

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS

**Efecto del Tamaño de Partícula en las Características
de Textura y Apariencia de Productos Reestructurados
de Emú (*Dromaius novaehollandiae*) con Bajo
Contenido de Sal (NaCl)**

Tesis presentada como parte de los
requisitos para optar al grado de
Licenciado en Ciencia de los Alimentos

Vanessa Eugenia Piffaut Escáñez

VALDIVIA – CHILE

2006

PROFESOR PATROCINANTE

José Antonio de la Vega Malinconi

Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Tecnología de Alimentos
Instituto de Ciencia Animal y Tecnología de Carnes

PROFESOR INFORMANTE

Renate Schöbitz Twele

Tecnólogo Médico, M.Sc., Microbiología de los Alimentos
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

PROFESOR INFORMANTE

Kong Shun Ah-Hen

Ingeniero en Alimentos, Dipl.- Ing., Dr.-Ing.
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a mis padres Gustavo y Patricia y a mi hermano Gusti por su gran e incondicional cariño. A Carlos por su amor, apoyo, paciencia y comprensión

A mi profesor patrocinante José Antonio de la Vega y a mis profesores informantes Renate Schöbitz y Kong Shun Ah-Hen por su constante ayuda apoyo y colaboración.

A todo el personal de los institutos de Ciencia Animal y Tecnología de carnes y de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, sin su colaboración no habría sido posible la realización experimental de esta tesis.

A mis amigos y compañeros que siempre estuvieron presente para alegrar esta etapa de la vida: Aileen, Feña, Claudia, Karin, Floppy, Poly, David, Cesar, José y Raúl.

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Qué son los productos reestructurados y el efecto del tamaño de partícula	3
2.2	El uso del Cloruro de Sodio (NaCl)	7
2.2.1	El consumo de sodio en la salud	7
2.2.2	El uso del sodio en los alimentos y su posible reducción	8
2.3	El emú como carne saludable	10
3	MATERIAL Y METODO	12
3.1	Materiales	12
3.1.1	Material biológico	13
3.1.2	Insumos	13
3.1.3	Equipos	14
3.1.4	Instrumentos	14
3.2	Método	15
3.2.1	Proceso de elaboración de las hamburguesas	15
3.2.2	Cocción	18
3.2.3	Medición de las características físicas de las hamburguesas	18
3.2.4	Evaluación sensorial	21
3.2.5	Análisis de resultados	22

4	PRESENTACION DE RESULTADOS	24
4.1	Características físicas	24
4.2	Evaluación sensorial	30
5	DISCUSION DE RESULTADOS	34
5.1	Efecto del tamaño de partícula	34
5.2	Efecto del tipo de sal	37
5.3	Efecto de la interacción tamaño de partícula y tipo de sal	38
6	CONCLUSIONES	40
7	RESUMEN	41
	SUMMARY	42
8	BIBLIOGRAFIA	43
	ANEXOS	47

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Comparación de la carne de emú con otras especies de carne	10
2	Composición química de la carne de emú usada en el experimento	13
3	Fórmula base de las hamburguesas	15
4	Tratamientos del experimento	15
5	Análisis de varianza para las características físicas	22
6	Análisis de varianza para la prueba de evaluación descriptiva	23
7	Análisis de varianza para la prueba de evaluación descriptiva - pareada	23
8	Media y desviación estándar para pérdida de peso, retracción de área, fuerza de corte y color.	25
9	Resumen análisis de varianza	26
10	Media y desviación estándar para la evaluación descriptiva	31
11	Media y desviación estándar para la evaluación descriptiva	31
12	Media y desviación estándar para intensidad del sabor a sal y nivel de agrado en la prueba descriptiva - pareada	33

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Carne de emú utilizada en el experimento	13
2	Línea de flujo del proceso de elaboración de hamburguesas	16
3	Obtención del área de la hamburguesa	19
4	Obtención de la muestra para la medición de fuerza de corte	20
5	Efecto de la interacción en la pérdida de peso por la cocción.	26
6	Efecto del tamaño de partícula en la retracción de área por la cocción.	27
7	Efecto de la interacción en la fuerza de corte	28
8	Efecto de la interacción en el color L	29
9	Efecto de la interacción en el color a	29
10	Efecto de la interacción en el color b	30
11	Número de jueces que prefirieron un tratamiento sobre otro	32

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Curva de calibración de la parrilla eléctrica Black & Decker	47
2	Planillas de evaluación sensorial	49
3	Resultados y análisis de varianza para las pruebas físicas de todos los tratamientos	52
4	Resultados y análisis de varianza para las pruebas de evaluación sensorial	67

1. INTRODUCCION

El tamaño de partícula es uno de los factores más importantes que afecta a las características físicas y organolépticas en los productos cárnicos reestructurados, como por ejemplo, textura y apariencia. Especialmente la adición de sal (NaCl), favorece la adhesividad de las partículas y consecuentemente la textura y color del producto; pero por otra parte se ha demostrado que el consumo excesivo de sal perjudica la salud por lo que se han buscado alternativas para reducir el uso del cloruro de sodio.

Este trabajo se enfocó en evaluar el efecto del tamaño de partícula en productos reestructurados de emú con bajo tenor de cloruro de sodio, ya que se orienta hacia la elaboración de reestructurados con un sello saludable. En efecto, la carne de emú posee características como para considerarla un alimento saludable, pues además de tener buenas características tanto nutricionales como organolépticas, presenta un bajo contenido de grasa y colesterol.

Hipótesis:

El tamaño de partícula y la sustitución de NaCl por KCl influyen en un producto reestructurado de emú modificando sus características físicas y organolépticas.

Objetivo general:

Elaborar un producto reestructurado con carne de emú con bajo tenor de cloruro de sodio (NaCl).

Objetivos específicos:

- 1) Evaluar el efecto que tiene el tamaño de partícula en productos reestructurados de emú sobre las características físicas como: pérdida de peso por cocción, retracción de área en la cocción, fuerza de corte, y color.
- 2) Evaluar el efecto que tiene el tamaño de partícula en productos reestructurados de emú sobre las características organolépticas como: masticabilidad y nivel de agrado.
- 3) Evaluar el efecto que tiene la sustitución de sal (NaCl) en características físicas como: pérdida de peso por cocción, retracción de área en la cocción, fuerza de corte y color.
- 4) Evaluar el efecto que tiene la sustitución de sal (NaCl) en características organolépticas como: intensidad del sabor a sal y nivel de agrado.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Qué son los productos reestructurados y el efecto del tamaño de partícula

Un producto reestructurado es preparado a partir de músculos esqueléticos intactos, modificados en su textura por una operación de reducción del tamaño de partícula, pudiéndose usar además órganos y proteínas no cárneos en su proceso de elaboración, produciéndose una unión de partículas de carne, relativamente grandes, como resultado de una fuerza de compactación. Las modificaciones en las operaciones de reducción de partícula, mezclado y moldeado son la fuente principal de diversificación en la textura (DE LA VEGA, 1991).

La mayor razón para elaborar productos cárnicos reestructurados es transformar carne de bajo valor en productos con alto valor agregado, ya que el consumidor puede comprar productos cárnicos muy parecidos a los cortes de carne de alto precio pero a un precio mucho mas bajo (YUN – CHU WU, 2002).

Según RAHARJO *et al.*(1995), existen varias maneras para reducir el tamaño de partícula en el proceso de reestructuración, como son el picado convencional en “moledora de carne”, cortado en hojuelas, rebanado fino, cortado en forma de cubos y trozado así como también las combinaciones de estos métodos.

CHESNEY *et al.* (1978), realizaron estudios comparando tamaños de partículas de 9,5 mm; 6,4 mm y 3,2 mm en reestructurados de carne de cerdo, demostrando que al disminuir el tamaño de partícula disminuye la pérdida de

peso durante la cocción y además aumenta el área de superficie expuesta de la carne y se mejora la cohesividad de las partículas.

En los estudios realizados por POPENHAGEN y MANDINGO (1978), se elaboraron reestructurados con carne de cerdo comparando tamaños de partícula de 3,0 mm; 6,9 mm; 12,7 mm. El tamaño de partícula de 3,0 mm produjo una menor pérdida de peso, una mejor cohesividad y una mayor ternura; también fue mejor evaluado organolépticamente en cuanto a apreciación general. En este estudio los autores además demostraron que mezclar partículas pequeñas y grandes da como resultado una mejor calidad en el producto final.

La forma de reducir el tamaño de partícula influye en la calidad del producto, así lo demuestran RAHARJO *et al.* (1995), que compararon varias técnicas de reducción de partícula: trozado, ablandado (tenderizing), rebanado ultra fino y cortado en fibras, demostrando que la mezcla de trozado y rebanado y usando como ingrediente de unión sal/ fosfato o alginato de Na/ lactato de Ca dieron productos con agradables propiedades organolépticas y físicas.

LIN y KEETON (1994), estudiaron 3 tratamientos distintos en los cuales se evaluaron la textura. El tratamiento C consistió en cortar en escamas la carne, el tratamiento G fue carne molida y el tratamiento CG fue una mezcla de carne molida y cortada en escamas, el tratamiento G fue el que obtuvo mayores valores en fuerza de corte y menores pérdidas por la cocción, el tratamiento C fue el que obtuvo menores valores de fuerza de corte. En cuanto a evaluación sensorial, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, además se pudo comprobar que el tratamiento con mejores resultados en cuanto a cocción y textura fue el tratamiento CG.

EHRENFELD (1997), estudió el tamaño de partícula en reestructurados elaborados con carne de oveja con dos tamaños de partícula 5,0 mm; 9,0 mm y una mezcla de ambos, determinando pérdida de peso, retracción de área, fuerza de corte y características organolépticas, resultando mejor evaluado en todos los aspectos el tamaño de partícula de 5,0 mm.

En un estudio de BERRY *et al.* (1999), se investigó como afectan el deshuesado en caliente y el tamaño de partícula en la terneza y propiedades sensoriales en hamburguesas de carne de vacuno; se usaron tamaños de partícula de 3,2 mm y 4,0 mm. Los resultados demostraron que al usar un tamaño de partícula de 3,2 mm da mejor terneza que uno de 4,0 mm, la evaluación sensorial también demostró que una mejor terneza se obtiene del tamaño 3,2 mm.

En un estudio de SHAO *et al.* (1999), en el que se comparó un reestructurado con carne de vacuno con uno con carne de emú, se llegó a las siguientes conclusiones: los reestructurados con carne de vacuno resultaron con mayor cohesividad que los de emú. Los reestructurados con emú perdieron menos peso después de la cocción sin embargo, fueron menos rígidos y más fáciles de romper durante las pruebas de fuerza.

CESPEDES (2000), evaluó el efecto de dos tamaños de partícula en reestructurados preparados con carne de vacuno: 3,0 mm y 4,5 mm; en pérdida de peso y retracción de área fue mejor evaluado el tamaño de 4,5 mm, sin embargo, en fuerza de corte resultó con menor valor el tamaño de 3,0 mm.

SUMAN y SHARMA (2003), realizaron un trabajo donde evaluaron el efecto de tamaño de partícula en hamburguesas de búfalo (*Bubalus bubalis*), los tamaños evaluados fueron los siguientes: 3,0 mm; 4,0 mm y 6,0 mm. Al disminuir el tamaño de partícula aumenta la retracción de área y disminuyen los valores de

fuerza de corte. En relación a la evaluación sensorial en características como textura y aceptación general las mejores evaluadas fueron las con tamaño de partícula de 3 mm.

COFRADES *et al.* (2004), realizaron estudios en productos reestructurados con carne de vacuno para ver como influía la adición de nueces y el tamaño de partícula en textura, color y características organolépticas. Los tamaños de partículas usados fueron 6 mm y 14 mm; y las cantidades de nueces añadidas fueron de 5, 10 y 15%. Los resultados obtenidos fueron que al agregar 5 y 10% de nuez y mayor tamaño de partícula tuvieron valores más altos de fuerza de cizalla; el color no fue afectado por el tamaño de partícula sólo por la adición de nuez, ya que al aumentar la cantidad de nuez se disminuye la luminosidad y se aumenta el tenor de rojo (a) y amarillo (b). En la evaluación sensorial resultó más aceptable el tamaño de partícula de 6 mm con 10% de nuez y el tamaño de partícula 14 mm con 5% de nuez.

SWAN y BOLES (2006), realizaron estudios en embutidos y hamburguesas con varios cortes de carne de vacuno, "trimmed", "chuck", "striploin", "hindshank", "silverside", "thick flank" y "rib trim". Se midieron características como pérdidas de peso en la cocción, fuerza de corte y color. "Chuck" y "rib trim" dieron los colores mas rojos en la medición con el colorímetro, los embutidos hechos con "striploin", "check" y "hindshank" resultaron con mayores valores de fuerza de corte mas tensos, las hamburguesas elaboradas con los cortes "thick flank" y "striploin" dieron el mayor rendimiento en la cocción y tuvieron menores valores en fuerza de corte.

De lo anterior se deduce que el tamaño de partícula afectaría propiedades físicas y organolépticas en productos reestructurados, además en los estudios revisados los productos con mejores resultados para pérdida de peso en la

cocción, fuerza de corte, textura y apariencia serían los que tienen menores tamaños de partícula.

2.2 El uso del cloruro de sodio (NaCl)

El NaCl otorga características tecnológicas que hacen muy difícil su reemplazo en los alimentos, sin embargo también posee características que lo hacen perjudicial para la salud si se consume en exceso.

2.2.1 El consumo de sodio en la salud. El sodio es un elemento que se encuentra en la naturaleza y en casi todos los alimentos. El nombre común que se da al cloruro de sodio es sal, que tiene, más o menos, la mitad de sodio. Toda persona necesita sodio para vivir y como se obtiene naturalmente en alimentos frescos, no se necesitaría añadir más.

Una persona consume en promedio 6 a 18 gramos de sal diariamente (1-3 cucharaditas llenas). Se recomienda una ingesta diaria de 2,4 a 3,0 mg al día de sodio, tomando en cuenta que 1 cucharadita de sal (6 g sal) equivale a 2,4 mg de sodio (SALUDNUTRICION ¹).

BALLESTEROS *et al.* (1998), evaluaron el efecto del consumo de fibra dietética, energía, sodio, potasio y calcio sobre la presión arterial de un grupo de adultos normo tensos. Como conclusión se obtuvo que la elevada ingestión de sodio, así como el sobrepeso y la obesidad, presentan una asociación con la hipertensión arterial en sujetos normo tensos.

El aumento del consumo de sal incrementa la presión arterial. La hipertensión arterial es uno de los factores de riesgo de mayor importancia para las

¹[http://www. .saludnutricion.com/scripts/salud.dll/como_reducir_el_consumo_de_sodio.htm](http://www.saludnutricion.com/scripts/salud.dll/como_reducir_el_consumo_de_sodio.htm).

enfermedades coronarias y para las enfermedades cerebro vascular (HIDALGO, 2001).

Según CONSUMASEGURIDAD² asegura que el posible riesgo de la sal no se circunscribe solo a la enfermedad cardiovascular, sino que la excesiva ingestión de sal daña la densidad mineral ósea de los huesos en niñas en edad escolar

2.2.2 El uso del sodio en los alimentos y su posible reducción. El factor limitante en una eventual reducción o sustitución del cloruro de sodio en los productos cárneos, es la acción que posee en funciones tecnológicas y microbiológicas básicas que se aplican a estos productos, como lo son la capacidad de retención de agua, la capacidad de emulsificación de grasas, la solubilización de proteínas y la disminución de la actividad de agua.

En un estudio de Olson (1982) citado por RUUSUNEN y PUOLANNE (2005), se demostró que una reducción del 25% de NaCl en productos cárneos es lo que mas se puede alcanzar sin perjudicar las características del producto tales como sabor, textura y vida útil.

KEETON (1983), elaboró hamburguesas de cerdo utilizando NaCl/PO₄ en combinaciones de 0/0; 1/0; 1/0,25. La combinación 1/0,25 reduce la pérdida de peso en la cocción y realza propiedades sensoriales como jugosidad.

JONES *et al.* (1988), realizaron estudios con reestructurados de cordero, elaborando tratamientos con 100% NaCl; 75% NaCl + 25% KCl; 50% NaCl + 50% KCl. El tratamiento con 100% NaCl resultó mejor en cuanto a rendimiento en la cocción. Un panel sensorial evaluó las características de jugosidad, sabor, “deseabilidad” y aceptación general, en las cuales no existió diferencias significativas entre los tratamientos.

² http://www.consumaseguridad.com/web/es/sociedad_y_consumo/2005/06/22/18757_print.php

WHEELER *et al.* (1990), realizaron un estudio en reestructurados de vacuno utilizando NaCl, KCl y una mezcla de ambos en la proporción 65:35. Los reestructurados elaborados con NaCl y NaCl + KCl resultaron mejor en cuanto a jugosidad, salinidad y palatividad sugiriéndose que un reemplazo con 35% de KCl sería un sustituto del NaCl en reestructurados de vacuno.

Otro estudio realizado por HIDALGO (2001), en el cual se desarrolló y caracterizó una emulsión cárnea con niveles reducidos de NaCl, mediante la sustitución parcial de esta sal. Las sales de reemplazo fueron KCl y MgCl₂, los niveles de reemplazo fueron 30, 40 y 50%, para ambas. La sustitución de KCl no afectó los parámetros de color L, a y b; en cambio la estabilidad de la emulsión, la capacidad de retención de agua y la fuerza de cizalla disminuyeron sus valores al ser sustituido el KCl. Se demostró que un posible reemplazo solo sería el KCl a un nivel del 30%.

En una revisión realizada por RUUSUNEN y PUOLANNE (2005), se verificó que existen varias formas de reducir el contenido de sodio en productos cárneos: disminuir los niveles de NaCl; reemplazar todo o parte del NaCl por otras sales de cloruro (KCl, CaCl₂, y MgCl₂); reemplazar parte del NaCl por sales no cloradas como fosfatos y una combinación de cualquiera de estas formas.

El sodio como se ha visto anteriormente, tiene grandes beneficios en las características tecnológicas y microbiológicas, en productos reestructurados carnicos pero además se ha comprobado que su consumo en exceso tiene graves consecuencias en la salud, por lo que es muy importante encontrar alternativas a su uso que no afecten estas características tecnológicas y microbiológicas en los productos reestructurados. Algunas alternativas pueden ser el reemplazo en pequeños porcentajes del sodio por otras sales como KCl, CaCl₂ y MgCl₂.

2.3 El emú como carne saludable

La carne y los productos cárnicos son alimentos fundamentales para una alimentación completa y saludable, aunque se debe evitar el consumo excesivo de grasa y colesterol que aporta la carne. Por esto que se ha desarrollado una gama de alimentos llamados funcionales, los cuales son capaces de fomentar la buena salud y de prevenir o aliviar enfermedades. Aunque el concepto de alimento funcional parece estar más asociado a productos vegetales o lácteos e incluso al pescado, no conviene olvidar que bajo determinadas condiciones la carne y sus derivados también pueden considerarse como tales (MAZZA, 2000; JIMENEZ COLMENERO, 2002).

El papel de la carne como alimento funcional, al igual que otro elemento de la dieta, deberá estar asociado a la presencia de uno a varios de los componentes funcionales como son los ácidos grasos omega 3, calcio, ácido linoleico conjugado y prebióticos, algunos de ellos están presentes de manera natural, pero en la mayoría de los casos cabe la posibilidad de modificar su composición a conveniencia (JIMENEZ COLMENERO, 2002). Dentro de estas carnes saludables se puede clasificar la carne de emú. Sus características de bajo tenor grasoso y colesterol se pueden apreciar en el CUADRO 1.

CUADRO 1: Comparación de la carne de emú con otras especies de carne

Especie	Agua %	Grasa %	Proteínas %	Colesterol (mg/100g)
Emú	74,06	1,48	22,1	39 - 48
Vacuno	74,89	3,34	20,17	100
Cerdo	72,23	5,66	21,43	80- 70
Salmón	68,90	10,85	19,90	50

FUENTE: DE LA VEGA, 2003

La carne de emú es rica en fierro presenta 4,6 mg/ 100g de carne, la carne de vacuno aporta 1,8 mg/100g de carne y la de cerdo 0,9 mg/ 100g de carne (DE LA VEGA, 2003).

La carne de emú se caracteriza por ser una carne muy roja y magra, tierna y de buen sabor, con un contenido en grasa y colesterol muy bajo (menos que el pollo). Su sabor es parecido al del vacuno pero es mucho más proteica, sin nervios ni tendones y con un alto nivel de hierro, zinc, vitaminas B12 y C. Reúne los principales beneficios de las carnes rojas, pero con todas las ventajas de una carne blanca (DE LA VEGA, 2003).

Algunos de los cortes (músculos) obtenidos de una canal de emú son pequeños, lo cual puede limitar su uso culinario, pero esto genera una oportunidad para elaborar productos reestructurados con un sello de saludable (DE LA VEGA, 2003).

3. MATERIAL Y METODO

La investigación fue realizada en el Instituto de Ciencia Animal y Tecnología de Carnes de la Universidad Austral de Chile.

El trabajo se efectuó en las siguientes etapas:

a) Formulación y elaboración de productos reestructurados tipo hamburguesa:

- preparación de 35 unidades por tratamiento
- congelamiento de las hamburguesas

b) Análisis físicos de las hamburguesas:

- pérdida de peso por cocción
- retracción de área en la cocción
- fuerza de corte
- color (L, a, b)

c) Evaluación sensorial de las hamburguesas

- prueba descriptiva
- prueba de preferencia

3.1 Materiales

Para la elaboración de las hamburguesas se utilizaron los siguientes materiales, insumos, equipos e instrumentos.

3.1.1 Material biológico. Carne de emú de 1 animal procedente del criadero Sociedad Comercial Puelo de La Unión.

CUADRO 2. Composición química de la carne de emú usada en el experimento.

Humedad (%)	Proteína (%)	Materia grasa (%)	Cenizas (%)	Colesterol (mg/100 g)
76,70	20,20	1,70	1,41	53,31

Análisis realizado en laboratorio de Fitoquímica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile



FIGURA 1. Carne de emú utilizada en el experimento

3.1.2 Insumos.

- NaCl y KCl
- Papel aluminio marca Alusafoil

- Pimienta marca Prinal
- Bolsas de polietileno de 6 x 20 cm
- Papel poliéster transparente de 75 μ de espesor
- Cajas de cartón de 30 x 25 x 12 cm

3.1.3. Equipos.

- Moledora de carne. Marca Kenwood, modelo power mincer MG300, con discos de 10 mm; 8 mm y 4 mm
- Mezcladora de carne. Marca Siegen, modelo SG – 300 P
- Moldeadora de hamburguesas. Marca Osmas modelo BT 10 con molde de 11 cm de diámetro y 1 cm de profundidad
- Parrilla eléctrica Black & Decker
- Refrigerador. Marca Sindelen, modelo RD 360 NF.
- “Freezer” horizontal. Marca Cónsul, modelo 310 CFC.

3.1.4. Instrumentos.

- Balanza electrónica EK – 12 KA capacidad de 12.000 g y precisión de 1 g
- Balanza de precisión Sartorius. Capacidad 6.100 g y precisión de 0,1 g
- Balanza analítica Sartorius modelo 1413 MPO – 1. Capacidad de 200 g y precisión de 0,1 mg
- Termómetro digital Jumo modelo TDA t – 30/m, con rango de temperatura de –40 a 199,9 °C y resolución de 0,1 °C
- Cronometro
- Textuometro Warner – Bratzler Meat Shear modelo 3000, con disco de capacidad de 25 kg de fuerza y precisión de 100 g
- Espectro colorímetro HunterLab. Miniscan XE Plus, modelo 45/ 0 – L con rango de acción 400 a 700 nm

3.2 Método

Para la elaboración de las hamburguesas se usó la fórmula base de CESPEDS (2000) modificada según las necesidades de este trabajo.

CUADRO 3: Fórmula base de las hamburguesas

Componentes	Porcentaje (P/P)	Cantidad para 1 hamburguesa (50 g)
Carne de emú	80,0	40,00
Agua	17,5	8,75
Sal	2,0	1,00
Especias (pimienta)	0,5	0,25

El diseño del experimento consideró dos variables. a) tipo de sal usado con 100% NaCl y 62% de NaCl con 38% de KCl y b) el tamaño de partícula de la carne de emú molida 10 mm, 8 mm y 4 mm.

CUADRO 4: Tratamientos del experimento

Nivel de NaCl	Tamaño de partícula		
	10 mm	8 mm	4 mm
100% NaCl	A	B	C
62 % NaCl*	D	E	F

* La sal adicionada en un nivel de 2% en la formulación, tenía una composición de 62% NaCl y 38% de KCl

3.2.1 Proceso de elaboración de las hamburguesas. Se elaboraron 35 hamburguesas de 50 g de peso para cada tratamiento dando un total de 210 hamburguesas. La línea de flujo se presenta en la FIGURA 2 y a continuación se presenta la explicación detallada de esta línea de flujo.

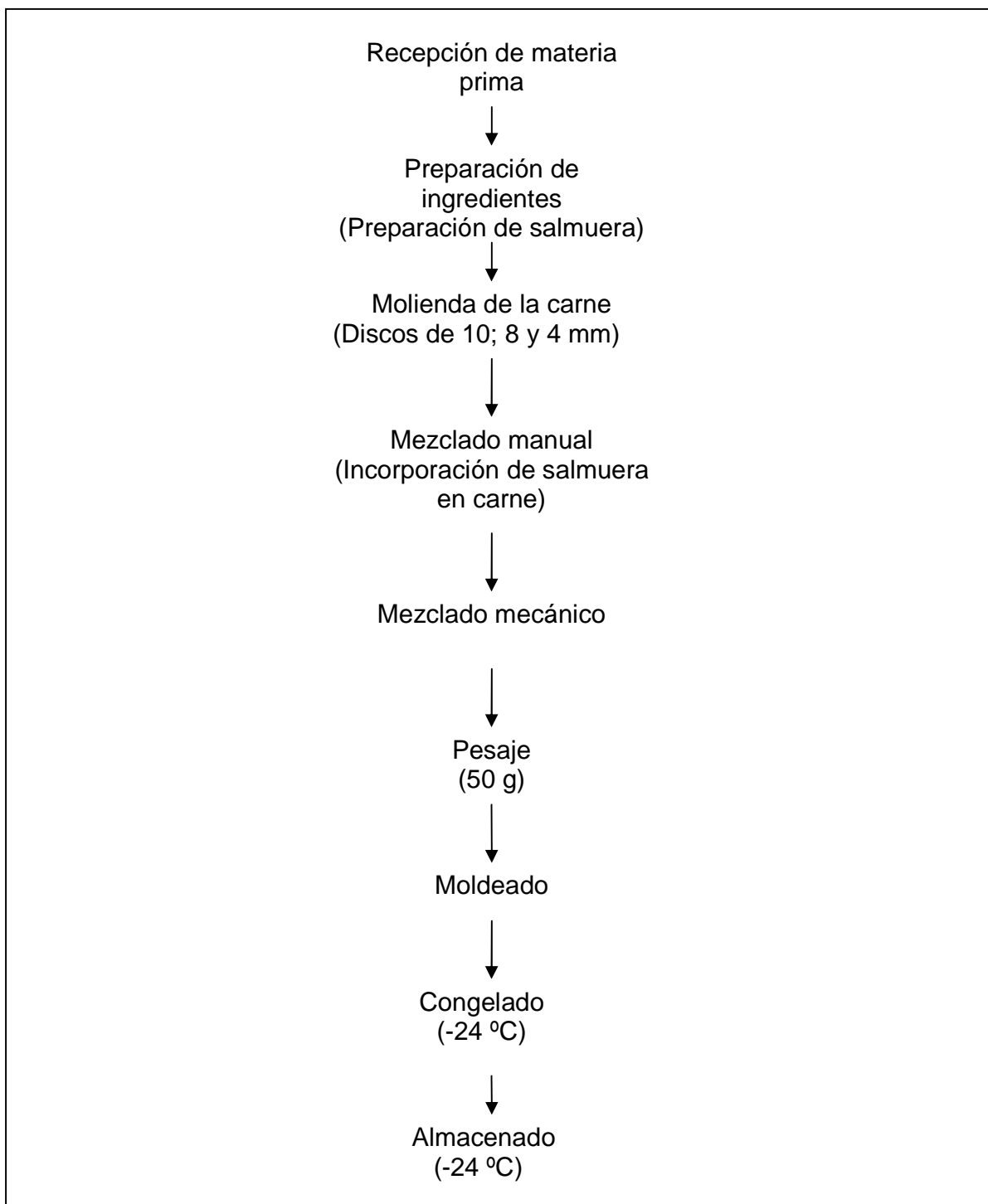


FIGURA 2: Línea de flujo del proceso de elaboración de hamburguesas

- **Recepción de las materias primas:** materia prima fue recepcionada 3 días después del sacrificio, en los cuales se mantuvo en temperatura de refrigeración (4 °C). Se realizó una inspección visual de todas las materias primas, para verificar si existía alguna anomalía o defecto y después hacer una limpieza y trozado en cubos de la carne de emú.
- **Pesado y preparación de los ingredientes:** Se pesaron todos los ingredientes, según las cantidades que se necesitaban, se mezcló el agua de la formulación con la sal para formar una salmuera y así hacer más fácil su incorporación en la carne molida, además se dejó pesada la cantidad de la pimienta necesaria.
- **Preparación de la carne para la molienda:** A la carne ya trozada en cubos, se le aplicó un golpe de frío para llevarla a -2 °C y facilitar con ello la molienda.
- **Molienda de la carne:** Se fue intercambiando el disco para obtener los diferentes tamaños de partícula. La carne trozada fue separada en 3 porciones, una de esas porciones fue pasada por el disco de 10 mm, la segunda porción fue pasada por el disco de 8 mm y una última porción fue pasada por el disco de 4 mm.

- **Mezclado:** la siguiente secuencia resume la operación de mezclado

Adición de salmuera	
Mezclado manual	5 minutos
Mezclado mecánico*	2 minutos
Adición de pimienta	
Mezclado manual	3 minutos
Mezclado mecánico*	1 minuto
Total mezclado	11 minutos

* En mezcladora Siegen

Posteriormente la masa obtenida fue llevada a una temperatura de refrigeración (8 °C - 10 °C) para la formación de las hamburguesas.

- **Pesaje:** Se pesaron porciones de 50 g en la balanza de precisión para después formar las hamburguesas
- **Moldeado:** En la máquina moldeadora de hamburguesas se colocaron las porciones pesadas y se formaron las hamburguesas, dando unidades de 50 g con 10 cm de diámetro y 1 cm de espesor
- **Congelado:** Las hamburguesas envasadas individualmente en bolsas de polietileno fueron llevadas a un congelador con una temperatura de -24 °C por aproximadamente unas 3 horas.
- **Almacenamiento:** Las hamburguesas fueron guardadas en cajas de cartón y almacenadas en el mismo congelador (-24 °C) hasta su posterior análisis.

3.2.2 Cocción. Para evaluar características como capacidad de retención de agua (pérdida de peso) y textura, se cocinaron 12 hamburguesas de cada tratamiento. Esta operación se efectuó en la parrilla eléctrica, cocinando en ella 6 hamburguesas congelada (una de cada tratamiento), hasta que llegaron a una temperatura en el centro de $70\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$; el procedimiento considero un tiempo de 6 minutos, 3 minutos por cada lado de la hamburguesa.

La temperatura real alcanzada en la superficie del sartén fue previamente verificada al igual que la temperatura final alcanzada por las hamburguesas, midiendo la temperatura en alguna de ellas (ANEXO 1).

3.2.3 Medición de las características físicas de las hamburguesas. Se usaron 12 hamburguesas de cada tratamiento para determinar capacidad de retención de agua (pérdida de peso) retracción de área y fuerza de corte.

- **Pérdida de peso en la cocción:** Se pesó primero el producto congelado (p_i) y luego se pesó el producto cocido (p_f), pero antes de pesar el producto cocido este se secó en la superficie con papel absorbente. (HERMANNNS, 2000). Se utilizaron 12 hamburguesas por tratamiento

$$\text{Pérdida de peso (\%)} = \frac{(p_i - p_f) \times 100}{p_i} \quad (3.1)$$

- **Retracción de área en la cocción:**

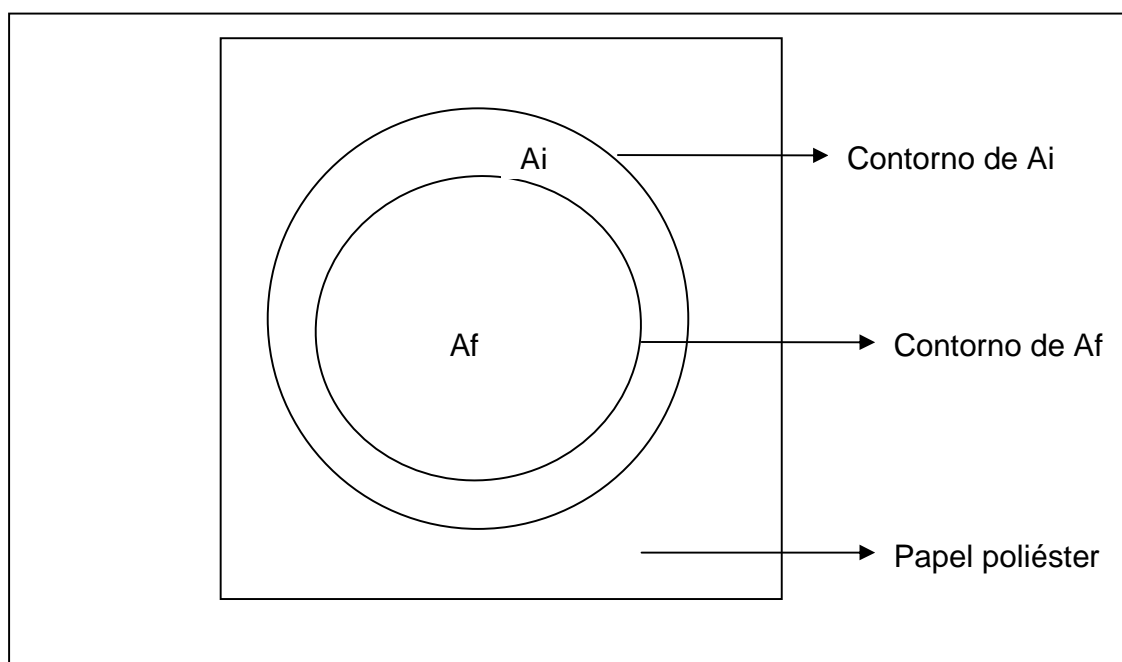


FIGURA 3. Obtención del área de la hamburguesa

Se dibujó el contorno del producto crudo en el papel poliéster y luego se dibujó el contorno del producto cocido en el papel poliéster, se cortaron las figuras y se pesaron en la balanza analítica. El peso de la figura del producto crudo es A_i y el peso de la figura cocida es A_f . Se utilizaron 12 hamburguesas por cada tratamiento.

$$\text{Retracción de área (\%)} = \frac{(A_i - A_f) \times 100}{A_i} \quad (3.2)$$

- **Fuerza de corte:** Se midió la fuerza para cortar un trozo de producto ya cocido con el texturometro Warner–Bratzler. Cada producto (hamburguesa) fue cortado en 3 tiras, estas 3 tiras fueron cortadas en tres secciones, se obtuvieron así 108 mediciones por tratamiento ya que se midieron 12 hamburguesas por cada tratamiento (CESPEDES, 2000).

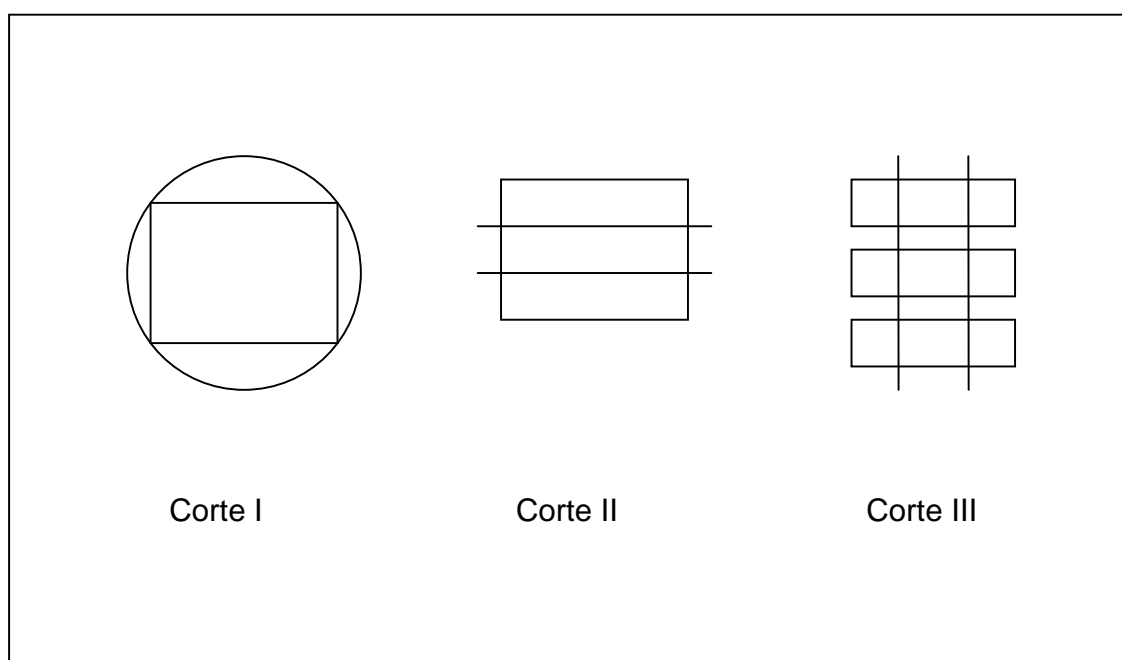


FIGURA 4. Obtención de la muestra para la medición de fuerza de corte.

- **Análisis espectrocolorimétrico:** El procedimiento consistió en medir los parámetros de color L, a y b en la superficie de 6 hamburguesas crudas por tratamiento, la medición se realizó antes de ser congeladas las hamburguesas. El parámetro “L” expresa el grado de luminosidad de la muestra analizada, en unidades de 0 a 100, correspondiendo un “L” =0 a un color negro y un “L” = 100 a un color blanco. El parámetro “a” expresa el grado de intensidad del color

entre los colores verde y rojo de la muestra analizada, siendo un valor de “-a” mas cercano al verde, y un valor “+a” más cercano al rojo. El parámetro “b” expresa el grado de intensidad de color entre los colores azul y amarillo, siendo el valor “-b” mas cercano al azul, y un valor “+b” mas cercano al amarillo (CESPEDES, 2000; HERMANNNS, 2000).

3.2.4 Evaluación sensorial: Para realizar las pruebas de evaluación sensorial se trabajó con un panel semi entrenado compuesto por 12 personas de ambos sexos (7 hombres y 5 mujeres) con edades entre 24 y 28 años, las cuales fueron instruidas con respecto a las características del producto y el método a seguir.

- Cocción: según descrito (3.2.2)
- Presentación de muestras a panelistas: Se dividió 1 hamburguesa en 8 partes y se colocó cada trozo en un plato blanco con un mondadientes

Las pruebas que se realizaron fueron: evaluación descriptiva y descriptiva - pareada (Fichas en ANEXO 2).

- Prueba de evaluación descriptiva:

Se realizó para comparar el efecto del tamaño de partícula, en base a una descripción de las características masticabilidad y nivel de agrado. Se usó una escala donde el puntaje más alto fue de 5 y correspondía a los términos “muy alto” o “muy bueno” y así en orden descendiente hasta los términos “muy bajo” o “muy desagradable” que equivalen al valor de 1.

Primero se hizo la prueba para los 3 tratamientos en que la sal tiene 100% de NaCl y después para aquellos 3 tratamientos en que la sal tiene 62% de NaCl.

- Prueba de evaluación descriptiva - pareada

Los tratamientos que resultaron mejor evaluados de cada nivel de sal (100% NaCl y 62% NaCl) fueron sometido a esta prueba. Se realizó una evaluación

para intensidad del sabor a sal y nivel de agrado, se usó una escala donde el puntaje más alto fue de 5 y correspondía a los términos “muy alto” o “muy bueno” y así en orden descendiente hasta los términos “muy bajo” o “muy desagradable” que equivalen al valor de 1. Además se pidió elegir cual tratamiento era de la preferencia de los panelistas.

3.2.5 Análisis de resultados. Para pérdida de peso y retracción de área se realizó una ANDEVA para un diseño factorial 3 x 2; con 6 tratamientos y 12 repeticiones, para fuerza de corte se realizó un diseño factorial 3 x 2; con 6 tratamientos y 108 repeticiones y una prueba de Tukey en el caso de que hubiera diferencias significativas. Para colorimetría se hizo un ANDEVA para un diseño factorial 3 x 2; con 6 tratamientos y 6 repeticiones y una prueba de Tukey en el caso que hubiese diferencia significativa (LARMOND, 1977; CESPEDES, 2000).

CUADRO 5: Análisis de varianza para las características físicas

Fuente de variación	Grados de libertad					
	Pérdida Peso	Retrac. área	Fuerza corte	Color “L”	Color “a”	Color “b”
Tamaño partícula	2	2	2	2	2	2
Tipo de Sal	1	1	1	1	1	1
Interacción	2	2	2	2	2	2
Error	66	66	642	30	30	30
Total	71	71	647	35	35	35

Para las pruebas de evaluación descriptiva se realizó una ANDEVA para un diseño de bloques completamente al azar para 3 tratamientos y 12 repeticiones (jueces) para ver si las muestras presentan diferencias significativas al 5 %; si para la prueba de evaluación descriptiva hay diferencias se realizó una prueba de Tukey. Esta prueba se realizó independientemente a los tratamientos (3) para ambos niveles de sal

CUADRO 6: Análisis de varianza para la prueba de evaluación descriptiva

Fuente variación	Grados de libertad	
	Masticabilidad	Nivel de agrado
Tratamientos	2	2
Jueces	11	11
Error	22	22
Total	35	35

Para la prueba descriptiva – pareada para las características intensidad del sabor a sal y nivel de agrado se realizó un ANDEVA para un diseño de bloques completamente al azar para 2 tratamientos y 39 repeticiones para ver si existen diferencias significativas al 5%

CUADRO 7. Análisis de varianza para la prueba de evaluación descriptiva pareada

Fuente variación	Grados de libertad	
	Intensidad sabor a sal	Nivel de agrado
Tratamientos	1	1
Jueces	38	38
Error	40	40
Total	77	77

Para la preferencia hay 39 repeticiones y 2 tratamientos y un 5% de nivel de significancia y un valor tabulado de 27 (tabla en ANEXO 2), esto significa que la muestra debe ser elegida 27 veces para resultar significativamente diferente al 5 % (LARMOND, 1977; CESPEDES, 2000).

4. PRESENTACION DE RESULTADOS

Los datos experimentales se presentan en los ANEXOS 3 y 4, los cuadros y figuras que se presentaran a continuación están referidas al análisis estadístico de estos datos experimentales.

4.1 Características Físicas

Las características estudiadas fueron pérdidas de peso, retracción de área, fuerza de cizalla y parámetros de color (HunterLab). Los datos obtenidos de estas pruebas se encuentran en el ANEXO 3.

Este experimento es un diseño factorial 3 x 2, donde se tuvo que evaluar dos tipos de efectos: efectos de cada variable independiente (tamaño de partícula y tipo de sal) y los efectos de interacción entre variables independientes (tamaño de partícula x tipo de sal).

En el CUADRO 8 se encuentran los valores de la media para todos los tratamientos, con los tratamientos estadísticamente analizados por medio de un diseño completamente al azar y a continuación se encuentran resueltos por medio de un diseño factorial. Las letras al lado de la media muestran cuando existen diferencias significativas, si las letras son diferentes existen diferencias significativas.

CUADRO 8. Media y desviación estándar para pérdida de peso, retracción de área, fuerza de corte y color

	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	Tratamiento D	Tratamiento E	Tratamiento F
Pérdida de peso (%)	33,81 ab 3,26	32,99 ab 2,65	35,42 c 1,47	30,91 a 2,37	35,17 c 2,76	38,56 d 2,62
Retracción de área (%)	32,48 bc 1,98	32,95 bc 3,87	29,21 a 2,69	34,68 c 1,93	32,93 bc 1,91	30,33 ab 1,79
Fuerza de corte (g)	1271,76 a 1014,91	1122,22 a 625,14	1037,96 a 828,91	1164,81 a 742,95	1275,96 a 666,68	1024,54 a 333,10
Color "L"	23,21 b 0,82	21,82 a 0,82	21,21 a 0,68	21,53 a 0,53	20,90 a 0,58	20,87 a 0,52
Color "a"	12,29 c 0,82	10,99 b 0,74	9,03 a 0,33	12,86 c 0,65	9,47 a 0,45	9,70 a 0,38
Color "b"	8,40 c 0,18	7,93 b 0,32	7,57 ab 0,18	8,35 c 0,28	7,44 a 0,05	7,72 ab 0,13

En el CUADRO 9 se encuentra un resumen del análisis de varianza para un diseño factorial, los resultados de este análisis se encuentran en el ANEXO 3.

CUADRO 9. Resumen análisis de varianza

Fuente de variación	Pérdida peso	Retracción área	Fuerza de corte	Color "L"	Color "a"	Color "b"
Tamaño Partícula	SI *	SI	SI	SI	SI	SI
Tipo de sal	NO **	NO	NO	SI	NO	NO
Interacción	SI	NO	NO	SI	SI	SI

* SI: diferencia significativa ($p \leq 0,05$)

** NO: diferencias no significativas ($p \geq 0,05$)

A continuación se presentan unos gráficos, y una explicación como forma de apoyar los resultados obtenidos estadísticamente para observar los casos en los cuales existió una interacción y en los casos en que no existió una interacción, en base a la dirección y tendencia de las pendientes.

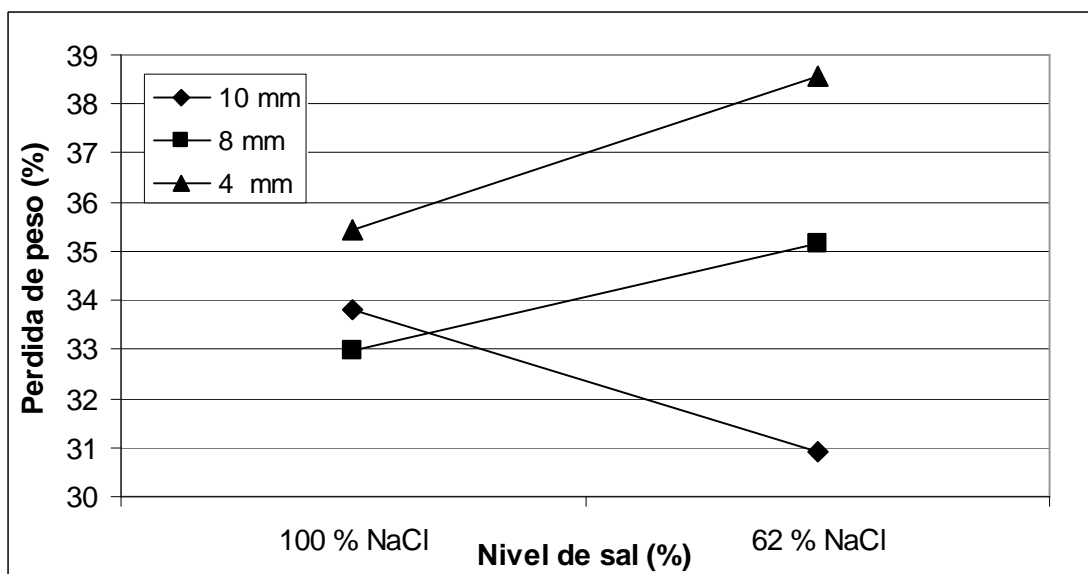


FIGURA 5. Efecto de interacción en la pérdida de peso por la cocción.

En la FIGURA 5 se puede observar la interacción ya que para los tratamientos con 4 mm y 8 mm se observa una misma pendiente para los dos niveles de sal. En cambio los tratamientos de 10 mm muestran una pendiente mucho mayor y una tendencia diferente para los niveles de sal que la de los otros tamaños de partícula.

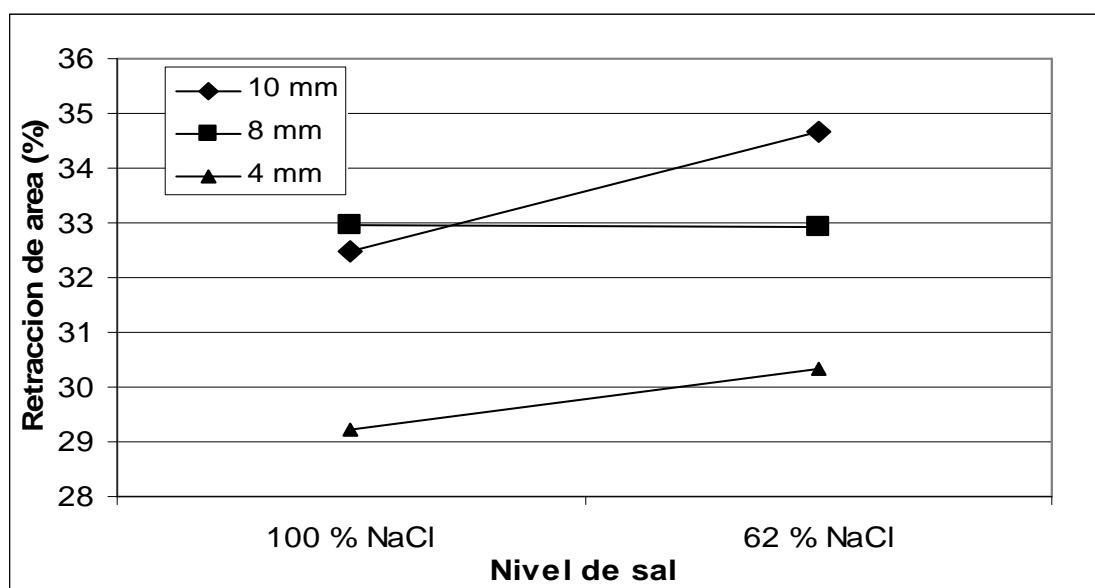


FIGURA 6. Efecto de interacción en la retracción de área por la cocción.

En la FIGURA 6 se observa que no hay interacción porque los tratamientos de 8 mm no presentan variación para los niveles de sal y los otros tamaños de partícula presentan una misma pendiente y tendencia para los niveles de sal,

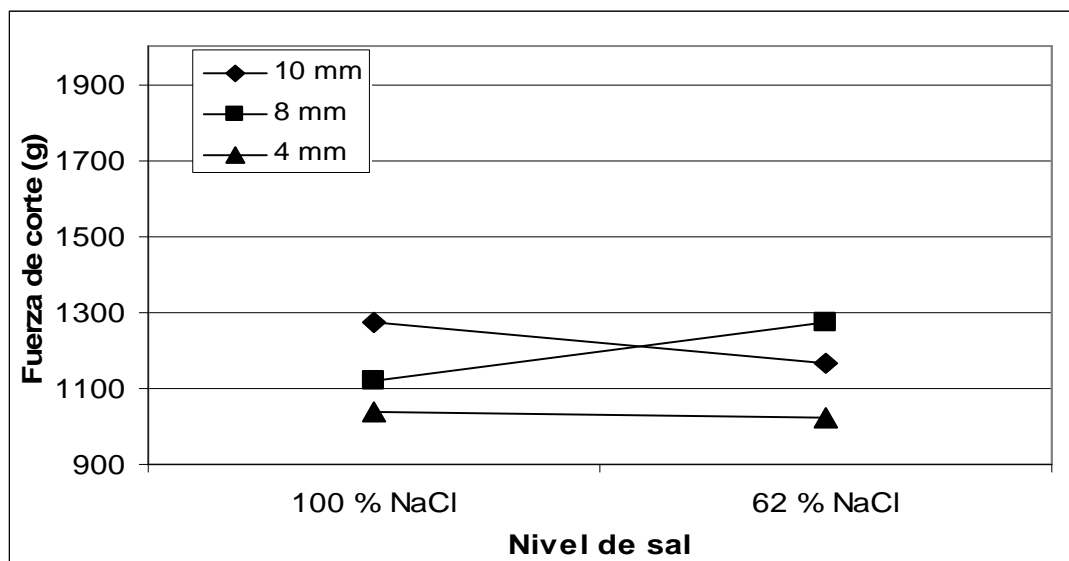


FIGURA 7. Efecto de interacción en la fuerza de corte.

En la FIGURA 7 se observa que existe una interacción, las tendencias de los tratamientos con 10 mm y 8 mm son contrarias, sin embargo los resultados estadísticos no arrojaron que existiera una interacción, la razón se puede deber a que en esta prueba se utilizaron 108 datos por tratamiento y los coeficientes de variación son muy altos sobre 30%, y puede que un análisis estadístico para un diseño factorial no alcance a detectar una interacción.

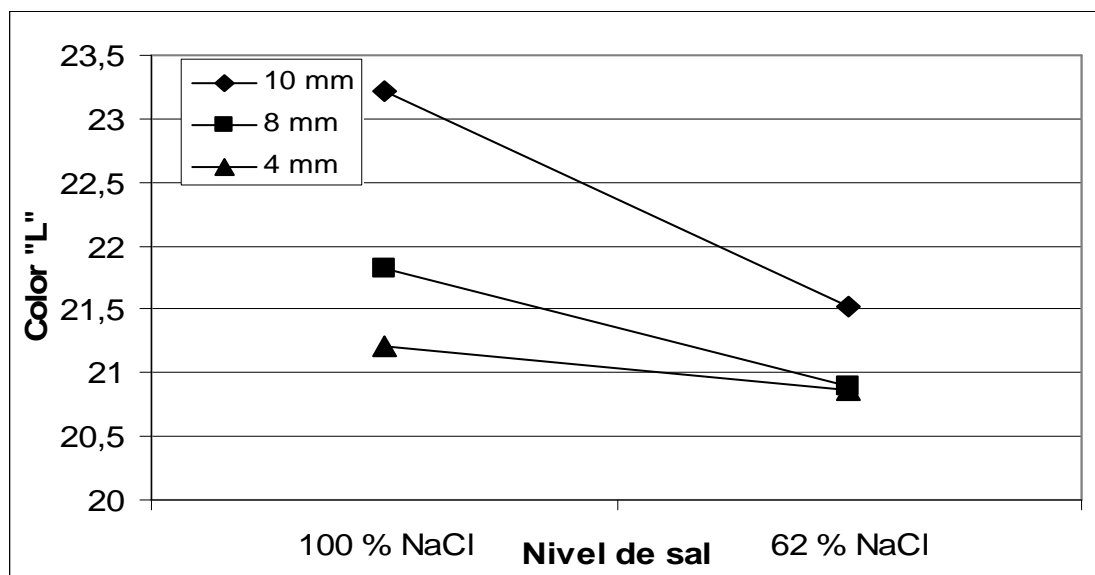


FIGURA 8. Efecto de interacción en el parámetro de color L.

En la FIGURA 8 se observa una interacción ya que los tratamientos con tamaño de partícula 8 mm y 4 mm, presentan casi una misma pendiente para los niveles de sal, en cambio el tamaño de partícula de 10 mm presentan una pendiente mucho mayor para los niveles de sal que los otros tamaños de partícula.

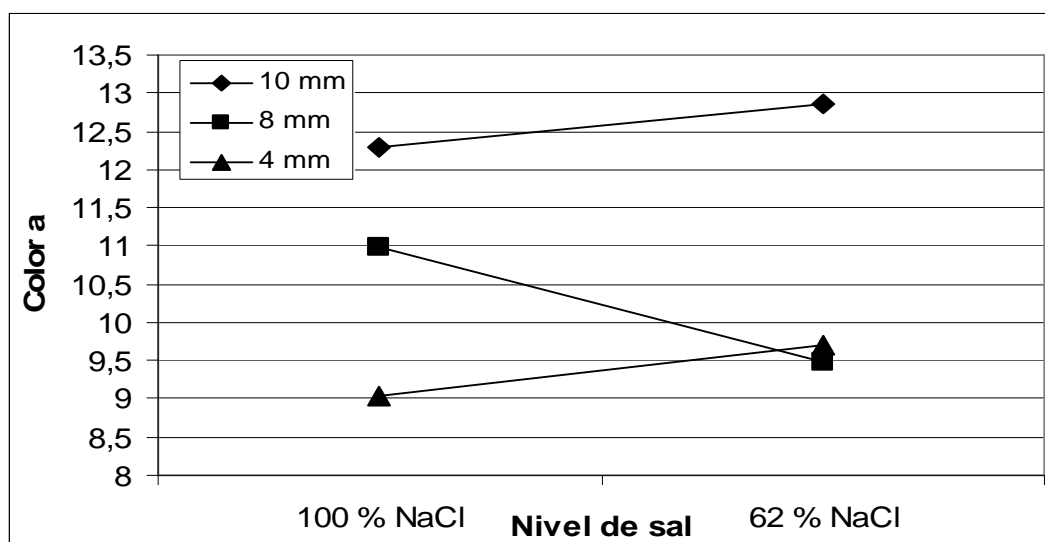


FIGURA 9: Efecto de interacción en el parámetro de color a

En la FIGURA 9 existe una interacción, ya que los tratamientos de los tamaños de partícula 10 mm y 4 mm presentan una pendiente y una tendencia muy similar para los niveles de sal, sin embargo, el tamaño de partícula de 8 mm presenta una pendiente mayor que la de los otros tamaños de partícula.

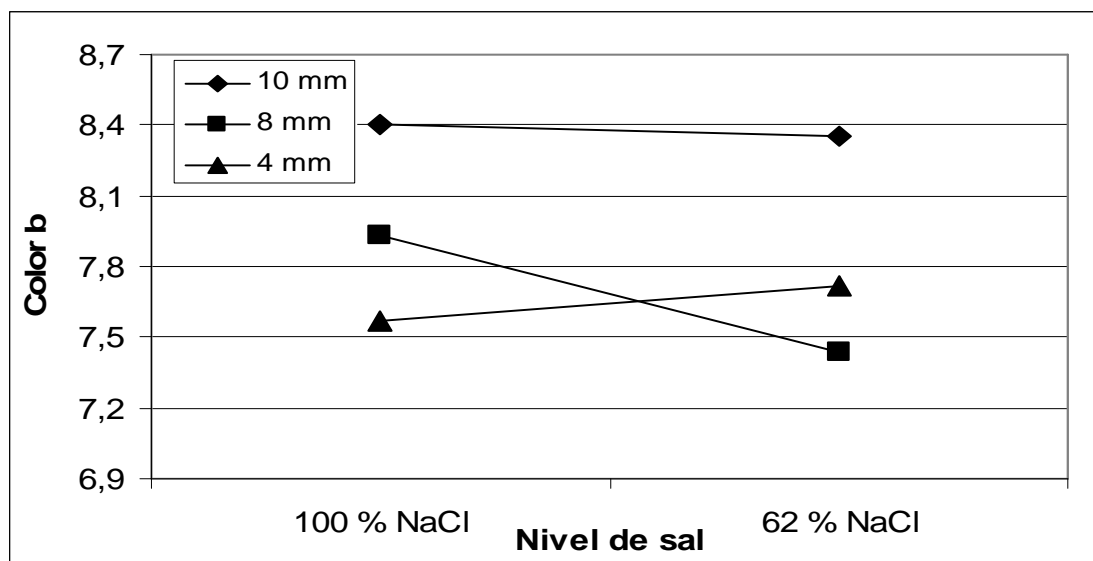


FIGURA 10. Efecto de interacción en el parámetro color b.

En la FIGURA 10 se observa que existe una interacción ya que si bien los tratamientos con tamaños de partícula de 10 mm y 4 mm presentan una pendiente similar para los niveles de sal, el tamaños de partícula de 8 mm presenta una pendiente mayor que la de los otros tamaños de partícula.

4.2 Evaluación Sensorial

En el CUADRO 10 y 11 se presentan los resultados de la prueba de evaluación descriptiva para el efecto de tamaño de partícula, se realizaron 2 paneles la fuente de variación es el tamaño de partícula, el nivel de sal es el mismo para los tratamientos.

La escala va desde 1 masticabilidad muy alta (muy rígida) hasta 5 masticabilidad baja (se desintegra fácil) y 1 me desagrada mucho hasta 5 me agrada mucho.

Los datos obtenidos de esta prueba se encuentran en el ANEXO 4.

CUADRO 10. Media y desviación estándar para la evaluación descriptiva

Característica	Tratamiento A (10 mm)	Tratamiento B (8 mm)	Tratamiento C (4mm)
Masticabilidad	3,08 0,99	3,16 1,11	3,66 1,07
Nivel de Agrado	3,33 0,98	2,91 0,79	3,41 0,66

CUADRO 11. Media y desviación estándar para la evaluación descriptiva

Característica	Tratamiento D (10 mm)	Tratamiento E (8 mm)	Tratamiento F (4 mm)
Masticabilidad	3,00 1,04	3,25 0,96	3,41 1,08
Nivel de Agrado	3,33 0,65	3,16 0,38	3,25 0,75

En los resultados obtenidos en estos paneles no existieron diferencias significativas al 5 % entre los tratamientos. Para la evaluación descriptiva - pareada se usó el tratamiento mejor evaluado en relación al nivel de agrado, se utilizaron los tratamientos A y D que tienen el mismo tamaño de partícula (10 mm).

En la prueba descriptiva- pareada se midió la intensidad del sabor a sal, el nivel de agrado y la preferencia entre una muestra y la otra.

En la FIGURA 11 Se presenta un grafico con la preferencia que tuvieron los jueces con respecto de un tratamiento a otro.

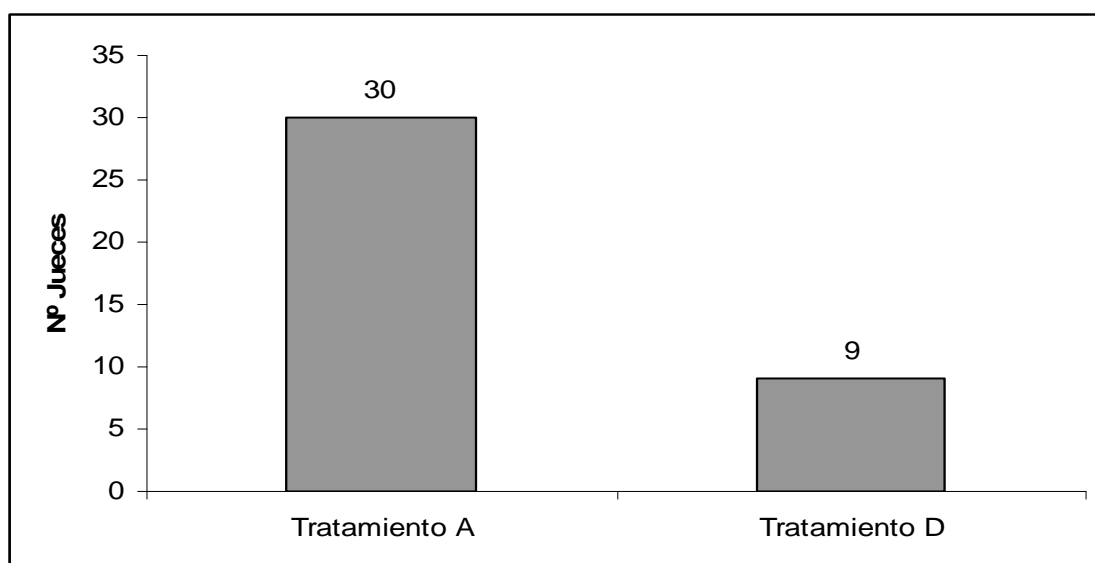


FIGURA 11 . Numero de jueces que prefirieron un tratamiento sobre otro

Según la tabla para un test de comparación pareada el número mínimo de jueces que ordenar en primer lugar una muestra para obtener una diferencia significativa al 5% es de 27 jueces, en este caso el tratamiento A tuvo una preferencia de 30 jueces por lo que existe una preferencia hacia el tratamiento A.

CUADRO 12. Media y desviación estándar para intensidad del sabor a sal y nivel de agrado en la prueba descriptiva - pareada

Característica	Tratamiento A (10 mm)	Tratamiento D (10 mm)
Intensidad de sabor a sal	3,76 a 0,80	3,30 b 0,61
Nivel de Agrado	3,92 a 0,83	3,12 b 0,97

5. DISCUSION DE RESULTADOS

A continuación se analizará el efecto del tamaño de partícula, del tipo de sal y la interacción en las características físicas, capacidad de retención de agua (pérdida de peso), retracción de área y fuerza de cizalla y en propiedades organolépticas.

En primer lugar se abordara el análisis referido a las pruebas físicas y posteriormente el referido a las pruebas sensoriales.

5.1 Efecto del tamaño de partícula

La capacidad de retención de agua (pérdida de peso) se vio afectada por el tamaño de partícula, observándose en general una disminución en la pérdida de peso al aumentar el tamaño de partícula (10 mm), lo cual concuerda con el trabajo de CESPEDES (2000), pero se contrapone con los trabajos de POPENHAGEN y MANDINGO (1978), CHESNEY *et al.* (1978), EHRENFELD (1997) y SUMAN y SHARMA *et al.* (2003), los cuales presentan que al aumentar el tamaño de partícula aumentan los valores de pérdida de peso; esto se debería a que al existir un mayor grado de molienda se produce una mayor ruptura celular que con la ayuda de sal añadida, permite un mayor porcentaje de extracción de la proteínas miofibrilares, formando una matriz donde se facilita la retención de agua (POPENHAGEN y MANDINGO, 1978; CHESNEY *et al.*,1978).

De los antecedentes anteriores, se puede señalar que en los resultados obtenidos para pérdida de peso podría influir el proceso de mezclado el cual facilita que la sal se mezcle con la carne y solubilice las proteínas miofibrilares.

Al contrario la propiedad de retracción de área fue disminuyendo al disminuir el tamaño de partícula (4 mm), estos resultados concuerdan con el trabajo de EHRENFELD (1997) que realizó su trabajo con carne de oveja, pero no concuerdan con los trabajos de CESPEDES (2000) que basó su trabajo en carne de vacuno y SUMAN y SHARMA (2003) que realizaron su trabajo con carne de búfalo, los cuales presentan en sus trabajos que a un menor tamaño de partícula se observa un mayor valor en retracción de área, según los trabajos observados anteriormente, se espera que un menor tamaño de partícula tenga menores valores de retracción de área y también una menor pérdida de peso.

En relación a la fuerza de corte existieron diferencias significativas en el efecto de partícula (CUADRO 9), existiendo una tendencia a la disminución en la fuerza de corte al disminuir el tamaño de partícula (4 mm), estos resultados concuerdan con los trabajos de POPENHAGEN y MANDINGO (1978), EHRENFELD (1997), BERRY *et al.* (1999), CESPEDES (2000), SUMAN y SHARMA (2003), COFRADES *et al.* (2004), ya que en sus trabajos se presenta que al disminuir el tamaño de partícula se disminuyen los valores de la fuerza de corte; esto se puede deber a que al existir una mayor molienda de la carne se produce un mayor fraccionamiento de las fibras de colágeno y de las partículas de grasa, obteniéndose así un producto más blando y con menor masticabilidad.

Los parámetros de color (L, a, b) se vieron afectados por el tamaño de partícula. En relación a la luminosidad (parámetro L) se observó un aumento a medida que aumenta el diámetro de partícula (10 mm), lo cual no concuerda con los trabajos de CESPEDES (2000) y COFRADES *et al.* (2004); en sus trabajos el tamaño de partícula no afecta el parámetro de color "L".

En el parámetro “a” el cual expresa el grado de intensidad entre los colores verde y rojo, se observó un aumento de los valores al aumentar el tamaño de partícula (10 mm) lo cual demuestra que al aumentar el tamaño de partícula hay un mayor acercamiento hacia los colores rojos, esto concuerda con el trabajo de CESPEDES (2000), pero no concuerda con COFRADES *et al.* (2004), en sus trabajos el tamaño de partícula no influyó sobre el parámetro de color “a”. El parámetro de color “b” que expresa la intensidad del color entre los colores azul y amarillo, tuvo un aumento de sus valores al aumentar el tamaño de partícula (10 mm). Esto concuerda con CESPEDES (2000) pero no concuerda con el trabajo de COFRADES *et al.* (2004), en su trabajo el tamaño de partícula no afecta el parámetro de color “b”.

En relación a la evaluación sensorial en la prueba descriptiva la característica de masticabilidad no obtuvo diferencias significativas, lo cual no concuerda con los trabajos de POPENHAGEN y MANDINGO (1978) los cuales realizaron su trabajo en carne de cerdo, EHRENFELD (1997) que trabajó con carne de oveja, BERRY *et al.* (1999) y CESPEDES (2000) los dos trabajos realizados con carne de vacuno, ya que en sus trabajos se observó que se disminuía la masticabilidad al disminuir el tamaño de partícula, estos resultados se deben a que el panel sensorial no pudo detectar las diferencias de masticabilidad entre los tamaños de partícula. En el nivel de agrado tampoco se observaron diferencias significativas, o sea el tamaño de partícula no afectó la característica de nivel de agrado, lo cual no concuerda con SUMAN y SHARMA (2003) los cuales realizaron su trabajo con carne de búfalo y COFRADES *et al.* que trabajaron con carne de vacuno (2004), en los cuales al disminuir el tamaño de partícula aumenta significativamente el nivel de agrado de las hamburguesas.

Al relacionar los resultados obtenidos por la fuerza de corte y masticabilidad no se observa la misma tendencia, ya que la fuerza de corte obtuvo valores más bajos al disminuir el tamaño de partícula, sin embargo la masticabilidad no tuvo

diferencias significativas, pero la tendencia de sus valores fue que al disminuir el tamaño de partícula aumentan los valores de fuerza de corte.

5.2 Efecto del tipo de sal

La capacidad de retención de agua (pérdida de peso) no se vio afectada por el tipo de sal, lo cual no concuerda con el trabajo realizado por JONES *et al.* (1988) e HIDALGO (2001), en los cuales se presenta que al sustituir el NaCl aumentan los valores de pérdida de peso.

En la retracción de área no se observaron diferencias significativas por el efecto del tipo de sal, lo cual no concuerda con los trabajos de JONES *et al.* (1988) e HIDALGO (2001), en los cuales se observa que al reemplazar el NaCl existe un aumento en los valores de retracción de área.

Como se ha visto en trabajos anteriores el sodio junto a las proteínas miofibrilares forman la matriz proteica que facilita la retención el agua, estas características (pérdida de peso y retracción de área) pueden no haber tenido diferencias significativas, ya que la cantidad de sodio sustituida por potasio, no afectó la formación de la matriz proteica

En la fuerza de corte el tipo de sal no tiene efecto, la cantidad de sodio que fue reemplazado por potasio no influyó en la fuerza de corte, tal como lo proponen RUUSUNEN y PUOLANNE (2005), los cuales proponen que una reducción de hasta el 25% de NaCl no produce diferencias en la textura, pero no concuerda con el trabajo de HIDALGO (2001) en el cual se propone que al reemplazar el NaCl se obtiene menores valores de fuerza de corte.

En relación a los parámetros de color se observó diferencias en el parámetro de color L en el cual se disminuyen los valores de L al reemplazar el NaCl por KCl

lo cual no concuerda con HIDALGO (2001). En los parámetros de color “a” y “b” no se observaron diferencias por el tipo de sal utilizado.

En el análisis sensorial, en la prueba descriptiva –pareada se observó una diferencia significativa, para las características de intensidad del sabor a sal y nivel de agrado resultando mejor evaluado el tratamiento A con 100% NaCl, lo cual no concuerda con el trabajo de JONES *et al.* (1988), en el cual no existieron diferencias significativas para el tipo de sal. Para la prueba de preferencias los panelistas prefirieron el tratamiento A con 100% NaCl,

Como se observó anteriormente el tipo de sal solo afectó el parámetro de color L, por lo que en términos de procesos se podría sustituir el NaCl por un 38% de KCl, sin embargo en el panel sensorial resultó mejor evaluado el tratamiento con 100% NaCl, por lo que esto haría difícil una sustitución de NaCl ya que esta sustitución no es del agrado de los consumidores.

Al analizar los datos se puede decir que el tamaño de partícula de 10 mm tiene mejores resultados en las pruebas físicas exceptuando la retracción de área. En relación al tipo de sal puede existir un reemplazo de NaCl por el KCl en un 38% el cual no afecta las características físicas, pero si las características organolépticas ya que si existieron diferencias significativas.

5.3 Efecto de la interacción tamaño de partícula y tipo de sal

En el cuadro 9 se observa que la pérdida de peso se vio influenciado por el efecto interacción, la FIGURA 5 nos muestra que al aumentar el tamaño de partícula y aumentar el contenido de sodio se reduce la pérdida de peso.

Los parámetros de color L, a y b se vieron afectados por el efecto interacción. Como se observa en la FIGURA 8 al aumentar el tamaño de partícula y aumentar el contenido de sodio, aumentan los valores del parámetro L por lo

tanto se obtiene una mayor luminosidad. En la FIGURA 9 se observa que al aumentar el tamaño de partícula y al disminuir el contenido de sodio se obtienen valores más cercanos al color rojo. En la FIGURA 10 se puede observar que al aumentar el tamaño de partícula y aumentar el contenido de sodio se obtiene valores mas cercano al color amarillo.

Las características de retracción de área y fuerza de corte no se vieron influenciadas por la acción conjunta entre tamaño de partícula y tipo de sal.

6. CONCLUSIONES

Al incrementar el tamaño de partícula se disminuyó la pérdida de peso y aumentó la retracción de área, la fuerza de corte y los parámetros de color L, a y b.

La masticabilidad y nivel de agrado, no se vieron afectadas por el tamaño de partícula, para ninguno de los niveles de sal.

Sólo se vio afectado el parámetro de color L por el tipo de sal disminuyendo sus valores al reemplazar el NaCl por el KCl.

La intensidad del sabor a sal y nivel de agrado, fueron afectadas por el reemplazo de NaCl por KCl resultando mejor evaluados por el panel sensorial en ambas características los tratamientos con 100% NaCl.

Las características físicas pérdida de peso, parámetro de color L, a y b se vieron afectados por la interacción entre tamaño de partícula y nivel de sal. Las características físicas de retracción de área y fuerza de corte no se vieron afectados por la interacción.

7. RESUMEN

Se elaboraron reestructurados tipo hamburguesas con carne de emú, mediante un diseño factorial 2 x 3 en el cual los factores fueron tamaño de partícula con tres niveles 10 mm; 8 mm y 4 mm y tipo de sal con dos niveles 100% NaCl y 62% NaCl + 38% KCl. Se midieron las características físicas de pérdida de peso, retracción de área, fuerza de corte y color (parámetro L, a y b) y las características organolépticas masticabilidad y nivel de agrado para tamaño de partícula, intensidad del sabor a sal y nivel de agrado para tipo de sal.

Los resultados demostraron que el tamaño de partícula afecta las características físicas, al aumentar el tamaño de partícula disminuye la pérdida de peso y aumentan la retracción de área, fuerza de corte y parámetros de color L, a y b. El tipo de sal solo afectó el parámetro de color L el cual al utilizar 100% NaCl aporta mayor luminosidad a la hamburguesa. La interacción entre tamaño de partícula y tipo de sal afectó las características físicas pérdida de peso y color, pero no afectó las características retracción de área y fuerza de corte.

En relación a las características organolépticas el tamaño de partícula no afectó las características masticabilidad y nivel de agrado, el tipo de sal afectó las características de intensidad de sabor a sal y nivel de agrado resultando mejor evaluado los tratamientos con 100% NaCl.

SUMMARY

Restructured type hamburgers with emu meat, by means of a factorial design 2 x 3 in where the factors were particle size at three levels 10 mm; 8 mm; and 4 mm and type of salt at two levels 100% NaCl and 62% NaCl + 38% KCl. The physical characteristics that were evaluated were weight loss, area retraction, shear force and color (parameters L, a y b) as well as organoleptic characteristics like chewability and acceptability on a hedonic scale for particle size, intensity of salty flavor and type of salt.

The results demonstrated that the particle size affected the physical properties. Increasing the particle size decreased weight loss, however area retraction, shear force and color (parameters L, a y b) increased. The type of salt only affected the color parameter L, when 100 % NaCl was used contributed to higher brightness of the hamburger. The interaction between particle size and type of salt affected physical characteristics such as weight loss and color, but did not affect area retraction and shear force.

In relation to the organoleptic characteristics the particle size did not affect the chewable characteristic and degree of acceptability, however it affected intensity of salty flavor and its degree of acceptability, being better evaluated the treatments with 100% NaCl.

8. BIBLIOGRAFIA

- BALLESTEROS, M.N, CABRERA, R.M, SAUCEDO, M.S, GRIJALVA, M.I. 1998
Consumo de fibra dietética, sodio, potasio y calcio y su relación con la presión arterial en hombres adultos normo tensos. Salud Pública Mex. 40 (3): 241-247 pp. Disponible en: www.insp.mx/salud/40/403-4.pdf
Consultado el: 05/052005
- BERRY, B. W. BIGNER-GEORGE, M. E. Y EASTRIDGE J. S. 1999. Hot processing and grind size affect properties of cooked beef patties. Meat Science 53(1): 37 – 43 pp. Original no consultado.
www.sciencedirect.com
- CESPEDES, C. 2000. Efecto del tamaño de partícula y sustitución de la grasa en las características físicas y organolépticas de un producto reestructurado formulado con fibra dietética. Tesis Lic. en Ing. en Alimentos, Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias.112 p.
- CHESNEY, M.S. MANDINGO, R.W. y CAMPBELL, J.F. 1978. Properties of restructured pork products as influenced by meat particle size, temperature and comminution method. J. Food Sci. 43 (5): 1535- 1537 pp.
- COFRADES, S., SERRANO, A., AYO, J. SOLAS,M.T. CARBALLO, J. y JIMÉNEZ COLMENERO, F. (2004). Restructured beef with different proportions of walnut as affected by meat particle size. European Food

Research and Technology 218 (3): 230-236 pp. Original no consultado
.www. springerlink.com

DE LA VEGA, J.A. 1991. Informativo sobre Carne y Productos Cárneos N° 20.
Universidad Austral de Chile. 101 p.

DE LA VEGA, J.A. 2003. Las otras Carnes en Chile: características y
consumo. Universidad Austral de Chile – FIA. Chile. 286 p.

EHRENFELD, M.E. 1997. Efecto del tamaño de partícula en características de
un producto reestructurado de carne ovina. Tesis Lic. en Ing. en
Alimentos, Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias
Agrarias. 55 p.

HERMANNNS, V.C. 2000. Elaboración de un producto reestructurado de bajo
tenor graso (Hamburguesa). Tesis Lic. Ing. en Alimentos, Valdivia,
Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 18 –25 pp.

HIDALGO, M.E. 2001. Características Físico Químicas de emulsiones carneas
con niveles reducidos de Cloruro de Sodio (NaCl). Tesis Lic. Ing. en
Alimentos, Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de
Ciencias Agrarias. 2 – 43 pp.

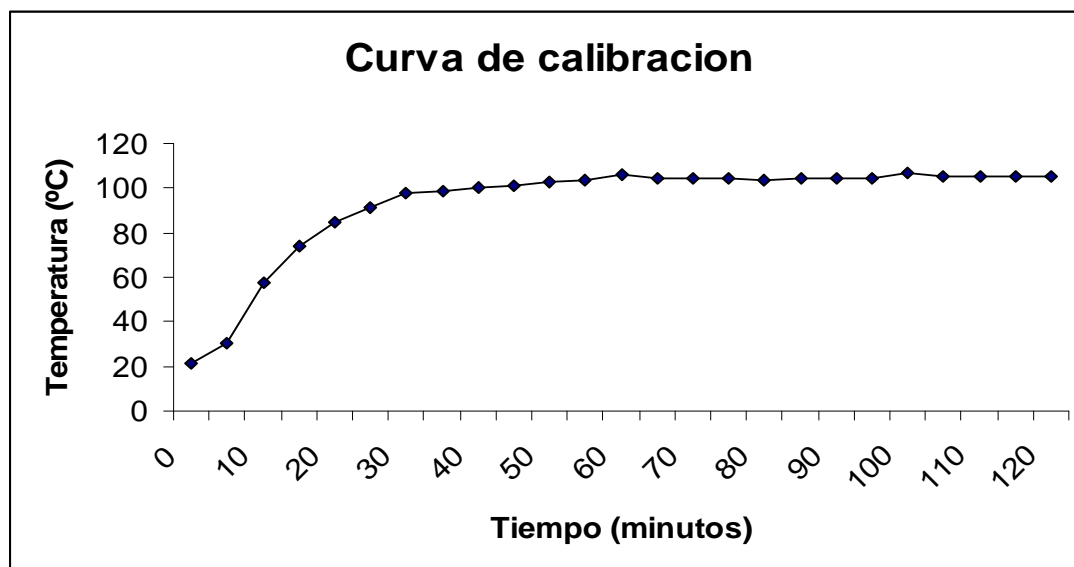
JIMENEZ COLMENERO, F. 2002. Alimentos funcionales: compuestos
bioactivos en la carne y sus derivados. Nutrición y Obesidad (5) 3: 115 –
123 pp. Disponible en:
<http://db2.doyma.es/pdf/56/56v05n03a130321pdf001.pdf>. Consultado el:
07/03/2005

- JONES, D.K, LEU, R, KEETON, J.T, SAVELL, J.W, CROSS, H.R. 1988. Consumer evaluation of sodium reduced, restructured lamb roasts. *Journal of Food Quality* 11: 235-242 pp. Original no consultado. www.blackwellpublishing.com
- KEETON, J.T. 1983. Effects of fat and NaCl/phosphate levels on the chemical and sensory properties of pork patties. *J. Food Sci.* 48 (4): 878 -885 pp.
- LARMOND, E. 1977. Métodos de laboratorio para evaluación sensorial de alimentos. *Evaluación sensorial de alimentos*. Departamento de Agricultura. Ottawa. Canada. 77p.
- LIN, K. W. Y KEETON, J.T. 1994. Determination of optimum particle size for low-fat, precooked ground beef patties. *J. muscle food.* 5 : 63 – 76 pp. Original no consultado. www.blackwellpublishing.com.
- MAZZA, G. 2000. *Alimentos funcionales*. Editorial Acribia. Zaragoza. España. 439 p.
- POPENHAGEN, G. y MANDINGO, R.W. 1978. Properties of restructured pork as affected by flake size, flake temperature and blend combinations. *J. Food Sci.* 43 (5): 1641 -1645 pp.
- RAHARJO, S, DEXTER, D.R, WORFEEL, R.C, SOFOS,J.N, SOLOMON, M.B, SHULTS, G.W y SCHMIDT, G.R. 1995. Quality characteristics of restructured beef steaks manufactured by various techniques. *J. Food Sci.* 60(1): 68 – 71 pp.

- RUUSUNEN, M. y PUOLANNE, E. 2005. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science* 70 (3): 531- 541 pp.
- SHAO, C. AVENS, J. SCHMIDT, F. y MAGA, J. 1999. Functional sensory and microbiological properties of restructured beef and emu steaks. *J. Food Sci.* 64(6): 1052-1054.
- SUMAN, S.P. y SHARMA, B.D. 2003. Effect of grind size and fat levels on the physico-chemical and sensory characteristics of low-fat ground buffalo meat patties. *Meat Science* 65(3): 973 – 976 pp.
- SWAN, J.E. y BOLES, J.A. 2006. Functionality of cow beef in coarse and fine ground model systems. *Meat science* 72 (1): 25-33 pp.
- WHEELER, T.L., SEIDEMAN, S.C., ROLAN, T.L., DAVIS, G.W. 1990. Effect of Chloride salts and antioxidants on sensory and storage traits of restructured beef steaks. *Journal of food science* 55(5): 1274 -1277 pp. Original no consultado. www.blackwellpublishing.com.
- YUN – CHU WU, 2002. Development of sectioned and formed meat products using deboned meats. Tunghai University. Taiwan. 7-13 pp. Disponible en: www.fftc.agnet.org/library/data/eb/eb516b/eb516b.pdf. Consultado el 05/04/05.

ANEXOS

ANEXO 1. Curva de calibración de la parrilla eléctrica Black & Decker



Curva de calibración de parrilla Black & Decker

Medición de tiempo para llegar a 70°C una vez calibrada la parrilla eléctrica

Medición en capsulas con agua con 50 ml

1 capsula en la parrilla:

T° ingreso a la parrilla: 15,3°C

Tpo para llegar a 70°C: 3,03 minutos

6 capsulas en la parrilla

T° ingreso a la parrilla: 14,5°C

Tpo para llegar a 70°C: 3,05 minutos

Continuación anexo 1

Medición en capsulas con aceite con 50 ml

1 capsula en la parrilla:

T° ingreso a la parrilla: 14,4°C

Tpo para llegar a 70°C: 2,28 minutos

6 capsulas en la parrilla

T° ingreso a la parrilla: 14,2°C

Tpo para llegar a 70°C: 2,07 minutos

ANEXO 2. Planillas de evaluación sensorial

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
INSTITUTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DE CARNES

FICHA Nº 1

PRUEBA DE EVALUACION DESCRIPTIVA

Nombre: _____ Fecha: _____

Ha recibido 3 muestras de hamburguesa. Responda las preguntas en la secuencia dada, marcando en el casillero correspondiente el juicio que mejor representa su descripción a la característica dada.

CODIGO DE LA MUESTRA

MASTICABILIDAD (1 masticada por Segundo)	Se desintegra con facilidad			
	Se desintegra con algo de esfuerzo			
	Moderada			
	Levemente Chiclosa			
	Chiclosa (muy rígida)			

NIVEL DE AGRADO	Me agrada mucho			
	Me agrada			
	No me agrada ni me desagrada			
	Me desagrada			
	Me desagrada mucho			

Observaciones o comentarios:

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
INSTITUTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DE CARNES

FICHA Nº 2

PRUEBA DE COMPARACION DESCRIPTIVA - PAREADA

Nombre: _____ Fecha: _____

Ha recibido 2 muestras de hamburguesa. Marque en el casillero correspondiente el juicio que mejor representa su descripción a la característica dada.

CODIGO DE LA MUESTRA

INTENSIDAD DE
SABOR A SAL

Muy Salado		
Algo salado		
Adecuado		
Débil		
Insípido		

NIVEL DE
AGRADO

Me agrada mucho		
Me agrada		
No me agrada ni me desagrada		
Me desagrada		
Me desagrada mucho		

Marque con una x la muestra que sea de su preferencia

Código de la muestra

STATISTICAL CHART 2

Two – sample test

Number Of Judo- ments	Two – tails tests			One – tail tests		
	Minimum agreeing judgments necessary to establish significant differentiation			Minimum correct answers necessary to establish significant differentiation		
	Probability level			Probability level		
	5%	1%	0.1%	5%	1%	0.1%
5	....	....	....	5	....	....
6	....	....	....	6	....	....
7	7	....	....	7	7	....
8	8	8	....	7	8	....
9	8	9	....	8	9	....
10	9	10	....	9	10	10
11	10	11	11	9	10	11
12	10	11	12	10	11	12
13	11	12	13	10	12	13
14	12	13	14	11	12	13
15	12	13	14	12	13	14
16	13	14	15	12	14	15
17	13	15	16	13	14	16
18	14	15	17	13	15	16
19	15	16	17	14	15	17
20	15	17	18	15	16	18
21	16	17	19	15	17	18
22	17	18	19	16	17	19
23	17	19	20	16	18	20
24	18	19	21	17	19	20
25	18	20	21	18	19	21
26	19	20	22	18	20	22
27	20	21	23	19	20	22
28	20	22	23	19	21	23
29	21	22	24	20	22	24
30	21	23	25	20	22	24
31	22	24	25	21	23	25
32	23	24	26	22	24	26
33	23	25	27	22	24	26
34	24	25	27	23	25	27
35	24	26	28	23	25	27
36	25	27	29	24	26	28
37	25	27	29	24	27	29
38	26	28	30	25	27	29
39	27	28	31	26	28	30
40	27	29	31	26	28	31
41	28	30	32	27	29	31
42	28	30	32	27	29	32
43	29	31	33	28	30	32
44	29	31	34	28	31	33
45	30	32	34	29	31	34
46	31	33	35	30	32	34
47	31	33	36	30	32	35
48	32	34	36	31	33	36
49	32	34	37	31	34	36
50	33	35	37	32	34	37
60	39	41	44	37	40	43
70	44	47	50	43	46	49
80	50	52	56	48	51	55
90	55	58	61	54	57	61
100	61	64	67	59	63	66

ANEXO 3. Resultados y análisis de varianza para las pruebas físicas de todos los tratamientos

Perdida de peso

Tratamiento: **A**

Hamburguesa	Peso prod. Crudo (pi)	Peso prod. Cocido (pf)	(Pi-pf)/pi *100
1	49,2	32,7	33,53
2	49,3	30,9	37,32
3	49,3	30,2	38,74
4	49,3	34,8	29,41
5	50,1	33,8	32,53
6	49,5	32,1	35,15
7	49,2	33,2	32,52
8	49,7	34,9	29,77
9	50,2	32,6	35,05
10	49,4	35,0	29,14
11	50,1	32,6	34,93
12	49,8	32,5	37,73

X	49,51	32,94	33,81
DS	0,35	1,51	3,26
Cv	0,7	4,5	9,6

Tratamiento: **B**

Hamburguesa	Peso prod. Crudo (pi)	Peso prod. Cocido (pf)	(Pi-pf)/pi *100
1	50,1	32,5	35,12
2	49,5	34,3	30,70
3	50,0	34,2	31,6
4	49,4	33,2	32,79
5	49,6	35,1	29,23
6	49,8	30,8	38,15
7	49,3	32,7	33,67
8	49,9	35	29,85
9	49,6	33,2	33,06
10	49,6	33,9	31,65
11	49,5	31,4	36,56
12	48,8	32,4	33,60

X	49,59	33,22	32,99
DS	0,34	1,34	2,65
cv	0,68	4,03	8,03

Tratamiento: **C**

Hamburguesa	Peso prod. Crudo (pi)	Peso prod. Cocido (pf)	(Pi-pf)/pi *100
1	49,4	32,9	33,40
2	50,2	32,7	34,86
3	49,4	30,6	38,06
4	49,2	31,5	35,98
5	49,6	32,6	34,27
6	51,0	34,0	33,33
7	51,2	33,5	34,57
8	49,3	31,8	35,50
9	48,5	30,7	36,70
10	49,4	32,2	34,82
11	50,4	31,7	37,10
12	50,0	31,8	36,40
X	49,80	32,16	35,42
DS	0,78	1,03	1,47
cv	1,56	3,20	4,15

Tratamiento: **D**

Hamburguesa	Peso prod. Crudo (pi)	Peso prod. Cocido (pf)	(Pi-pf)/pi *100
1	49,5	33,6	32,12
2	50,3	36,1	28,23
3	49,8	37,1	25,50
4	49,3	32,7	33,67
5	49,7	34,9	29,78
6	49,7	33,6	32,39
7	49,5	34,7	29,90
8	49,3	33,1	32,86
9	49,9	33,1	33,67
10	48,7	33,6	31,01
11	50,4	34,6	31,35
12	49,7	34,6	30,38
X	49,65	34,30	30,91
DS	0,45	1,30	2,37
cv	0,90	3,79	7,66

Tratamiento: **E**

Hamburguesa	Peso prod. Crudo (pi)	Peso prod. Cocido (pf)	(Pi-pf)/pi *100
1	48,0	29,5	38,54
2	51,0	30,6	40,00
3	50,4	32,8	34,92
4	48,1	31,5	34,51
5	49,6	33,2	33,06
6	48,5	31,9	34,23
7	48,6	34,1	29,84
8	50,4	32,0	36,51
9	49,9	32,7	34,47
10	50,3	32,1	36,18
11	50,1	31,4	37,33
12	49,9	33,7	32,46
X	49,56	32,12	35,17
DS	1,00	1,29	2,76
cv	2,01	4,01	7,84

Tratamiento: **F**

Hamburguesa	Peso prod. Crudo (pi)	Peso prod. Cocido (pf)	(Pi-pf)/pi *100
1	49,1	30,2	38,49
2	50,0	34,7	30,60
3	50,7	30,7	39,45
4	49,0	28,9	41,02
5	49,2	30,1	38,82
6	48,7	29,0	40,45
7	48,5	29,3	39,59
8	49,0	30,2	38,37
9	49,3	30,1	38,95
10	50,1	30,7	38,72
11	49,0	29,8	39,18
12	49,9	30,4	39,08
X	49,37	30,34	38,56
DS	0,65	1,49	2,62
cv	1,31	4,91	6,79

Análisis de varianza para la prueba perdida de peso.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	F tabla (5%)
Tamaño partícula	2	262,4	131,2	20,69	3,15 s.s
Nivel de sal	1	11,55	11,55	1,82	4,00 n.s
Interacción	2	149,04	74,52	11,75	3.15 s.s
Error	66	418,99	6,34		
Total	71	841,98			

s.s. existen diferencias significativas

n.s. no existen diferencias significativas

Prueba de Tukey

Tratamientos	Promedio	Grupos homólogos
D	30,91	X
B	32,99	X X
A	33,81	X X
E	35,17	X
C	35,42	X
F	38,56	X

Retracción de área

Tratamiento: **A**

Hamburguesa	Área prod. Crudo (Ai)	Área prod. Cocido (Af)	(Ai-Af)/Ai *100
1	0,4847	0,3280	32,33
2	0,4633	0,3291	28,97
3	0,4687	0,3294	29,72
4	0,4234	0,2920	31,03
5	0,4829	0,3211	33,51
6	0,4647	0,3218	30,75
7	0,4665	0,3036	34,92
8	0,4524	0,3020	33,24
9	0,4702	0,3145	33,11
10	0,4772	0,3093	35,18
11	0,4448	0,2932	34,08
12	0,4544	0,3048	32,92

X	0,46	0,31	32,48
DS	0,01	0,01	1,98
cv	2,17	3,22	6,09

Tratamiento: **B**

Hamburguesa	Área prod. Crudo (Ai)	Área prod. Cocido (Af)	(Ai-Af)/Ai *100
1	0,4649	0,2826	39,21
2	0,4432	0,3197	27,87
3	0,4425	0,3152	28,87
4	0,4605	0,3255	29,52
5	0,4596	0,3237	29,77
6	0,4427	0,2839	35,87
7	0,4909	0,3182	35,18
8	0,4494	0,3221	28,83
9	0,4738	0,3215	32,24
10	0,4972	0,3283	33,97
11	0,4889	0,3084	36,92
12	0,4607	0,2900	37,05

X	0,46	0,31	32,95
DS	0,02	0,01	3,87
cv	4,34	3,22	11,74

Tratamiento: **C**

Hamburguesa	Área prod. Crudo (Ai)	Área prod. Cocido (Af)	(Ai-Af)/Ai *100
1	0,4551	0,3281	27,91
2	0,4644	0,3267	29,65
3	0,4607	0,3236	29,76
4	0,4359	0,3229	25,92
5	0,4883	0,3334	31,72
6	0,4681	0,3265	30,25
7	0,4484	0,3267	27,14
8	0,4620	0,3088	33,16
9	0,4779	0,3302	30,91
10	0,4846	0,3279	32,34
11	0,4418	0,3342	24,35
12	0,4618	0,3353	27,39
X	0,46	0,32	29,21
DS	0,01	0,01	2,69
cv	2,17	3,12	9,20

Tratamiento: **D**

Hamburguesa	Área prod. Crudo (Ai)	Área prod. Cocido (Af)	(Ai-Af)/Ai *100
1	0,4711	0,2955	37,27
2	0,4713	0,3036	35,58
3	0,4651	0,3176	31,71
4	0,4701	0,2981	36,59
5	0,4396	0,2987	32,05
6	0,4562	0,2988	34,50
7	0,4643	0,2975	35,93
8	0,4412	0,2833	35,79
9	0,4739	0,3048	35,68
10	0,4696	0,3028	35,52
11	0,4578	0,3033	33,75
12	0,4747	0,3241	31,73
X	0,46	0,30	34,68
DS	0,01	0,01	1,93
cv	2,17	3,33	5,56

Tratamiento: **E**

Hamburguesa	Área prod. Crudo (Ai)	Área prod. Cocido (Af)	(Ai-Af)/Ai *100
1	0,4543	0,3095	31,87
2	0,4708	0,3143	33,24
3	0,4803	0,3139	34,65
4	0,4683	0,3113	33,53
5	0,4781	0,3150	34,11
6	0,4481	0,3072	31,44
7	0,4703	0,3056	35,02
8	0,4895	0,3302	32,54
9	0,4742	0,3333	29,71
10	0,4914	0,3123	36,45
11	0,4606	0,3160	31,39
12	0,4507	0,3098	31,26
X	0,46	0,31	32,93
DS	0,01	0,01	1,91
cv	2,17	3,32	6,16

Tratamiento: **F**

Hamburguesa	Área prod. Crudo (Ai)	Área prod. Cocido (Af)	(Ai-Af)/Ai *100
1	0,4915	0,3337	32,11
2	0,4726	0,3257	31,08
3	0,4607	0,3393	26,35
4	0,4626	0,3171	31,45
5	0,4715	0,3167	32,83
6	0,4918	0,3452	29,81
7	0,4617	0,3195	30,80
8	0,4838	0,3394	29,85
9	0,4727	0,3267	30,89
10	0,4730	0,3349	29,20
11	0,4655	0,3191	31,45
12	0,4675	0,3357	28,19
X	0,47	0,32	30,33
DS	0,01	0,01	1,79
cv	2,12	3,12	5,49

Análisis de varianza para la prueba retracción de área.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	F tabla (5%)
Tamaño partícula	2	199,39	99,69	15,7	3,15 s.s
Nivel de sal	1	21,95	21,95	3,47	4,00 n.s
Interacción	2	14,57	7,28	1,17	3,15 n.s
Error	66	407,90	6,18		
Total	71	643,81			

s.s. existen diferencias significativas

n.s. no existen diferencias significativas

Prueba de Tukey

Tamaño partícula	Promedio	Grupos homólogos
10 mm	33,57	x
8 mm	32,93	x
4 mm	29,77	x

Fuerza de corteTratamiento: **A**

Hamb	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	900	1900	1700	2300	500	1700	600	3700	1000
2	1000	1400	1300	1800	1000	1700	2500	1900	1100
3	1300	600	1400	1500	1250	900	7300	2500	1100
4	1000	2500	1400	900	2000	1900	800	1000	900
5	800	700	950	900	1500	1800	1500	800	600
6	1500	750	800	750	700	600	2400	1200	1000
7	600	800	1700	1000	1250	200	1000	950	1000
8	400	600	600	800	1300	1900	400	1000	7500
9	700	750	600	1050	800	950	2000	1000	950
10	900	700	850	700	450	600	300	700	900
11	2000	1200	1700	1600	1350	1400	1700	1500	1200
12	1050	1100	950	800	950	1000	1000	600	850

X	1271,76
DS	1014,91
cv	79,80

Tratamiento: **B**

Hamb	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1100	1100	900	500	850	1250	1200	900	1000
2	1900	1450	1300	1400	1500	700	700	700	900
3	1700	450	1400	1000	750	900	2500	1400	2200
4	1200	2700	1200	800	1050	1000	1000	700	1000
5	1100	700	1100	1400	1100	1000	700	1400	1000
6	1000	750	500	800	1000	3100	1450	1000	1650
7	1400	950	1000	1150	1000	1300	1000	900	1000
8	5500	1900	1300	2000	1100	950	950	1250	1300
9	1200	450	300	700	1200	1000	1000	950	1000
10	700	750	1000	1300	1100	950	1300	800	700
11	1000	900	850	300	500	350	400	450	300
12	1100	950	1200	1000	1300	1550	1700	950	1000

X	1122,22
DS	625,14
cv	55,70

Tratamiento: **C**

Hamb	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1100	1000	800	1400	1400	800	1750	700	800
2	1000	700	500	1300	600	850	1100	700	900
3	700	550	1000	1000	1700	1000	800	700	1200
4	1100	1400	1200	900	500	700	700	1100	900
5	900	1000	1000	700	850	900	1300	650	700
6	1200	1000	900	950	800	1000	700	450	300
7	250	800	1300	650	1100	1000	700	850	1000
8	700	9000	1150	900	1000	1100	1500	900	750
9	900	1300	1000	700	1050	1400	1100	1000	1200
10	700	800	900	600	700	750	900	100	950
11	1400	1200	1000	700	950	1000	1200	1300	1400
12	1100	1100	1050	1500	1350	1300	1800	1000	1200

X	1037,96
DS	828,91
cv	79,85

Tratamiento: **D**

Hamb	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	950	850	700	600	750	550	800	1100	1900
2	1200	1650	750	1200	5400	100	2700	1700	1800
3	2300	2300	900	1400	1100	400	1100	300	2500
4	100	800	1100	700	1700	900	600	1400	950
5	1000	1700	1000	800	1400	1500	3700	900	1000
6	1400	1000	700	800	900	700	1300	1000	1300
7	1350	1500	1700	1150	900	1300	3000	1000	550
8	2900	1200	900	1550	950	1000	1050	800	700
9	700	1200	1800	1800	1200	1300	900	1000	1300
10	600	700	850	700	100	750	950	800	1000
11	400	650	500	800	900	850	700	900	950
12	200	500	950	2700	1850	1900	600	950	1000

X	1164,81
DS	742,95
cv	63,78

Tratamiento: **E**

Hamb	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1600	1400	1300	1700	2500	1600	1700	1700	2400
2	1500	1400	1700	700	2700	700	2700	650	1500
3	1000	800	900	1500	1100	1100	1600	700	1050
4	700	800	1300	1300	1700	1000	1200	1050	1000
5	1300	1000	1150	5200	1500	3000	1100	500	200
6	800	850	800	900	650	700	1250	500	450
7	2000	1000	1700	1500	1650	1300	1200	1500	1700
8	900	1000	1500	950	1300	1500	300	950	1050
9	1800	1750	2100	2300	1300	1600	800	1000	2100
10	1100	1500	2400	1400	950	1300	1200	1000	700
11	400	550	900	2600	1300	1250	900	950	1000
12	800	1000	1050	850	400	950	1000	750	700

X	1275,96
DS	666,68
cv	52,24

Tratamiento: **F**

Hamb	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1000	600	800	1100	1000	1700	700	1000	1500
2	1900	1600	1100	700	1300	1600	1600	1800	2100
3	1050	1200	700	150	1000	450	550	1050	850
4	1000	1000	1000	1100	700	1300	900	700	1100
5	1000	1100	1700	1200	1000	500	1300	1100	950
6	900	700	1000	1200	1000	850	700	850	950
7	1300	1000	650	1100	950	900	950	800	950
8	650	1000	1400	950	750	800	950	950	1200
9	1100	700	1250	700	550	400	1100	1050	1200
10	700	1000	900	1000	500	800	950	650	700
11	1200	1000	1500	700	1300	1900	1500	1200	1200
12	1500	1200	900	1050	1000	1050	1100	1000	950

X	1024,54
DS	333,10
cv	32,51

Análisis de varianza para la prueba fuerza de corte.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	F tabla (5%)
Tamaño partícula	2	$4,5 \times 10^6$	$2,2 \times 10^6$	4,26	3,00 s.s
Nivel de sal	1	$1,9 \times 10^4$	$1,9 \times 10^4$	0.03	3,84 n.s
Interacción	2	$1,9 \times 10^6$	$9,5 \times 10^5$	1,79	3,00 n.s
Error	642	$3,4 \times 10^8$	$5,2 \times 10^5$		
Total	647	$3,5 \times 10^8$			

s.s. existen diferencias significativas

n.s. no existen diferencias significativas

Prueba de Tukey

Tamaño partícula	Promedio	Grupos homólogos
10 mm	1218,29	x
8 mm	1198,84	x
4 mm	1031,25	x

Color (L, a y b)

Tratamiento: **A**

Hamburguesa	L	a	b
1	23,28	11,37	8,57
2	23,39	13,17	8,55
3	24,05	12,24	8,39
4	22,15	12,90	8,40
5	22,34	12,84	8,47
6	24,07	11,23	8,05

X	23,21	12,29	8,40
DS	0,82	0,82	0,18
cv	3,53	6,67	2,14

Tratamiento: **B**

Hamburguesa	L	a	b
1	21,93	10,50	8,14
2	21,48	11,71	8,35
3	21,88	11,93	8,12
4	22,51	10,97	7,49
5	22,13	9,93	7,71
6	21,02	10,92	7,80

X	21,82	10,99	7,93
DS	0,82	0,74	0,32
cv	3,75	6,73	4,03

Tratamiento: **C**

Hamburguesa	L	a	b
1	22,22	8,76	7,78
2	21,46	8,85	7,34
3	20,45	9,25	7,40
4	21,67	8,88	7,67
5	20,71	8,86	7,55
6	20,75	9,61	7,73

X	21,21	9,03	7,57
DS	0,68	0,33	0,18
cv	3,20	6,65	2,37

Tratamiento: **D**

Hamburguesa	L	a	b
1	21,21	13,74	8,69
2	21,94	12,04	8,24
3	21,55	12,39	8,38
4	22,26	12,66	8,56
5	20,76	12,88	7,87
6	21,46	13,47	8,33

X	21,53	12,86	8,35
DS	0,53	0,65	0,28
cv	2,46	5,05	3,35

Tratamiento: **E**

Hamburguesa	L	a	b
1	20,38	9,88	7,44
2	21,33	9,19	7,43
3	20,99	9,56	7,42
4	20,63	9,96	7,50
5	20,29	9,51	7,49
6	21,81	8,74	7,35

X	20,90	9,47	7,44
DS	0,58	0,45	0,05
cv	2,77	4,75	0,67

Tratamiento: **F**

Hamburguesa	L	a	b
1	20,54	10,21	7,81
2	20,63	10,09	7,76
3	20,54	9,71	7,72
4	21,16	9,34	7,67
5	21,83	9,29	7,88
6	20,56	9,57	7,50

X	20,87	9,70	7,72
DS	0,52	0,38	0,13
cv	2,49	3,91	1,68

Análisis de varianza para la prueba color L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	F tabla (5%)
Tamaño partícula	2	11,52	5,76	15,15	3,32 s.s
Nivel de sal	1	8,62	8,62	11,35	4,17 s.s
Interacción	2	2,76	1,38	3,63	3,32 s.s
Error	30	11,55	0,38		
Total	35	34,45			

s.s. existen diferencias significativas

Prueba de Tukey

Tratamientos	Promedio	Grupos homólogos
F	20,87	X
E	20,90	X
C	21,21	X
D	21,53	X
B	21,82	X
A	23,21	X

Análisis de varianza para la prueba color a.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	F tabla (5%)
Tamaño partícula	2	66,16	33,08	55,10	3,32 s.s
Nivel de sal	1	0,079	0,079	0,03	4,17 n.s
Interacción	2	9,171	4,58	13,08	3,32 s.s
Error	30	10,57	0,35		
Total	35	85,98			

s.s. existen diferencias significativas

n.s. no existen diferencias significativas

Prueba de Tukey

Tratamientos	Promedio	Grupos homólogos
C	9,03	X
E	9,47	X
F	9,70	X
B	10,99	X
A	12,29	X
D	12,86	X

Análisis de varianza para la prueba color b.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	F tabla (5%)
Tamaño partícula	2	3,99	1,99	30,35	3,32 s.s
Nivel de sal	1	0,16	0,16	0,96	4,17 n.s
Interacción	1	0,16	0,16	0,96	4,17 n.s
Error	2	0,65	0,32	7,11	3,32 s.s
	30	1,37	0,045		
Total	35	6,17			

s.s. existen diferencias significativas

n.s. no existen diferencias significativas

Prueba de Tukey

Tratamientos	Promedio	Grupos homólogos
E	7,44	X
C	7,57	X
F	7,72	X X
B	7,93	X
D	8,35	X
A	8,40	X

ANEXO 4. Resultados y análisis de varianza para las pruebas de evaluación sensorial

Prueba de Evaluación descriptiva

Masticabilidad para los tratamientos A, B y C

Jueces	A	B	C
1	3	4	1
2	4	4	4
3	2	4	3
4	2	1	3
5	4	3	4
6	3	4	4
7	5	5	4
8	2	3	3
9	4	3	5
10	3	2	4
11	3	3	5
12	2	2	4

X	3,08	3,16	3,66
ds	0,99	1,11	1,07
cv	32,14	3512	29,23

Análisis de varianza para la característica de masticabilidad para los tratamientos A, B y C.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	F tabla (5%)
Muestras	2	2,38	1,19	1,43	3,44 n.s.
Jueces	11	18,97	1,72	2,07	2,26 n.s.
Error	22	18,28	0,83		
Total	35	39,63			

Nivel de agrado para los tratamientos A, B y C

Jueces	A	B	C
1	3	3	3
2	3	4	4
3	4	2	3
4	4	3	4
5	1	2	4
6	4	3	4
7	4	2	3
8	4	4	4
9	3	4	3
10	2	3	2
11	4	2	3
12	4	3	4

X	3,33	2,91	3,41
ds	0,98	0,79	0,66
cv	29,42	27,14	19,35

Análisis de varianza para la característica de nivel de agrado para los tratamientos A, B y C.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	F tabla (5%)
Muestras	2	1,72	0,86	1,48	3,44 n.s
jueces	11	9,55	0,86	1,48	2,26 n.s
Error	22	12,95	0,58		
Total	35	24,22			

Masticabilidad para los tratamientos D, E y F

Jueces	D	E	F
1	2	3	3
2	2	4	2
3	3	2	4
4	4	2	3
5	1	4	2
6	3	3	2
7	3	4	5
8	3	4	4
9	4	3	4
10	3	2	4
11	5	5	5
12	3	3	3

X	3,00	3,25	3,41
ds	1,04	0,96	1,08
cv	34,66	29,53	31,67

Análisis de varianza para la característica de masticabilidad para los tratamientos D, E y F

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	F tabla (5%)
Muestras	2	1,05	0,52	0,67	3,44 n.s.
Jueces	11	18,23	1,65	2,14	2,26 n.s.
Error	22	16,94	0,77		
Total	35	36,22			

Nivel de agrado para los tratamientos D, E y F

Jueces	D	E	F
1	3	3	3
2	3	3	2
3	3	3	3
4	4	3	4
5	4	3	4
6	3	3	3
7	4	4	4
8	3	3	4
9	2	3	3
10	3	3	3
11	4	3	4
12	4	3	2

X	3,33	3,16	3,25
ds	0,65	0,38	0,75
cv	19,51	12,02	23,07

Análisis de varianza para la característica de nivel de agrado para los tratamientos D, E y F.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	F tabla (5%)
Muestras	2	0,16	0,08	0,28	3,44 n.s.
Jueces	11	6,23	0,56	2,00	2,26 n.s.
Error	22	6,36	0,28		
Total	35	12,75			

Prueba Descriptiva - Pareada

Intensidad del sabor a sal y nivel de agrado

Jueces	A	D	A	D
1	4	4	4	5
2	5	4	3	4
3	3	4	4	3
4	4	3	4	2
5	4	3	4	2
6	3	3	3	2
7	3	3	5	4
8	3	3	3	2
9	5	4	2	3
10	3	3	2	5
11	4	3	4	5
12	3	3	3	4
13	5	4	4	3
14	4	3	5	4
15	3	3	4	3
16	5	4	4	2
17	2	3	5	3
18	3	3	4	2
19	5	4	5	4
20	4	4	5	3
21	4	2	4	3
22	4	4	3	2
23	3	3	4	3
24	4	3	3	4
25	3	3	5	3
26	3	2	4	5
27	5	4	3	4
28	3	3	5	4
29	4	4	4	2
30	4	4	4	3
31	3	2	3	2
32	4	3	5	3

Jueces	A	D	A	D
33	5	4	4	2
34	4	3	4	3
35	4	4	5	4
36	4	3	5	3
37	3	3	4	2
38	3	3	4	3
39	5	4	3	2

X	3,76	3,30	3,92	3,12
ds	0,80	0,61	0,83	0,91
cv	21,62	18,48	21,17	0,29

Análisis de varianza para la característica intensidad de sabor a sal para la prueba descriptiva- pareada.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	F tabla (5%)
Muestras	1	4,15	4,15	20,75	4,08 s.s.
Jueces	38	31,38	0,82	4,10	1,69 s.s.
Error	38	7,85	0,20		
Total	77	43,38			

Análisis de varianza para la característica nivel de agrado para la prueba descriptiva- pareada.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	F tabla (5%)
Muestras	1	12,32	12,32	15,79	4,08 s.s.
Jueces	38	33,48	0,88	1,12	1,69 n.s.
Error	38	29,64	0,78		
Total	77	75,44			