmico), lo cual genera la pérdida de agua afectando el rendimiento del producto. Una carne que tiene poca capacidad de retención de agua es considerada de baja calidad para la industria de embutidos, porque no tiene estabilidad en las emulsiones, provocando la separación de agua y grasa, afectando la calidad del producto.

La industria cárnica va diversificando sus productos en la elaboración de embutidos de diferentes especies animales para poder ofrecer al consumidor una variada oferta de estos productos. Por esta razón, en la investigación se estudiará qué carnes son más aptas para la industria de embutidos.

En base a este marco, se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la capacidad de retención de agua (CRA) y pH en carne fresca, descongelada y cocida (a diferentes temperaturas) en carne de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y pescado paco; y
- Elaborar salchicha con la carne que tiene mejor capacidad de retención de agua (CRA) y evaluar la estabilidad de la emulsión (EE) y capacidad de retención de agua del embutido (CRA_e).

MÉTODO EXPERIMENTAL

Capacidad de retención de agua (CRA) en carne fresca

La capacidad de retención de agua (CRA) en carne fresca se midió utilizando el método descrito por [1], el cual es una modificación del método descrito por Jáuregui *et al.*, (1981). Este consistió en añadir 8 ml de cloruro de sodio (NaCl) 0,6 M a 5 gramos de carne molida e incubar las muestras tratadas a 5 °C durante 30 minutos. Al término del período de incubación, las muestras fueron centrifugadas a 3 600 rpm por 15 minutos y se determinó la CRA I midiendo el volumen del sobrenadante (solución de agua y NaCl) y CRA II pesando el pellet de carne formado en el fondo del tubo de centrifuga.

Evaluación del pH

La evaluación del pH se realizó utilizando el método descrito por [2]. Se pesó 5 g de muestra (carne cruda); se añadió 25 ml de agua destilada; se licuó; y se colocó en un vaso de precipitación de 100 ml. Luego se introdujo en la muestra diluida el electrodo combinado y se tomó directamente la lectura del pH.

Capacidad de retención de agua en carne descongelada (CRAd)

La CRAd se evaluó utilizando el método descrito por [3]. Se descongelaron por 24 horas los cortes, se obtuvieron los pesos del corte congelado y descongelado. La CRAd se determinó como pérdida de peso por descongelamiento, con la siguiente fórmula:

$$CRAd = \frac{\text{Peso congelado (g)} - \text{Peso descongelado (g)}}{\text{Peso congelado (g)}} \times 100$$

Capacidad de retención de agua en carne cocida (CRAc)

La CRAc se evaluó utilizando el método descrito por [3]. Para esto se obtuvieron tajadas de 2,5 cm de largo x 1,5 cm de ancho aproximadamente de la zona más ancha de los cortes, las que fueron cocidas a diferentes temperaturas: 77, 82 y 87 °C respectivamente. Se pesaron los bifes crudos y cocidos utilizando la balanza y se determinó la CRAc como pérdida de peso por cocción, con la siguiente fórmula:

$$CRAc = \frac{\text{Peso crudo (g)} - \text{Peso cocido (g)}}{\text{Peso crudo (g)}} \times 100$$

Estabilidad de la emulsión (EE)

La estabilidad de la emulsión se evaluó utilizando el método descrito por [3]. Para determinar la estabilidad de la emulsión se utilizó 150 g de emulsión distribuida en tres frascos (50 g / frasco). Posteriormente, los frascos se colocaron en baño maría a 90 °C, hasta que la emulsión alcanzó 70 °C en su centro térmico. Para controlar la temperatura se usó un frasco extra (testigo) y se midió la temperatura. Una vez que se alcanzó los 70 °C se sacaron del baño maría y se dejaron enfriar a temperatura ambiente, hasta que la emulsión alcanzó 40 °C aproximadamente. Finalmente, para medir la estabilidad de la emulsión se dejó escurrir el líquido desprendido por un periodo de dos minutos, recibiendo en una probeta graduada con la ayuda de un embudo y un colador para retener el coágulo de la carne formada por la cocción. El resultado fue expresado en ml del líquido desprendido por 100 g de la emulsión.

Capacidad de retención de agua del embutido (CRAe)

La CRAe se evaluó utilizando el método descrito por [3]. Primero, se procedió a preparar tres embutidos de 20 g. Para ello se usó tripa de celulosa semipermeable y una jeringa. La cocción de los embutidos se hizo en baño maría a 100 °C hasta que el centro de los embutidos alcanzó los 70 °C. Se utilizó un embutido extra, para controlar la temperatura con el termómetro. Una vez que se alcanzó la temperatura de 70 °C, los embutidos fueron retirados de la estufa y enfriados a temperatura ambiente hasta una temperatura de 20 °C. La CRAe se determinó como pérdida de peso por cocción de los embutidos, con la siguiente fórmula:

$$CRAe = \frac{\text{Peso crudo (g)} - \text{Peso cocido (g)}}{\text{Peso crudo (g)}} \times 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Capacidad de retención de agua (CRA) y pH en la carne fresca

Cuadro 1: Capacidad de retención de agua “CRA I” (volumen) y “CRA II” (pellet) y pH en carne fresca de diferentes especies animales.

Carne	CRA I (volumen)	CRA II (pellet)	Ph
Res (%)	22,917 ± 0,42 ^{bc}	10,667 ± 0,67 ^c	5,65 ± 0,02 ^c
Cerdo (%)	21,667 ± 0,42 ^c	13,333 ± 0,67 ^{bc}	5,74 ± 0,02 ^{bc}
Pollo (%)	22,500 ± 0,00 ^c	11,333 ± 0,67 ^c	5,70 ± 0,01 ^{bc}
Ovino (%)	22,917 ± 0,42 ^{bc}	12,667 ± 0,67 ^c	5,72 ± 0,02 ^{bc}
Conejo (%)	24,167 ± 0,42 ^{ab}	16,000 ± 0,00 ^{ab}	5,81 ± 0,01 ^b
P. Paco (%)	25,000 ± 0,00 ^a	17,333 ± 0,67 ^a	6,39 ± 0,04 ^a

Los valores representan el promedio (± SEM), repeticiones (n=3). Los valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p<0.05).

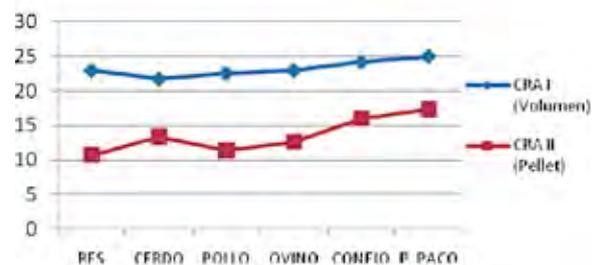


Figura 1: CRA I y CRA II en carne fresca de diferentes especies animales.

En los resultados del cuadro 1 y figura 1, en la CRA I se realizó el análisis estadístico (A – I) y se encontró que existe una diferencia altamente significativa entre ellas. Comparando los promedios mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$), se determinó que la mejor CRA I correspondió a la carne de pescado paco con 25%, siendo estadísticamente similar a la carne de conejo con 24,16%. Esto puede ser explicado según lo reportado por [4], quienes indican que uno de los factores que afecta la CRA es el pH. En tanto, [5] mencionan que a medida que el pH se aleja del punto isoeléctrico de las proteínas (5 – 5,5) la CRA aumenta, mejorando la habilidad de la carne para retener más jugo en su interior, lo cual lo hace más jugosa al ser cocinada. Esto se justifica ya que en la evaluación del pH de estas dos carnes se obtuvieron valores elevados, mayores al de todas las otras especies y superiores al punto isoeléctrico. Por otro lado, la especie que tuvo menor CRA I correspondió a la carne de cerdo con el 21,667%, siendo estadísticamente igual a la carne de pollo con un 22,5%. Esto indica que estas carnes no retienen muy bien el agua. Este comportamiento puede deberse a que el animal antes de ser beneficiado no tuvo un buen reposo *antemortem*, como lo reportan [6], quienes indican que en un animal que es sometido a reposo *antemortem*, la carne tiene mayor CRA. Estos autores obtuvieron como resultado de su investigación en cerdos, a las 24 horas *postmortem*, en animal sin reposo, un 21,24% de CRA y en el animal con reposo de 6 horas, un 25,96% de CRA. Lo que concuerda con nuestros resultados, ya que la carne de cerdo tuvo un 21,667% y de pollo un 22,5% de CRA.

Los resultados de la CRA II, referido al pellet que se forma después de la centrifugación de la carne, realizado el análisis estadístico (A – II), se encontró que existe una diferencia altamente significativa, comparando los promedios mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$). La mejor CRA II correspondió a la carne de pescado paco con el 17,33%, siendo estadísticamente similar a la carne de conejo con el 16%. La importancia de la capacidad de retención de agua reside en que muchas de las propiedades físicas de la carne cocinada dependen de la humedad, al igual que las propiedades funcionales de las proteínas musculares (Aberle *et al.*, 2001, mencionado por [7]). Por otro lado, la especie que tuvo menor CRA II correspondió a la carne de res, con el 10,667%, siendo estadísticamente similar a la carne de pollo con

el 11,333%: Esto indica que estas carnes no retienen muy bien el agua, lo que puede deberse a que el pH de estas carnes se encuentran muy cercanos al punto isoeléctrico de las proteínas y por tanto la CRA es menor. Según [5], la determinación de la CRA es importante en cualquier carne porque permite saber cómo se debe manejar esta en los procesos de despiezado, fileteado, cocinado, etc. [8], menciona que la capacidad de retención de agua representa actualmente una característica muy importante porque la pérdida de acuoso, poco atrayente, determina una pérdida de peso relevante.

Del cuadro 1, resultado del comportamiento de pH en las carnes de las diferentes especies, los valores encontrados fueron analizados estadísticamente (A – III). Se encontró que existe una diferencia altamente significativa comparando los promedios mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$). El mayor valor de pH correspondió a la carne de pescado paco con 6,39, seguido por la carne de conejo con un valor de 5,81. Esto puede ser explicado, según lo reportado por [9], quien manifiesta que el pH del músculo también se ha considerado como un indicador de la frescura del pescado: después de muerto, el músculo de pescado alcanza valores cercanos a 6,5 o más bajos. Lo mencionado por este autor coincide con los resultados encontrados en la presente investigación. El pH de los pescados rara vez son tan bajos como los observados en el músculo *post mortem* de mamíferos. Debido a su menor tenor en glucógeno, las carnes de los pescados no presentan gran reducción del pH después de la muerte. También se reduce el glucógeno de los pescados debido a que antes de ser muertos son sometidos a estrés durante el manipuleo de captura y el amontonamiento en las redes o en las jaulas, en tanques para su transporte en vivo o en tanques de depuración [10]. Por otro lado, [11] mencionan que el pH final de la carne de conejo se encuentra normalmente entre 5,3 y 6. Por tanto, los valores de pH encontrados para carne de conejo se encuentran en el rango establecido por este autor. Con respecto a la carne de res, esta tuvo el menor valor del pH 5,65, seguido de la carne de pollo con 5,70. La fluctuación del pH va a depender del descanso del animal *antemortem*, como en el caso del cerdo. Un animal sin reposo a las 24 horas *postmortem* tiene un valor de pH de 5,56, y con 6 horas de reposo, un pH de 5,39 [6]. Según [12], el valor final de pH influye

en la conservación y en las propiedades tecnológicas de la carne, y una adecuada acidificación de la carne se encuentra a un valor de pH entre 5,4 a 5,8.

Con respecto a la CRA I y CRA II en carne fresca, el mejor comportamiento lo tuvo la carne de pescado paco (25% y 17,333%, respectivamente). Sin embargo, el mejor pH correspondió a res con 5,65.

Capacidad de retención de agua en carne descongelada (CRAd) y pH

Cuadro 2: Capacidad de retención de agua en la carne descongelada y pH.

Carne	CRAd	pH
Res (%)	3,967 ± 0,03 ^b	5,67 ± 0,01 ^d
Cerdo (%)	3,887 ± 0,06 ^b	5,76 ± 0,02 ^c
Pollo (%)	2,120 ± 0,11 ^c	5,73 ± 0,01 ^{cd}
Ovino (%)	0,357 ± 0,02 ^e	5,73 ± 0,02 ^{cd}
Conejo (%)	1,207 ± 0,12 ^d	6,03 ± 0,01 ^b
P. Paco (%)	4,783 ± 0,01 ^a	6,25 ± 0,02 ^a

Los valores representan el promedio (± SEM), repeticiones (n=3). Los valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p<0.05).

Los resultados del cuadro 2 indican la capacidad de retención de agua (CRAd) y pH en la carne descongelada de diferentes especies animales. En la CRAd se realizó el análisis estadístico (A - IV) y se encontró que existe diferencia altamente significativa, comparando los promedios mediante la prueba de Tukey (p<0,05). La mejor CRAd correspondió a la carne de ovino con un 0,357%, seguido por la carne de conejo con un 1,207%. Con respecto a estos resultados, se afirma que la pérdida de agua no tiene un comportamiento homogéneo y que va a depender de fuerzas externas como efecto de la temperatura, molido, tipo de corte, tiempo de almacenamiento y calidad de músculo [5].

Por otro lado, la especie que tuvo el menor CRAd correspondió a la carne de pescado paco con el 4,783%, seguida por la carne de res con el 3,967%. Esto indica que estas carnes tienen poca pérdida de agua después del descongelamiento. La acción de formación de hielo en la rotura del tejido muscular y en el descenso de la CRA es bien conocida, resultando una eliminación de agua de los tejidos como exudado (Aberle *et al.*, 2001, mencionado por [7]). Cuando la carne se congela,

los cristales de hielo formados dentro de la célula muscular producen una rotura mecánica de la misma. Si la congelación es lenta, hay tiempo suficiente para que el cristal de hielo crezca, produciéndose grandes cristales, y por lo tanto, mayor rotura mecánica de las células. Durante la descongelación, estos cristales se transforman en agua, parte de la cual es reabsorbida por las células y parte se pierde como exudados. El exudado contiene aminoácidos, vitaminas hidrosolubles y sales minerales, y la pérdida de valor nutritivo es pequeña. Por el contrario, puede ser considerable la disminución de peso y el resecamiento excesivo de la superficie [5].

Los resultados de los valores de pH en las carnes descongeladas de las diferentes especies animales fueron analizados estadísticamente (A - V). Se encontró que existe diferencia altamente significativa, comparando los promedios (p<0,05). Se encontró que el mayor valor de pH correspondió al pescado paco con 6,25, seguido por el conejo con un valor de 6,03. [13] encontró en su investigación en conejos de monte que el músculo *Longissimus dorsi* tiene un pH de 5,96, muy cercano al pH de conejo encontrado en nuestra investigación. Por otro lado, la especie que tuvo menor valor del pH correspondió a la carne de res con un valor de 5,67, seguido de la carne de ovino con 5,73. [14] indica que la medición del pH es importante para conocer la eficacia de las carnes y vigilar el alimento.

De la evaluación de la capacidad de retención de agua (CRA) y pH en la carne descongelada, la que tuvo mejor comportamiento fue la carne de ovino.

Capacidad de retención de agua en carne cocida (CRAc)

Cuadro 3: Capacidad de retención de agua en la carne cocida de diferentes especies animales.

Carne	Temperatura		
	77 °C	82 °C	87 °C
Res (%)	29,667 ± 0,25 ^a	30,027 ± 0,26 ^a	32,180 ± 0,33 ^{ab}
Cerdo (%)	10,733 ± 0,23 ^d	16,270 ± 0,14 ^d	23,277 ± 0,28 ^c
Pollo (%)	6,620 ± 0,23 ^f	12,027 ± 0,18 ^e	21,890 ± 0,52 ^c
Ovino (%)	8,587 ± 0,17 ^e	9,310 ± 0,19 ^f	18,953 ± 0,11 ^d
Conejo (%)	21,650 ± 0,66 ^b	25,920 ± 0,26 ^b	31,303 ± 0,53 ^b
P. Paco (%)	13,790 ± 0,51 ^c	18,567 ± 0,35 ^c	33,423 ± 0,28 ^a

Los valores representan el promedio (± SEM) repeticiones (n=3). Los valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p<0.05).

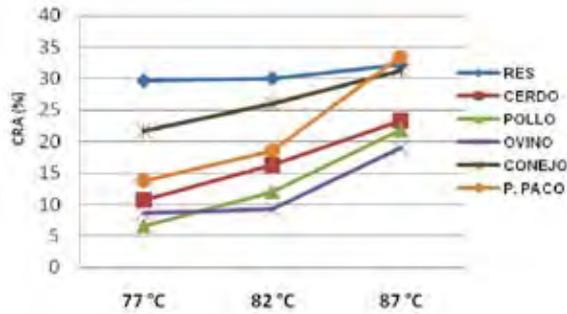


Figura 2: CRAC en carne cocida de diferentes especies animales.

En los resultados de la CRAC a 77 °C (cuadro 3 y fig. 2), se realizó el análisis estadístico (A – IX) y se encontró que existe una diferencia altamente significativa. Comparando los promedios, mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$), se encontró que la mejor CRAC correspondió a la carne de pollo con el 6,620%, seguida por la carne de ovino con el 8,587%. Según [15], la CRA de la carne cocida depende de ciertos cambios que se producen a nivel de las miofibrillas durante el proceso de cocción. Entre los 40 y 60 °C se produce la desnaturalización de la miosina, lo que produce un aumento del espacio entre las fibras y el endomisio que las envuelve, produciéndose pérdida de agua; entre los 60 y 65 °C, las fibras de colágeno de la carne se acortan entre un tercio a un cuarto de su longitud inicial, lo cual contribuye a las pérdidas por cocción.

Por otro lado, la especie que tuvo el menor CRAC a 77 °C, correspondió a la carne de res con el 29,667%, seguida por la carne de conejo con el 21,650%. El músculo en estado de *rigor mortis* pierde su humedad cuando es cocido y resulta particularmente inadecuado para un procesamiento posterior que involucre calentamiento, puesto que la desnaturalización por calor incrementa la pérdida de agua [15].

En la CRAC a 82 °C, se realizó el análisis estadístico (A – X) y se encontró que existe diferencia altamente significativa. Comparando los promedios ($p < 0,05$), se encontró que la mejor CRAC correspondió a la carne de ovino con el 9,310%, seguida por la carne de pollo con un 12,027%. Según [16], la carne de cordero de raza Lacha tiene mayor engrasamiento. En general, todas las carnes de las diferentes razas de cordero tienen un buen tenor de grasa; por tanto los valores de CRA en estos es elevado y por ello va a existir menor pérdida de agua durante la cocción.

La menor CRAC a 82 °C correspondió a la carne de res con el 30,027%, seguida por la carne de conejo con el 25,920%. Las proteínas sufren desnaturalización, que es una modificación de su conformación, por diversos factores, dentro de los que se encuentra el calor [17]. Además Thompson (1982), mencionado por [18], indica que al aplicar tratamientos térmicos a los alimentos, se causa alteración química de residuos de aminoácidos y se produce formación de nuevos enlaces covalentes intra o intermoleculares. Estos cambios pueden alterar las propiedades nutritivas y funcionales de las proteínas.

En la CRAC a 87 °C, se realizó el análisis estadístico (A – XI), y se encontró que existe diferencia altamente significativa. Comparando los promedios ($p < 0,05$), se encontró que la mejor CRAC correspondió a la carne de ovino con 18,953%, seguida por la carne de pollo con 21,890%. La capacidad de retención de agua es la habilidad de la carne para retener agua durante la aplicación de una fuerza como un corte, presión, molienda o calor [19].

La menor CRAC a 87 °C correspondió a la carne de pescado paco con 33,423%, seguida por la carne de res con 32,180%. [20] han demostrado que un incremento de la temperatura produce un aumento de las pérdidas por cocinado; el punto final de temperatura alcanzado afecta a dichas pérdidas. La elevación de la temperatura interna tiene un efecto significativo en el agua libre y ligada. Además Kolakowski y Wianecki (1990), mencionado por [18], indican que las proteínas de productos marinos son más susceptibles a la desnaturalización por el calor. En nuestros resultados se observa de igual manera que a 82 °C la carne de pescado paco tiene la mayor pérdida de agua.

PH en carne cocida a diferentes temperaturas

Cuadro 4: pH de las diferentes especies animales en la carne cocida a 77, 82 y 87 °C.

Carne	temperatura		
	77 °C	82 °C	87 °C
Res (%)	5,68 ± 0,01 ^{cd}	5,73 ± 0,00 ^c	5,76 ± 0,02 ^c
Cerdo (%)	5,73 ± 0,01 ^{bc}	5,76 ± 0,01 ^c	5,81 ± 0,01 ^c
Pollo (%)	5,76 ± 0,01 ^b	5,93 ± 0,02 ^b	5,98 ± 0,01 ^b
Ovino (%)	5,73 ± 0,01 ^{bc}	5,75 ± 0,01 ^c	5,78 ± 0,01 ^c
Conejo (%)	5,67 ± 0,01 ^d	5,72 ± 0,01 ^c	5,76 ± 0,02 ^c
P. Paco (%)	6,61 ± 0,01 ^a	6,66 ± 0,02 ^a	6,72 ± 0,01 ^a

Los valores representan el promedio (± SEM) repeticiones (n=3). Los valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p < 0,05$).

Los resultados del cuadro 4 indican el valor de pH en la carne cocida de diferentes especies animales a temperaturas de 77, 82 y 87 °C. A 77 °C, se realizó el análisis estadístico (A – XII), y comparando los promedios, se encontró que existe diferencia altamente significativa. Comparando los promedios mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$), se encontró que el mayor pH correspondió a la carne de pescado paco con 6,61, seguido por la carne de pollo con 5,76. En tanto a 82 °C, se realizó el análisis estadístico (A – XIII) y se comparó los promedios y se encontró que el mayor valor de pH correspondió también a la carne de pescado paco con 6,72, seguido por la carne de pollo con 5,98. Igualmente a 87 °C, se realizó el análisis estadístico (A – XIV) y, comparando los promedios, se encontró que el mayor pH correspondió a la carne de pescado paco con 6,72, seguido por la carne de pollo con 5,98.

Por otro lado, la especie que tuvo el menor pH a 77 °C correspondió a la carne de conejo con el 5,67, seguida por la carne de res con el 5,687. A 82 °C, se encontró que la carne con menor pH correspondió a la carne de conejo con 5,72, seguida por la carne de res con 5,73. También a 87 °C, se encontró que el menor pH correspondió a la carne de conejo con 5,76, lo que es estadísticamente similar a la carne de res con 5,76. Se puede observar también que en todas las carnes al aumentar la temperatura existe un aumento del pH. Esto puede ser explicado, según [21], porque las carnes tratadas por altas temperaturas presentan un aumento de pH, lo que se relaciona con las aminos liberadas durante la aplicación de calor; estas aminos están presentes naturalmente en especies animales y otorgan carácter básico a la carne cuando son liberadas.

De la evaluación de la capacidad de retención de agua (CRAc), todas las carnes se comportan de manera similar a temperatura de 77 y 82 °C y a mayor temperatura esta propiedad se deteriora. Para poder trabajar la elaboración de salchichas se determinó trabajar con ovino y cerdo.

Estabilidad de la emulsión (EE)

En los resultados del cuadro 5, se realizó la prueba t de Student, y se encontró que existe diferencia significativa (t calculado = 4,6697). Se determinó que la mejor estabilidad de la emulsión correspondió a la carne de cerdo con $8,533 \pm 0,240$ y la menor

estabilidad se logró en la carne de ovino con $10,267 \pm 0,133$. Los cortes que presentan mayor cantidad de líquido liberado después de la cocción es en la emulsión de carne de ovino. Esto podría ser causado por el mayor contenido de colágeno y tejido conectivo que presentan la carne de estos animales. Al respecto, [22] concuerdan que elaborar emulsiones con carne cuyo contenido de colágeno y tejido conectivo es alto, afecta la emulsión, produciéndose una mayor liberación del líquido después de la cocción. En las emulsiones cárnicas, la fase dispersa es el aceite o grasa y la fase continua, el agua. El agente emulsionante que da estabilidad a la emulsión está conformado por proteínas solubles, específicamente miofibrilares (actina y miosina), las cuales disminuyen la tensión interfacial entre ambas fases y actúan como barrera física y puente de unión entre las dos fases. Las proteínas se orientan con la porción hidrofílica hacia la fase acuosa [23].

Cuadro 5: Estabilidad de la emulsión (ml /100g) en carne de cerdo y ovino.

Salchichas	Media \pm SD	Tc	Tt ($p \leq 0,05$)	Sig.
Cerdo	8,533 \pm 0,24	4,6697	2,015	**
Ovino	10,267 \pm 0,133			

G.L= 5 (**) existe diferencia altamente significativa

Por otro lado, [24] indican que el método más común que se utiliza para medir la EE es medir la cantidad de grasa liberada en el jugo de cocción. Al enfriarse el jugo, la fase oleosa se solidifica y se separa de la fase acuosa, posibilitando la medición de la grasa liberada. En la presente investigación ocurrió lo citado por los autores.

Capacidad de retención de agua del embutido (CRAe)

Cuadro 6: Capacidad de retención de agua del embutido (CRAe) con carnes de cerdo y de ovino.

Salchichas	Media \pm SD	Tc	Tt ($p \leq 0,05$)	Sig.
Cerdo	25,167 \pm 0,441	11	2,015	**
Ovino	27,000 \pm 0,577			

G.L= 5 (**) existe diferencia altamente significativa

En los resultados del cuadro 6 se realizó la prueba t de Student, y se encontró que existe diferencia altamente significativa (t calculado = 11). Se determinó que la mejor CRAe correspondió a la carne de cerdo con el $25,167\% \pm 0,441$ y la peor

a la carne en la de ovino con el $27\% \pm 0,577$. En cuanto a capacidad de retención de agua (CRAe), los embutidos elaborados con carne de cerdo son los que tuvieron menor pérdida por cocción. Estos resultados concuerdan con los de estabilidad de emulsión (EE), y podrían ser explicados por el menor contenido de colágeno que posee este corte. [25] obtuvo valores de CRA expresados como pérdida de peso por cocción en embutidos de cerdos de 24,57%, valor cercano a los datos obtenidos en el estudio.

CONCLUSIONES

En carne fresca, la carne de pescado paco tiene la mayor capacidad de retención de agua CRA I (25%) CRAII (17,333%) y pH (6,39); en carne descongelada, la carne de ovino posee la mayor capacidad de retención de agua CRAd (0,357%) y pH (5,133); en carne cocida a temperatura de 77 °C, la carne de pollo tuvo mayor capacidad de retención de agua CRAc (6,62%) y pH (5,76), y la carne de ovino a 82 y 87 °C CRAc (9,31 y 18,953% respectivamente) y pH (5,75 y 5,78 respectivamente). La salchicha que presentó mejor estabilidad de la emulsión (EE) y capacidad de retención de agua (CRAe) fue la elaborada con carne de cerdo EE (8,53 ml/100g de carne) y CRAe (25%).

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser mi fuente de sabiduría; a la UNAS, por permitirme formar como un buen profesional; a los docentes de la facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, por todos los conocimientos brindados, que contribuyeron en mi formación profesional; a mi familia, por todo su amor y comprensión; a mis compañeros y amigos, por brindarme su apoyo y motivación siempre; a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la culminación del presente trabajo de investigación.

REFERENCIAS

[1] M. Pietrzak, L. Greaser, A. Sosnicki, Effect of rapid rigor mortis processes on protein functionality in pectoralis major muscle of domestic turkeys, *J. Anim. Sci.* (1977) 75: 2106-2116.

[2] N. Szerman, P. Ormando, B. Gonzalez, M. Sancho, G. Grigioni, F. Carduza, R. Vaudagna, Efecto de la incorporación de aditivos convencionales y concentrados de proteína láctea sobre parámetros tecnológicos y físicos de músculos bovinos cocidos mediante el sistema sous vid, Argentina, 2008.

[3] A. Ramírez, Características cárnicas de jabalí (*Sus scrofa L.*) domesticadas, sacrificadas a dos pesos de faenamiento: propiedades físico-químicas de la carne, Valdivia, Chile, 2003.

[4] I. Guerrero y R. Artega, Tecnología de carnes, Editorial Trillas, México, 2001.

[5] G. López, B. Carballo, Manual de bioquímica y tecnología de la carne, Edit. Igarra, S. A., Madrid, 1991.

[6] R. Silva, P. Oviedo, E. Cavieres, Estudio de la incidencia del reposo antemortem en cerdos y la influencia en el pH, capacidad de retención de agua y color de músculo, Chile, 2005.

[7] A. Ramos, Efecto del método de congelamiento sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de la carne de pechuga de pollo, Puerto Rico, 2005.

[8] V. Russo, La Qualità della Carcassa e della Carne Suina: Esigenze dell'industria e del consumo. Istituto di Allevamenti Zootecnici, Università degli Studi di Bologna, Bologna, Italia, 1988, 11-19, 25-29.

[9] J. Connell, Control de la calidad del pescado, Editorial Acribia, Zaragoza, España, 1978.

[10] FAO, El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad, Documento Técnico de Pesca, 1999.

[11] F. Hulot, J. Ouhayoun, Muscular pH and related traits in rabbits: a review. *World Rabbit Science*, 7 (1999):15-36.

[12] A. Prandl, Tecnología e higiene de la carne, Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España, 1994.

[13] P. González, T. Camacho, J. Alcalde, Calidad de carne y composición corporal: Capacidad de retención de agua y pH de la carne de conejos de monte procedentes de la caza, Sevilla, 2000.

[14] S. Kirk, R. Sawyer, H. Egan, Composición y análisis de Pearson, 2ª Edición, México: Cesca, 1996.

[15] J. Davidek, J. Velisek, J. Pokorny, Chemical changes during food processing, Ed. Elsevier, Checoslovakia, 1990.

[16] M. López, Calidad de la canal y de la carne en los tipos lechal, ternasco y cordero de la raza Lacha y estudio de su desarrollo, Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, 1987.

[17] H. Belitz, W. Grosch. Química de los Alimentos, Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España, 1988.

[18] V. Quitral, L. Abugoch, J. Vinagre, M. Larraín, Efecto de tratamientos térmicos sobre el contenido

- de lisina disponible en carne de jaiba mora (*Homalaspis plana*), Santiago de Chile, 2001.
- [19] D. Meisinger, National Review to measure pork quality, *Meat Science* 7(3):12–17, 1997.
- [20] M. Sanderson, E. Vail, Fluid content and tenderness of three muscles of beef cooked to three internal temperatures, *J. Food Sci.*(1963) 28:590.
- [21] E. Contreras, *Bioquímica de pescados e derivados*. Editorial Funep. Brasil, 1994.
- [22] K. Ladwing, C. Knipe, J. Sebranek, Effects of collagen and alkaline phosphate on time chopping, emulsion stability and protein solubility of fine – cut meat systems, *Journal of food science*, (1989) 54 (3): 541 544.
- [23] J. Price, B. Shweigert, *Ciencia de la carne y los productos cárnicos*, Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España, 1976.
- [24] J. Mitchell, D. Ledwards, *Funcional properties of food macromolecules*, Barking, Inglaterra, Ed. Elsevier, 1986.
- [25] S. Eilert, R. Mandigo, S. Summer, Phosphatos and modified beef connective tissue effects on reduced fats, high water – added frankfurters, *Journal of Food Sci.* (1996) 61 (5): 1006- 1011.

E-mail: lenibsen20@hotmail.com