



Influencia del cloruro de sodio y polifosfatos de sodio en la capacidad de retención de agua (CRA) en la carne de pollo

Influence of sodium chloride and sodium polyphosphates in water holding capacity chicken

Ricardo A. Alor¹, Fredesvindo Fernández², Pedro J. Vásquez³, Rubén Romero³, Robert W. Ocrosopoma.

RESUMEN

Objetivo: Determinar como el Cloruro de Sodio y el Polifosfato de sodio influyen en la capacidad de retención de agua en la carne de pollo. **Materiales y Métodos:** Se realizó la investigación en base a una propuesta de un modelo experimental viable para determinar influencia del Cloruro de Sodio y Polifosfato de sodio en la capacidad de retención de agua en la carne de pollo a nivel experimental; solucionando el problema sobre la pérdida de agua en el pollo beneficiado. Se hizo uso de la estadística descriptiva sobre la distribución de frecuencias de cada una de las muestras.

Resultados: De las cinco muestras utilizadas en la investigación con el objeto de determinar la capacidad de retención de agua (CRA), con Cloruro de Sodio y Polifosfato de sodio se determinó que el rendimiento de CRA después de la cocción 59,10 y 74,34 %. Con NaCl aumenta la capacidad de retención de agua debido al complejo sal proteína que se forma cuando más fuerte se halla unido los iones a las proteínas, mayor es el efecto hidratante. Existió incremento en la CRA mediante la acción de los Polifosfato de sodio debido a que actúan como secuestrantes, mediante complejo Ca^{++} y Mg^{++} , la cual compleja los enlaces sus cationes, abriendo las cadenas peptídicas y el medio se hidrata. **Conclusiones.** Con el uso de Cloruro de Sodio y Polifosfato de sodio se logra incrementar CRA en la carne de pollo beneficiado.

Palabras clave: *Tecnología de la carne, efecto hidratante, retención de agua por las miofibrillas, Cocción. Cloruro de Sodio. polifosfato de Sodio.*

ABSTRACT

Objective: To determine as sodium chloride and sodium polyphosphate influence the water holding capacity in chicken meat. **Materials and Methods:** The study was conducted on the basis of a viable proposal to determine influence of sodium chloride and sodium polyphosphate in water holding capacity in chicken experimentally experimental model; solving the problem of water loss in the chicken benefited. Using descriptive statistics on the frequency distribution of each of the samples was done. **Results:** Of the five samples used in the investigation for the purpose of determining the water holding capacity (WHC), Sodium Chloride and Sodium polyphosphate was determined that the performance of CRA after cooking 59,10 and 74, 34%.

1 Facultad de Ingeniería Pesquera.

2 Facultad de Ciencias.

3 Facultad de Bromatología y Nutrición.



NaCl increases water holding capacity due to the complex salt is formed when protein is bound stronger ions to protein, the greater the moisturizing effect. CRA existed increased by the action of sodium polyphosphate because they act as scavengers, with complex Ca^{++} and Mg^{++} , which links its cation complex opening peptide chains and hydrating medium. **Conclusions.** Using Sodium Chloride and Sodium polyphosphate is achieved increase in CRA benefited meat chicken. **Keywords:** Technology meat, moisturizing effect, water retention myofibrils Cooking. Sodium Chloride. Sodium polyphosphate.

INTRODUCCIÓN

La carne se define como aquellos tejidos animales que pueden emplearse como alimento. Principalmente se refiere al músculo de los mamíferos que ha sufrido ciertos cambios químicos y físicos después de la muerte. Además, la carne, con frecuencia implica un producto que incluye algo de tejido adiposo (grasa) y hueso. Si bien casi todas las especies animales pueden utilizarse como carne, la mayoría de las consumidas por el hombre procede de los animales domésticos y de los animales acuáticos (Santrich, 2006)

Aproximadamente tres cuartas partes de la carne son agua. En el musculo vivo cerca del 10% se encuentra ligada a las proteínas musculares, mientras que el otro 5 – 10% se localiza en el espacio extracelular, los pequeños canales entre las porciones de células adyacentes. Sin embargo, la mayoría del agua del musculo se mantiene en los espacios entre los filamentos finos y gruesos miofibrillas.

La expresión lateral o contracción del entramado de filamentos causados por diferencias en el estado de la interacción entre la miosina y la actina son las responsables de la captación o eliminación de esta agua. Durante el desarrollo del *rigor mortis* se contrae la red proteica y el agua que se libera puede eventualmente perderse por las fibras musculares al espacio extracelular. Si un musculo se secciona en *post - rigor* esta agua extracelular tiende a perderse en parte y contribuir en el exudado. El exudado es una solución diluida de proteínas sarcoplasmáticas. Las pérdidas por exudados llevan a descensos de los rendimientos y resulta antiestético si queda recogido en la bandeja o envase en el que está dispuesta la carne.

Los factores que afectan el estado del entramado de miofilamentos, tales como el grado y la intensidad de la acidificación del músculo que tiene lugar *post mortem*, también afectan a la cantidad de exudado perdido por la carne. Una acidificación reducida y un pH final elevado tiene como resultado una baja perdida por exudado mientras que un grado de acidificación inicial alto conduce a unas pérdidas por exudado aumentadas. La caída rápida de pH inicial tiene lugar en el momento en el que la temperatura del canal es aun relativamente alta y puede conducir a la desnaturalización de la miosina dando lugar aún gran encogimiento del entramado de miofilamentos.

La formación de exudado está en función de la capacidad de retención de agua de la carne. Se forma una mayor cantidad de exudado cuando la capacidad de retención de agua es baja y menor cuando es alta.

La capacidad de retención de agua (CRA) es un parámetro físico-químico importante por su contribución a la calidad de la carne y la de sus productos derivados. La CRA de la carne está



relacionada con la textura, terneza y color de la carne cruda, jugosidad y firmeza de la carne cocinada. Dicha retención de agua se produce a nivel de las cadenas de actino-miosina. (Hamm, 1960)

Los cambios en la CRA afectan al agua que se denomina "inmovilizada" y no tienen ninguna relación con el "agua de constitución" (fuertemente ligada a grupos específicos de la molécula o ubicada en regiones intersticiales) ni tampoco con el "agua de interface".

El término "agua ligada" incluye tanto el agua de constitución como el agua de interface próxima a las proteínas y el resto de las fracciones se consideran "agua inmovilizada" (en la superficie de las proteínas, en buena medida fijada a sus cargas). Solamente tratamientos muy severos (deshidratación a altas temperaturas) afecta al agua ligada.

La CRA se supone que es causada en primer lugar por una inmovilización de agua de los tejidos en el sistema miofibrilar, más específicamente el agua es mantenida o atrapada en el músculo o producto muscular por una acción capilar que es generada por pequeños poros o capilares, teniendo en cuenta además que las miofibrillas ocupan aproximadamente el 70% del volumen total de la masa molecular; esto significa que una notable parte del agua inmovilizada debe estar localizada en los filamentos gruesos y entre los filamentos finos de las miofibrillas.

Básicamente existen dos modelos para explicar la retención de agua por las miofibrillas:

- El coloidal (Hamm, 1960)
- El estructural (Offer y P. Knight, 1980a.)

Por otra parte los cambios en la CRA son un indicador muy sensible de los cambios en la estructura de las proteínas miofibrilares. Así la desnaturalización de las proteínas disminuye la CRA. (Vadehra, 1973)

El agua más fácil de extraer es el agua extracelular y de hecho es la que origina el llamado "drip loss" o "pérdida por goteo". Si se aplica una fuerza sobre el sistema, parte del agua inmovilizada se libera como agua perdida; mediciones de esta agua liberada son usadas como indicador de las propiedades de ligar el agua de las proteínas.

La disponibilidad de carga está asociada con el pH último del músculo. A pH considerados altos (>6,0) o por debajo del punto isoeléctrico de la actomiosina (aprox. 5,0), el número de cargas disponibles está aumentado, incrementando de este modo la CRA.

Músculos en estado pre-rigor tienen alta CRA y mejores propiedades de emulsificación de grasas que el músculo en estado de rigor o post-rigor. Estas mejores propiedades están directamente relacionadas con un alto nivel de ATP que resulta en un estado más relajado y una mayor hidratación miofibrilar y solubilidad ya que impide la unión irreversible de actina y miosina.

Tras la muerte, antes del inicio del rigor mortis, ocurre, debido al efecto de la disminución del pH y de la concentración del ATP, una reducción del sistema miofibrilar junto con una disminución de la CRA. La instauración del rigor mortis se asocia a una reducción de la CRA por la liberación de iones divalentes (Ca^{++} y Mg^{++}) y la consiguiente creación de puentes que aproximan las cadenas proteicas al combinarse estos iones con los grupos reactivos negativos de las proteínas.

La liberación de gotas (pérdidas por goteo) desde el músculo parece ser dependiente del estado de contracción (sarcómeros contraídos, fibrillas o fibras) después de la instauración del rigor y es



debido a la reducción del espacio filamental, quizá también cambios en la membrana celular (fenómenos osmóticos y cambios en la permeabilidad), que resulta en una liberación del agua en el espacio extracelular, en definitiva el rigor (contracción) actuaría exprimiendo el músculo, que soltaría el agua por goteo a través de las superficies de corte.

En las "pérdidas por cocinado" son responsables la rotura de la membrana celular, y además las modificaciones de las proteínas en relación con el cambio en la estructura tridimensional.

Sin embargo es preciso destacar también el factor tipo de cocinado (no sólo tiempo) en función de la temperatura, presencia de agua, calor directo, tamaño, grosor y preparación previa de la pieza. (Santrich, 2006).

Los fosfatos alcalinos (que aumentan el pH), reducen la formación del color y su estabilidad pero incrementan la retención de agua. Su influencia sobre las condiciones de pH tiene un efecto buffer en varias partes del músculo. Los fosfatos incrementan el pH de productos cárnicos para un rango óptimo de 6,0 a 6,4; las salmueras de fosfato generalmente tienen un rango de pH entre 8,5 y 9,5. (López, 2008)

En ausencia de sal, los fosfatos tienen solamente su propio efecto de "fuerza iónica", que es muy pequeño. Actúan sinérgicamente o catalíticamente con la sal. Pequeñas concentraciones entre **0,3%** o menos, son suficientes, si se distribuyen adecuadamente. Se utilizan a veces concentraciones más altas en la práctica para tener en cuenta la falta de uniformidad en su distribución y desde el punto de vista práctico los fosfatos son solubles en soluciones salinas solo con dificultades, pero se disuelve más fácilmente en agua natural; las soluciones de las mezclas deberán por lo tanto hacerse disolviendo primero los fosfatos (Ranken, 2003)

Es así como el problema en la investigación es llega a obtener ¿En que medida el cloruro de sodio y el polifosfato de sodio influyen en la capacidad de retención de agua en la carne de pollo?.

Como objetivo principal de la investigación es determinar como el cloruro de sodio y el polifosfato de sodio influye en la capacidad de retención de agua en la carne de pollo.

La hipótesis planteada es como el uso de Cloruro de Sodio y el Polifosfato de Sodio influirá en el mejoramiento de la capacidad de retención de agua en la Carne de Pollo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación según el objetivo de estudio es de tipo experimental a nivel de laboratorio donde los materiales utilizados fueron: balanza analítica, termómetro, potenciómetro, jeringas, envases de plástico, bandejas, paletas, salinómetros, olla a presión, horno microondas, maquina inyectora de soluciones, otros referentes a la investigación; y por otro lado los métodos utilizados en la investigación experimental fueron los siguientes:

Capacidad de retención de agua (CRA) en carne fresca. - La capacidad de retención de agua (CRA) en carne fresca se determinara utilizando el método propuesto por (Pietrzak, Greaser y Sosnicki, 1977). Consiste 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 serán centrifugadas a 3 600 rpm por 15 minutos y se determinara 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 centrífuga



Capacidad de retención de agua en carne descongelada (CRAd).- La CRAd se llevara a cabo utilizando el método descrito por (Ramírez, 2003). Descongelar por 24 horas los cortes, registrar los pesos del corte congelado y descongelado. La CRAd se determinara 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 evaluara utilizando el método descrito por (Ramírez, 2003). Para esto se contarán con porciones de 2,5 cm de largo x 1,5 cm de ancho aproximadamente de la zona más ancha de los cortes, las que serán previamente cocidas a diferentes temperaturas: 77, 82 y 87 °C respectivamente. Se pesaran las muestras crudas y cocidas utilizando la balanza y se determinara la CRAc como pérdida de peso por cocción, con la siguiente fórmula:

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

Tabla 1: Diferentes formulaciones de mezclas para la Capacidad de retención del agua (CRA)

N°	FORMULACION (g)
1	100 solamente carne
2	100 carne + 20 agua
3	100 carne + 20 agua + 2 sal
4	100 carne + 20 agua + 0,3 fosfatos
5	100 carne + 20 agua + 2 sal + 0,3 fosfatos

Fuente: Ranken (2003).

Tabla 2: Mezclas a diferentes concentraciones para la CRA

Mezcla	Muestra (g)	NaCl (g)	Polifosfato (g)	Agua (g)
1	108,30	-	-	-
2	108,30	-	-	21,66
3	134,87	2,70	-	132,12



4	141,23	-	0,92	140,31
				97,23
5	100,15	2,00	0,92	90,59
	93,75	1,88	1,28	128,9
	132,60	2,65	0,98	7
	129,17	2,59	1,16	125,5
	102,17	2,04	1,37	1
				98,76

RESULTADOS

Tabla 3: Datos obtenidos de diferentes mezclas en piezas no comerciales (cubos).

N°	Peso inicial de la carne (g)	Peso después de la experimentación (g)	Perdida de agua (g)	Rendimiento (%)
1	25,03	24,19	3,36	96,64
2	25,01	24,55	1,83	98,16
3	25,08	26,84	0	107,02
4	25,05	25,79	0	102,95
5	25,05	26,97	0	107,66

Tabla 4: Comparando los resultados obtenidos respecto a la fuente con las piezas no comerciales por mezclas.

N°	DATOS DE LA FUENTE RANKEN (2003)	DATOS OBTENIDOS
1	Perdidas 0	Perdidas 3,36
	Rendimientos 100	Rendimientos 96,64
2	Perdidas 4 – 10	Perdidas 1,83
	Rendimientos 110 – 116	Rendimientos 98,16
3	Perdidas 0	Perdidas 0
	Rendimientos 122	Rendimientos 107,02
4	Perdidas 2 – 6	Perdidas 0
	Rendimientos 14 – 118	Rendimientos 102,95
5	Perdidas 0	Perdidas 0
	Rendimientos 122	Rendimientos 107,66

Tabla 5: Resultados después de la experimentación en muestras comerciales de pollo

N°	Peso inicial de la carne (g)	Peso después de la experimentación (g)	Perdida de Agua (g)	Rendimiento (%)
1	108,30	107,20	1,1	98,98
2	108,30	110,45	0	101,98
3	134,87	143,06	0	106,07
4	141,23	147,35	0	104,33
5	100,15	106,88	0	106,72
	93,75	100,41	0	107,10
	132,60	141,24	0	106,51
	129,17	137,16	0	106,18
	102,17	115,09	0	112,64

Tabla 6: Resultados después de la cocción en muestras comerciales de pollo

N°	Peso inicial de la carne (g)	Peso después de la cocción (g)	Perdida de Agua (g)	Rendimiento (%)
1	108,30	64	40,9	59,10
4	141,23	105	25,66	74,34
5	100,15	79,15	20,97	79,03
	93,75	72,75	22,4	77,6
	132,60	111,6	16,9	84,1
	129,17	108,17	17,26	83,74
	102,17	81,17	11,56	79,44
\bar{X}_5	111,57	90,57	21,00	81,18

DISCUSIÓN

Según **Tabla 3**. La carne picada con sal inmediatamente después del sacrificio tiene una alta capacidad de retención de agua (CRA). Parece ser debido a que la adenosina trifosfato (ATP) se encuentra todavía presente en la carne en ese momento. La acción parece ser similar a la correspondiente a los polifosfatos inorgánicos. (Ranken, 2003); en la experiencia se puede observar que en la muestra uno hay un rendimiento del 96,64% mientras que en la muestra cinco el rendimiento de 107,66% siendo la diferencia de la capacidad de retención de agua entre las dos muestras del 11,02%.



Según **Tabla 4**. Según Ranken (2003) los patrones establecidos en la primera muestra la pérdida es el 0% con rendimiento del 100% y en la experiencia hay pérdida de 3,36 % con un rendimiento del 96,64% y en la muestra cinco según Ranken (2003) los patrones establecidos la pérdida es el 0% con rendimiento del 122% y en la experiencia hay pérdida de 0 % con un rendimiento del 107,66%.

Según **Tabla 5**. Con NaCl aumenta la capacidad de retención de agua debido al complejo sal proteína que se forma. Lawrie, (1974) y cuando más fuerte se halla unido los iones a las proteínas, mayor es el efecto hidratante Bandman, (1987).

Existió incremento en la CRA mediante la acción de los polifosfatos debido a que actúan como secuestrantes, mediante complejo Ca^{++} y Mg^{++} , la cual compleja los enlaces sus cationes, abriendo las cadenas peptídicas y el medio se hidrata. En la experiencia se puede observar entre la primera y la quinta muestra una diferencia de 8,85% de capacidad de retención de agua.

Según **Tabla 6**. En las pérdidas por cocinado son responsables la rotura de la membrana celular, y además las modificaciones de las proteínas en relación con el cambio en la estructura tridimensional. (Ranken, 2003)

Sin embargo es preciso destacar también el factor tipo de cocinado no sólo tiempo, en función de la temperatura, presencia de agua, calor directo, tamaño, grosor y preparación previa de la pieza. Como se puede observar en la muestra uno y la muestra cinco en función de su promedio una diferencia de 22,08% de capacidad de retención de agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bandman E. (1987). [Chemistry of animal Tissues, Part 1-Proteins. En TheScience of meat and meat products](#). Editores: Price F.J. y Schweigert S.B. 3a ed. Food And Nutrition Press, Inc. Connecticut, USA.
- Forrest J.C., Aberle, E.D., Hedrick H.B., Judge, M.D. y Merkel. R. A. (1979). [Fundamentos de la Ciencia de la Carne](#). Edit. Acribia. Zaragoza. España. 150-158
- Hamm R. (1960).[Bioquímica de hidratación ofmeat. Advon. Alimentos](#). [Institut für Physik und Chemie, Bundesforschungsanstalt für Fleischwirtschaft, Kuimbach, República Federal de Alemania)
- Kauffman, R. G., Z. L. Carpenter, R. W. Bray y W.G. Hoekstra. , (1964). [Las propiedades bioquímicas de carne de cerdo y su relación con la calidad. 1. pH de refrigerados, envejecido y cocinado tejido muscular](#). J. Food Sci. 29:65.
- Lawrie, R.A. (1974). [Ciencia de la carne](#). 2ª ed. Acribia. Zaragoza, España. 337- 351.
- Offer, G. y P. Knight.(1980a.) [The structural basis of water-holding in meat, Part 2: Drip losses. En Developments in Meat Science](#), Vol. 4. Editor: Lawrie, R.Elsevier Applied Science. New York, USA.
- Ranken. M. D. (2003). ["Manual de Industrias de la Carne"](#) 1er Edición. AMV Ediciones. Madrid
- Regenstein. J.M. and C.E. Regenstein. (1979). [An Introduction to the Kosher \(Dietary\) Laws for Food Scientists and Food Processors](#). Food Technol.
- Santrich D. (2006) [Evaluación de la calidad y composición química de la carne de res proveniente de animales de dos grupos de edad en Puerto Rico](#). [Tesis de Maestría] Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico. Recinto universitario de Mayagüez;
- Vadehra, DV,(1973) [Newbold, MW, Schnell, Pg and Baker, RC, Effect of salts on the wáter holding capacity of poultry meat](#), Poultry Sci.
- Wierbicki, E., L. E. Kunkle and F. E. Deatherage. (1957). [Changes in the water holding capacity and cationic shifts during the heating and freezing and thawing of meat as revealed by a simple centrifugal method for measuring shrinkage](#). Food Tech. 11:69.