



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**PROPIEDADES MECÁNICAS Y ESTABILIDAD FISICOQUÍMICA DE SALCHICHAS DE
PAVO ADICIONADAS CON POLIELECTROLITOS, ESCALDADAS O TRATADAS CON
ALTA PRESIÓN HIDROSTÁTICA**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICO DE ALIMENTOS

PRESENTA

Pierre Ángel Benítez Soto



CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX,

2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: HUGO RUBÉN CARREÑO ORTIZ
VOCAL: ALBERTO TECANTE CORONEL
SECRETARIO: HIRAM FERNANDO RAMÍREZ CAHERO
1ER. SUPLENTE: FEDERICO NIETO PINEDA
2° SUPLENTE: MARIANA RAMÍREZ GILLY

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

LABORATORIO 313, DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA. CONJUNTO E,
FACULTAD DE QUÍMICA, CIUDAD UNIVERSITARIA.

ASESOR DEL TEMA:

Dr. Alberto Tecante Coronel

SUPERVISOR TÉCNICO:

I.A. Mariana Ramírez Gilly

SUSTENTANTE:

Pierre Ángel Benítez Soto

Índice General

Índice de Ecuaciones	5
Índice de Figuras	5
Índice de Tablas	10
Lista de abreviaturas, símbolos y nomenclaturas	11
Resumen	13
Abstract	14
1 Introducción	15
2 Marco teórico	15
2.1 <i>Generalidades sobre la fabricación de embutidos curados y escaldados</i>	15
2.2 <i>Fabricación de salchicha</i>	16
2.3 <i>La textura en los productos cárnicos</i>	18
2.4 <i>Tratamiento de alta presión hidrostática en productos cárnicos</i>	18
2.4.1 <i>Métodos de tratamiento con presión hidrostática</i>	19
2.4.2 <i>Efecto sobre los microorganismos</i>	19
2.4.3 <i>Efectos de la presurización en productos cárnicos</i>	20
2.5 <i>Aditivos alimentarios en la industria de embutidos</i>	20
2.5.1 <i>Funcionalidad de ingredientes, aditivos y coadyuvantes de proceso en productos cárnicos</i>	21
2.5.2 <i>Agentes curantes</i>	21
2.5.2.1 <i>Nitritos</i>	22
2.5.2.2 <i>Nitratos</i>	23
2.5.3 <i>Coadyuvantes de la cutter</i>	23
2.5.3.1 <i>Sal común</i>	23
2.5.3.2 <i>Sales de ácidos orgánicos</i>	24
2.5.3.3 <i>Fosfatos</i>	24
2.5.4 <i>Estabilizadores, polisacáridos</i>	25
2.5.4.1 <i>Generalidades, los polisacáridos</i>	25
2.5.4.2 <i>Almidón</i>	26
2.5.4.3 <i>Carragenina</i>	28
2.5.4.4 <i>Gelana</i>	29
3 Metodología	30
3.1 <i>Caracterización de la pechuga de pavo</i>	32

3.1.1	<i>Determinación de humedad</i>	32
3.1.2	<i>Determinación de grasa total</i>	32
3.1.3	<i>Determinación de proteína total</i>	32
3.1.4	<i>Determinación de la capacidad de retención de agua en carne (CRA_C)</i>	32
3.1.5	<i>Determinación de la capacidad emulsionante (CE)</i>	33
3.1.6	<i>Medición de pH</i>	33
3.2	<i>Preparación de salchichas</i>	33
3.3	<i>Tratamiento por alta presión hidrostática</i>	37
3.4	<i>Pruebas en salchichas</i>	37
3.4.1	<i>Medición de la capacidad de retención de agua (CRA_S)</i>	37
3.4.2	<i>Análisis de la microestructura por microscopía electrónica de barrido</i>	38
3.4.3	<i>Propiedades mecánicas</i>	39
3.4.3.1	<i>Módulo de elasticidad</i>	39
3.4.3.2	<i>Terneza</i>	41
3.4.3.3	<i>Análisis del Perfil de Textura (TPA por sus siglas en inglés)</i>	41
3.4.3.4	<i>Análisis microbiológico: Cuenta en placa de bacterias mesófilas aerobias</i>	43
3.4.3.5	<i>Análisis estadístico</i>	43
4	Resultados y discusión	43
4.1	<i>Caracterización de la pechuga de pavo</i>	43
4.2	<i>Primera etapa</i>	45
4.2.1	<i>Propiedades mecánicas</i>	45
4.2.1.1	<i>Módulo de elasticidad</i>	45
4.2.1.2	<i>Terneza</i>	46
4.2.1.3	<i>Análisis de Perfil de Textura (TPA)</i>	48
4.2.1.3.1	<i>Dureza</i>	48
4.2.1.3.2	<i>Cohesividad</i>	50
4.2.1.3.3	<i>Adhesividad</i>	52
4.2.1.3.4	<i>Gomosidad</i>	53
4.3	<i>Segunda etapa</i>	56
4.3.1	<i>Capacidad de retención de agua en salchichas (CRA_S)</i>	56
4.3.2	<i>Microestructura</i>	58
4.3.2.1	<i>Superficie de la cámara A</i>	58
4.3.2.2	<i>Superficie de la cámara B</i>	59
4.3.3	<i>Propiedades mecánicas</i>	63

4.3.3.1	<i>Módulo de elasticidad</i>	63
4.3.3.2	<i>Terneza</i>	64
4.3.3.3	<i>Análisis de perfil de textura (TPA)</i>	65
4.3.3.3.1	<i>Dureza</i>	65
4.3.3.3.2	<i>Cohesividad</i>	67
4.3.3.3.3	<i>Adhesividad</i>	68
4.3.3.3.4	<i>Gomosidad</i>	69
4.3.4	<i>Cuenta en placa de bacterias mesófilas aerobias</i>	71
4.4	<i>Tercera etapa</i>	73
4.4.1	<i>Capacidad de retención de agua en salchichas (CRA_s)</i>	73
4.4.2	<i>Microestructura</i>	74
4.4.2.1	<i>Superficie de la cámara A</i>	74
4.4.2.2	<i>Superficie de la cámara B</i>	75
4.4.3	<i>Propiedades mecánicas</i>	77
4.4.3.1	<i>Módulo de elasticidad</i>	77
4.4.3.2	<i>Terneza</i>	78
4.4.3.3	<i>Análisis de perfil de textura (TPA)</i>	79
4.4.3.3.1	<i>Dureza</i>	79
4.4.3.3.2	<i>Cohesividad</i>	80
4.4.3.3.3	<i>Adhesividad</i>	81
4.4.3.3.4	<i>Gomosidad</i>	82
4.4.4	<i>Cuenta en placa de bacterias mesófilas aerobias</i>	84
5	Conclusiones	86
6	Referencias	88
	Apéndices	93
	A. Análisis estadístico primera etapa	94
A.1	Análisis estadístico para el módulo de elasticidad, primera etapa	95
A.2	Análisis estadístico de la terneza, primera etapa	96
A.3	Análisis estadístico de la dureza, primera etapa	97
A.4	Análisis estadístico de la cohesividad, primera etapa	98
A.5	Análisis estadístico de la adhesividad, primera etapa	99
A.6	Análisis estadístico de la gomosidad, primera etapa	100
	B. Análisis estadístico segunda etapa	101
B.1	Análisis estadístico del módulo de elasticidad, segunda etapa	102

B.2	Análisis estadístico de la terneza, segunda etapa	104
B.3	Análisis estadístico de la dureza, segunda etapa	106
B.4	Análisis estadístico de la cohesividad, segunda etapa	108
B.5	Análisis estadístico de la adhesividad, segunda etapa	110
B.6	Análisis estadístico de la gomosidad, segunda etapa	112
B.7	Análisis estadístico para la superficie de la cámara A, segunda etapa	114
B.8	Análisis estadístico para la superficie de la cámara B, segunda etapa	117
B.9	Análisis estadístico para la CRAS, segunda etapa	120
C.	Análisis estadístico tercera etapa	122
C.1	Análisis estadístico para el módulo de elasticidad, tercera etapa	123
C.2	Análisis estadístico para la terneza, tercera etapa	124
C.3	Análisis estadístico para la dureza, tercera etapa	125
C.4	Análisis estadístico para la cohesividad, tercera etapa	126
C.5	Análisis estadístico para la adhesividad, tercera etapa	127
C.6	Análisis estadístico para la gomosidad, tercera etapa	128
C.7	Análisis estadístico para la superficie de la cámara A, tercera etapa	129
C.8	Análisis estadístico para la superficie de la cámara B, tercera etapa	130
C.9.	Análisis estadístico para la CRAS, tercera etapa	131
D.	Fichas técnicas	132
D.1.	Ficha técnica de ácido ascórbico	133
D.2.	Ficha técnica de almidón waxy	136
D.3.	Ficha técnica de cloruro de sodio	138
D.4.	Ficha técnica de gelana de alto acilo	140
D.6.	Ficha técnica de κ -carragenina	145
D.7.	Ficha técnica de nitrito de sodio	147
D.8.	Ficha técnica de tripolifosfato de sodio	147
D.9.	Ficha técnica de funda para salchicha	148

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1. CRAs	38
Ecuación 2. Esfuerzo verdadero	40
Ecuación 3. Longitud de compresión	40
Ecuación 4. Deformación de Cauchy	40
Ecuación 5. Esfuerzo verdadero	40
Ecuación 6. Deformación de Hencky	40

Índice de Figuras

Figura 1. Esquema de reacciones que tienen lugar durante el proceso de curado de la carne. -----	22
Figura 2. Reducción del nitrato en nitrito. -----	23
Figura 3. (a) enrollamiento helicoidal de la amilosa; (b) estructura química de la amilopectina (Badui, 2006). -----	27
Figura 4. Estructura química de: (a) κ -carragenina, (b) ι -carragenina y (c) λ -carragenina (Gelymar, 2005). -----	28
Figura 5. Estructura de: (a) gelana de alto acilo y (b) gelana de bajo acilo (Ishwar <i>et al.</i> , 2007). -----	30
Figura 6. Esquema de bloques de la estrategia experimental. -----	31
Figura 7. Diagrama de bloques de elaboración de salchichas. -----	36
Figura 8. Sistema para medir la capacidad de retención de agua en salchichas (CRAs). -----	37
Figura 9. Micrografía de salchicha de pechuga de pavo. -----	38
Figura 10. Curva de esfuerzo verdadero (σ_v) en función de la deformación de hencky (ϵ_h) para obtener módulo de elasticidad. -----	40
Figura 11. Determinación de la terneza a partir de curva fuerza en función del tiempo, obtenida con la máquina de pruebas mecánicas. -----	41
Figura 12. Determinación de los parámetros de tpa a partir de la curva de fuerza en función del tiempo, obtenida con la máquina de pruebas mecánicas. -----	42

Figura 13. Comportamiento del módulo de elasticidad (KPa) en salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de gelana de alto acilo, gelana de bajo acilo y κ -carragenina, almacenadas a 4 °C durante 24 horas. ----- 45

Figura 14. Comportamiento de la terneza (expresada en newton) en salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de gelana de alto acilo, gelana de bajo acilo y κ -carragenina, almacenadas a 4 °C durante 24 horas. ----- 47

Figura 15. Comportamiento de la dureza (expresada en newton) en salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de gelana de alto acilo, gelana de bajo acilo y κ -carragenina, almacenadas a 4 °C durante 24 horas. ----- 49

Figura 16. Comportamiento de la cohesividad en salchichas de pechuga de pavo elaboradas con diferentes concentraciones porcentuales de gelana de alto acilo, gelana de bajo acilo y κ -carragenina, almacenadas a 4 °C durante 24 horas.----- 51

Figura 17. Comportamiento de la adhesividad en salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de gelana de alto acilo, gelana de bajo acilo y κ -carragenina, almacenadas a 4 °C durante 24 horas. ----- 53

Figura 18. Comportamiento de la gomosidad (expresada en newton) en salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de gelana de alto acilo, gelana de bajo acilo y κ -carragenina almacenadas a 4 °C durante 24 horas. ----- 54

Figura 19. Comportamiento promedio de las propiedades mecánicas de salchichas de pechuga de pavo elaboradas con diferentes concentraciones de κ -carragenina, gelana de alto acilo y gelana de bajo acilo (%); medidas tras 24 horas de almacenamiento a 4 °C. Los valores de cohesividad y de módulo de elasticidad fueron multiplicados por los factores 10^2 y 10^{-4} , respectivamente, para facilitar su observación. ----- 55

- Figura 20.** Comportamiento de la capacidad de retención de agua de salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C. ----- 57
- Figura 21.** Comportamiento de la superficie de la cámara “A” (μm^2) de salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C. - 59
- Figura 22.** Comportamiento de la superficie de la cámara “B” (μm^2) de salchichas de pechuga pavo elaboradas con diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C. - 60
- Figura 23.** Micrografías de salchichas de pechuga de pechuga de pavo elaboradas con diferentes concentraciones porcentuales de gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C. ----- 61
- Figura 24.** Micrografías de salchichas de pechuga de pechuga de pavo elaboradas con diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina, almacenadas durante 42 días a 4 °C.----- 62
- Figura 25.** Comportamiento del módulo de elasticidad (KPa) de salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C. ---- 64
- Figura 26.** Comportamiento de la terneza (expresada en newton) de salchichas de pechuga elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C. ---- 65
- Figura 27.** Comportamiento de la dureza (expresada en newton) de salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C. ---- 67
- Figura 28.** Comportamiento de la cohesividad de salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C. ----- 68
- Figura 29.** Comportamiento de la adhesividad de salchichas de pechuga de de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C. ----- 69

- Figura 30.** Comportamiento de la gomosidad (expresada en newton) de salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C. - 70
- Figura 31.** Comportamiento de la microbiota mesofílica aerobia en salchichas de pechuga de pavo elaboradas con diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C. - 73
- Figura 32.** Comportamiento de la capacidad de retención de agua en salchichas de pechuga de pavo (CRA_s) elaboradas con gelana de alto acilo al 0.8%, tratadas con alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días. ----- 74
- Figura 33.** Comparación de la superficie de la cámara “A” (expresada en μm^2) de la red de gelificación de salchichas de pechuga de pavo elaboradas con gelana de alto acilo al 0.8%, con y sin tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días. La observación se realizó sobre una de las micrografías de la Figura 35. ----- 75
- Figura 34.** Comparación de la superficie de la cámara “B” (expresada en μm^2) de la red de gelificación de salchichas de pechuga de pavo elaboradas con gelana de alto acilo al 0.8%, con y sin tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días. La observación se realizó sobre una micrografía de la Figura 35. ----- 76
- Figura 35.** Micrografías de salchichas de pechuga de pavo elaboradas con gelana de alto acilo (0.8%), con y sin tratamiento de alta presión hidrostática y almacenadas 42 días a 4 °C. ----- 77
- Figura 36.** Comportamiento del módulo de elasticidad (KPa) en salchichas de pechuga de pavo elaboradas con gelana de alto acilo al 0.8% con o sin tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días. ----- 78
- Figura 37.** Comportamiento de la terneza (expresada en newton) en salchichas de pechuga de pavo elaboradas con gelana de alto acilo al 0.8%, con o sin tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días. ----- 79

- Figura 38.** Comportamiento de la dureza (expresada en newton) en salchichas de pechuga de pavo elaboradas con gelana de alto acilo al 0.8%, con o sin tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días. ----- 80
- Figura 39.** Comportamiento de la cohesividad en salchichas de pechuga de pavo elaboradas con gelana de alto acilo al 0.8%, con o sin tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días. ----- 81
- Figura 40.** Comportamiento de la adhesividad en salchichas de pechuga de pavo elaboradas con gelana de alto acilo al 0.8%, con o sin tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días. ----- 82
- Figura 41.** Comportamiento de la gomosidad (expresada en newton) en salchichas de pechuga de pavo elaboradas con gelana de alto acilo al 0.8%, con o sin tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días. ----- 83
- Figura 42.** Comparación del log (UFC/g de salchicha) de la microbiota mesofílica aerobia en salchichas de pechuga de pavo elaboradas con 0.8% de gelana de alto acilo, con y sin tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días. La cuenta en placa se realizó los días: 1, 14 y 42. ----- 85

Índice de Tablas

Tabla 1. Principales usos de los polisacáridos en los alimentos (Badui, 2006). ...	26
Tabla 2. Principales tipos de especies de algas rojas utilizadas industrialmente para la obtención de carragenina (Multon <i>et al.</i> , 2000).....	29
Tabla 3. Fórmula base de salchichas.	34
Tabla 4. Ecuaciones usadas para trazar la curva esfuerzo verdadero en función de la deformación de Hencky.....	40
Tabla 5. Caracterización de la pechuga de pavo empleada para la elaboración de las salchichas.....	44
Tabla 6. Tipos de carne y sus usos (Girard, 1991).	44
Tabla 7. Módulo de elasticidad en salchichas de pechuga de pavo, en función de los hidrocoloides de estudio.	46
Tabla 8. Terneza en salchichas de pechuga de pavo en función de los hidrocoloides de estudio.....	48
Tabla 9. Dureza en salchichas de pechuga de pavo en función de los hidrocoloides de estudio.....	49
Tabla 10. Cohesividad en salchichas de pechuga de pavo en función de los hidrocoloides de estudio.....	51
Tabla 11. Adhesividad en salchichas de pechuga de pavo en función de los hidrocoloides de estudio.....	52
Tabla 12. Gomosidad en salchichas de pechuga de pavo, en función de los hidrocoloides de estudio.....	53
Tabla 13. Estabilidad en la capacidad de retención de agua, la microestructura y las propiedades mecánicas, en salchichas de pechuga de pavo almacenadas por días 42 a 4 °C.	71
Tabla 14. Efecto del tratamiento de alta presión hidrostática sobre la estabilidad aparente en la capacidad de retención de agua, microestructura y propiedades mecánicas de salchichas de pechuga de pavo elaboradas con 0.8% de gelana de alto acilo y almacenadas a 4 °C durante 42 días.	84

Lista de abreviaturas, símbolos y nomenclaturas

-	Menos
%	Por ciento
~	Aproximado
<	Menor que
>	Mayor que
°C	Grados Celsius
μ	Letra del alfabeto griego micro
μm	Micrómetros
μm ²	Micrómetros cuadrados
ANOVA	Análisis de Varianza
AOAC	Asociación de Químicos Analíticos Oficiales
APH	Alta presión hidrostática
AQP	Análisis Químico Proximal
atm	Atmósferas
ATP	Adenosina trifosfato
A _w	Actividad de agua
CE	Capacidad de emulsificación
cm	Centímetros
COFEPRIS	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
CRA	Capacidad de retención de agua
CRAc	Capacidad de retención de agua en carne
CRAs	Capacidad de retención de agua en salchicha
D	Dextrorrotatorio
<i>d</i>	Diámetro
DMS	Diferencia Mínima Significativa de Fisher
e ⁻	Electrón
E°	Potencial Normal
F	Fuerza
g	Gramo
GAA	Gelana alto acilo
GBA	Gelana bajo acilo
IC	Intervalo de confianza
kpsi	kilolibras fuerza por pulgada cuadrada
kV	kilovolt
L	Litro
L	Levorrotatorio
<i>l</i> ₀	Altura
mL	Mililitro

mm	Milímetro
mol/L	mol por litro
MPa	Megapascales
N	Newton
NOM	Norma Oficial Mexicana
<i>Pa</i>	pascal
pH	Potencial de hidrógeno
pka	Logaritmo negativo de la constante de acidez
ppm	Partes por millón
rpm	Revoluciones por minuto
SSA	Secretaría de Salud
T	Temperatura
<i>t</i>	Tiempo
<i>TPA</i>	Texture Profile Analysis (Análisis de perfil de textura)
UFC	Unidades Formadoras de Colonias
<i>v</i>	Velocidad
α	Letra del alfabeto griego alfa, Significancia
β	Letra del alfabeto griego beta
ϵ_H	Deformación de Hencky
ι	Letra del alfabeto griego iota
κ	Letra del alfabeto griego kappa
κ -car	kappa carragenina
λ	Letra del alfabeto griego lambda
σ	Letra del alfabeto griego sigma
σ_v	Esfuerzo verdadero

Resumen

En este trabajo se evaluó el efecto de la adición de diferentes polielectrolitos; gelana de alto acilo, gelana de bajo acilo y κ -carragenina, en concentraciones de 0.2, 0.5, 0.8 y 1.5%, sobre la estabilidad del módulo de elasticidad, la ternura, el análisis de perfil de textura (TPA por sus siglas en inglés); dureza, cohesividad, adhesividad y gomosidad. Asimismo, sobre la capacidad de retención de agua (CRA) y la microestructura de gelificación en salchichas de pechuga de pavo escaldadas y en salchichas escaldadas y tratadas con alta presión hidrostática (APH) a 586 MPa durante 10 minutos. El tratamiento con APH sólo se hizo en salchichas preparadas con 0.8% de gelana de alto acilo (GAA) y para ambos tratamientos, las salchichas fueron empacadas al vacío y refrigeradas a 4°C durante 42 días.

En las salchichas elaboradas con 1.5% de GAA y sin tratamiento de APH, se observó un mayor número de parámetros estabilizados que en las preparadas con 0.2, 0.5 y 0.8% del mismo hidrocólide. Asimismo, las salchichas preparadas con 0.8% de este polisacárido y tratadas con APH a 586 MPa durante 10 minutos, presentaron un incremento de 50% en el número de parámetros estabilizados, con respecto a las salchichas sin dicho tratamiento. No obstante, los parámetros mecánicos de las salchichas tratadas con APH, siempre fueron menores que las no tratadas con APH, con excepción de la cohesividad.

Finalmente, el tratamiento con APH, junto con el empacado al vacío y la refrigeración a 4°C de las salchichas, redujo 30% la carga microbiana en comparación con las salchichas que sólo fueron escaldadas, empacadas al vacío y refrigeradas a 4 °C.

Abstract

In this study, the effect of the addition of different polyelectrolytes; high and low acyl gellans and κ -carrageenan, at concentrations of 0.2, 0.5, 0.8 and 1.5%, on the stability of the elastic modulus, tenderness, and TPA; hardness, cohesiveness, adhesiveness, and chewiness was evaluated together with the water holding capacity (WHC) and the microstructure of gels in sausages of breast turkey treated and non-treated with high hydrostatic pressure (HHP) at 586 MPa for 10 minutes. The HHP treatment was only performed in sausages prepared with 0.8% high acyl gellan (HAG) and treated and non-treated sausages were vacuum packed and refrigerated at 4 °C for 42 days.

In sausages made with 1.5% HAG and without HHP treatment, a larger number of parameters were stabilized than with 0.2, 0.5 and 0.8% of the same hydrocolloid. Also, sausages made with 0.8% of this polysaccharide treated at 586 MPa for 10 minutes, showed a 50% increase in the number of stabilized parameters, in comparison with sausages without such treatment. However, the mechanical parameters of HHP-treated sausages were always smaller than in non-treated ones, except for cohesiveness.

Finally, treatment with HHP accompanied by vacuum packing and refrigeration at 4 °C, reduced by 30% the microbial load in comparison with sausages which were only blanched, vacuum packed and refrigerated at 4 °C.

1 Introducción

Un polielectrolito es cualquier polímero que posee grupos cargados eléctricamente que pueden disociarse cuando están en disolución. Algunos ejemplos en alimentos son las proteínas y algunos polisacáridos como la carragenina y la gelatina. El empleo de polielectrolitos en la fabricación de embutidos suele mejorar su estabilidad durante el almacenamiento, pues incrementan la capacidad de gelificación, la viscosidad de la pasta (mayor trabazón) y disminuye la sinéresis de los productos, evitando cambios significativos en su textura. Sin su adición, los embutidos exhiben con frecuencia escasa resistencia al corte. La adición más común de polielectrolitos va desde el 0.5 al 2%. El motivo de la mejora de las propiedades antes mencionadas, se debe principalmente a las interacciones proteína-polisacárido.

2 Marco teórico

2.1 Generalidades sobre la fabricación de embutidos curados y escaldados

La denominación salchicha designa al producto cárnico curado, emulsionado y cocido, elaborado a partir de carne triturada, mezclada con grasa de origen animal, agua, sal, especias, sales curantes y otros aditivos (pasta fina), embutida en tripa natural o sintética y sometida a un tratamiento térmico (interpretación de la definición de la NOM-122-SSA1-1994).

El problema más importante en la fabricación de embutidos curados y escaldados es la fijación de agua y grasa. En ambos casos, es de vital importancia la presencia de una proteína llamada miosina y el complejo proteico actomiosina, el cual se forma por la unión química entre actina y miosina, principales proteínas estructurales de las células musculares de la carne (Gerhardt, 1980). Dichas proteínas, son las responsables del ciclo contracción-relajación del músculo vivo. Durante la fase de contracción, ambas proteínas musculares forman un complejo proteico llamado actomiosina, el cual se disocia por acción del ATP durante la fase de relajación, sin embargo con la llegada de

la rigidez cadavérica tras el sacrificio de las especies, el ATP se agota e impide la disociación de dicho complejo, la cual es fundamental para la elaboración de embutidos pues:

1. Favorece una mejor emulsificación de los ingredientes.
2. Favorece la formación de un gel rígido, característico de estos productos.

2.2 Fabricación de salchicha

El proceso de fabricación de salchicha comienza con el picado de la carne en un equipo llamado cúter o bien en un molino coloidal, donde parte de la proteína muscular es extraída. En esta operación, se destruyen las capas del tejido conectivo de las células musculares (epimisio, perimisio y endomisio), exponiendo así el complejo actomiosina y otras proteínas. En esta etapa, el control de la temperatura es crítico pues un incremento de ella ocasiona la desnaturalización de las proteínas musculares, perdiéndose así sus propiedades funcionales (Gordon & Barbut, 1992). Por ello, suele emplearse durante esta operación carne congelada o refrigerada, así como también hielo picado o agua a no más de 7 °C, para controlar la temperatura y evitar la desnaturalización proteica.

Smith (1988) observó que la cantidad de proteína extraída durante la operación de picado, no es suficiente para garantizar una emulsión total de la grasa ni una retención de agua óptima, y que dichas propiedades mejoran considerablemente al incrementar la fuerza iónica de la pasta. Hamn (1972), propuso que la adición de NaCl en concentraciones del 1.8 al 2.2 %, incrementan la fuerza iónica de la pasta, lo cual permite una mayor solubilidad de la proteína cárnica (miosina y el complejo proteico actomiosina), mejorando con ello la capacidad de retención de agua y de emulsificación, gracias a una mayor cantidad de proteína disponible para tales fines.

De acuerdo con Gordon y Barbut (1990a), una pasta fina pueden describirse como un sistema multifásico complejo constituido por proteínas musculares

solubilizadas, fibras musculares, células adiposas, gotas de grasa, agua, sal y otros ingredientes; estabilizados por la formación de una emulsión. La emulsión antes mencionada se forma gracias a la actividad superficial de la miosina y actina, las cuales se acumulan en la zona limítrofe con el materia graso, formando películas entorno a él (Gordon & Barbut, 1992b). Según Saffle (1968), las proteínas miofibrilares de forma alargada (como la actina y la miosina), tienen un poder emulgente muy superior al de las proteínas sarcoplasmáticas de forma esférica, sin embargo, para manifestar tal efectividad, es necesario que estas proteínas se encuentren solubilizadas. La solubilidad de la actina y la miosina en la carne caliente (recién sacrificada) puede alcanzar 25 a 30%, sin embargo, ésta disminuye rápidamente debido al agotamiento del ATP, responsable de la disociación del complejo proteico actomiosina, forma que predomina en la carne fría. En carne congelada o miopática, la solubilidad de estas proteínas puede caer hasta entre 6 y 5%.

La solubilidad del complejo actomiosina es inferior al de la actina y miosina por separado, por tal motivo, se han estudiado diversas sustancias que permiten la disociación de este complejo y obtener de este modo mejores propiedades emulsificantes y de retención de agua. No obstante, Ishioroshi *et al.* (1980) encontraron que la actina confiere rigidez a los productos cárnicos gelificados, y que pequeñas cantidades del complejo actomiosina disminuyen dicha rigidez.

Una vez obtenida la pasta fina, se embute en una tripa de origen natural (proveniente de intestino de animales) o sintético (generalmente colágeno, celulosa u otro polímero), se ata (segmenta) y se somete a un tratamiento térmico donde el material proteico coagula formando un gel.

Además de la carne, agua, sal y grasa; los embutidos escaldados tienen dentro de sus formulaciones agentes curantes, especias y otros aditivos que permiten obtener productos con una mayor aceptación sensorial por parte del consumidor y una mayor vida de anaquel.

El desarrollo experimentado por la industria cárnica en los últimos años ha ocasionado que la elaboración de salchicha se lleve a cabo con carne fría, lo cual implica una reducción en la capacidad de emulsificación en comparación a la carne recién sacrificada (Gerhardt, 1980). Por tal razón, se han desarrollado nuevos métodos tecnológicos para mejorar la trabazón de la carne fría.

2.3 *La textura en los productos cárnicos*

La falta de textura puede ser un problema en algunos productos cárnicos como las salchichas. Uno de los parámetros más frecuentemente utilizado para referirse a textura de los alimentos elaborados a base de carne es la “terneza” (Chrystall, 1994).

2.3.1 *Efectos del curado y procesado de la carne sobre su textura*

De acuerdo con Pearson y Gillet (1996), el curado y procesado de la carne mejora la textura, un ejemplo es el uso de fosfatos, que se añaden para aumentar la retención del agua y con ello mejorar la textura. Sin embargo, la adición de fosfatos y otros agentes ligantes de agua puede (si se emplean de modo inadecuado) crear problemas en la textura (Pearson & Gillet, 1996). Los embutidos y los productos de carne triturada requieren alrededor del 15% al 20% de grasa para la satisfacción del consumidor.

2.4 *Tratamiento de alta presión hidrostática en productos cárnicos*

La presión hidrostática es una técnica de conservación comúnmente utilizada para inactivar esporas y enzimas en alimentos, aumentando su vida de anaquel (Heinz *et al.*, 2009). Suele emplearse en combinaciones de tiempo-presión que van de 5 a 20 minutos, y presiones entre 400 a 900 MPa (Téllez-Luis *et al.*, 2001). Tiene la ventaja de ser una tecnología de bajo consumo energético, por lo que no incrementa sustancialmente los costos de los productos tratados. Hicks *et al.* (2009), estiman un incremento en el costo de los productos tratados con alta presión entre \$0.25 y \$0.50 dólares estadounidenses. Algunas

desventajas de esta tecnología son los efectos en las características sensoriales de los productos, siendo los colores, sabores y olores los menos afectados a diferencia de las texturas (Heinz *et al.*, 2009). Sin embargo, en el caso de la carne, se ha demostrado que el color suele afectarse a presiones superiores de 300 MPa, debido a la transformación de la mioglobina ferrosa en mioglobina férrica, lo cual provoca la desnaturalización de la proteína (Jung *et al.*, 2003).

2.4.1 *Métodos de tratamiento con presión hidrostática*

Actualmente existen dos tecnologías para tratar con alta presión hidrostática un producto, la compresión directa y la compresión indirecta. La compresión directa se obtiene por la acción de un pistón que está en contacto directo con agua y en ella el producto por tratar en la misma cámara. Su uso se restringe a laboratorios pequeños o en plantas piloto. La compresión indirecta se vale de un intensificador de alta presión que bombea el medio presurizante desde un depósito hacia la cámara de presurizado hasta alcanzar la presión deseada. Este método suele emplearse en la industria de productos cárnicos.

2.4.2 *Efecto sobre los microorganismos*

El tratamiento de alta presión suele producir cambios a diferentes niveles en las células microbianas dependiendo del tiempo y la presión aplicada. El más común tiene lugar sobre la membrana celular, pues los sistemas de lípidos son sensibles a la presión, disminuyendo su fluidez debido a una transición del estado líquido-cristalino de la membrana a un estado de gel, lo cual modifica la permeabilidad de membrana, perdiendo su capacidad para mantener el gradiente de pH, afectando el balance osmótico (Rivalain *et al.*, 2010).

Otro cambio que suele ocasionar el tratamiento con alta presión es la desnaturalización de proteínas por arriba de 300 MPa (Sun & Holley, 2010), pues genera la ruptura de interacciones no covalentes débiles como las

interacciones electrostáticas y las hidrofóbicas, que son las que estabilizan la estructura terciaria y cuaternaria de las proteínas. Con la aplicación de presión, las regiones hidrofóbicas quedan expuestas (pueden quedar atrapadas moléculas de agua al interior de la proteína promoviendo que zonas hidrofílicas antes ubicadas en la zona externa de la proteína queden en la parte interna), lo que genera la agregación de la proteína y la pérdida de agua (Téllez-Luis *et al.*, 2001).

Entre los microorganismos más susceptibles al tratamiento de alta presión hidrostática se encuentran las levaduras y mohos, seguidos por las bacterias Gram-negativas, las Gram-positivas y algunos tipos de esporas (Shigehisa *et al.*, 1991). El intervalo de presión utilizado para destruir los microorganismos de importancia en alimentos va de 300 a 1 000 MPa para inactivar bacterias patógenas como *Listeria monocytogenes*, *Aeromonas hydrophila* y *Enterococcus* (Farkas, 2001).

2.4.3 Efectos de la presurización en productos cárnicos

De acuerdo con McFarlane (1973), la carne sometida a altas presiones (1 hora a 1500 atm) mejora la ternura. Dransfield (1994) ha sugerido que la alta presión probablemente incrementa la proteólisis por la liberación de enzimas lisosomales que causan una tenderización.

2.5 Aditivos alimentarios en la industria de embutidos

De acuerdo con las autoridades mexicanas, se entiende como aditivo a *“cualquier sustancia que en cuanto tal no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición al producto con fines tecnológicos en sus fases de producción, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte o pueda preverse razonablemente que resulte (directa o indirectamente) por sí o sus subproductos, en un componente*

del producto o un elemento que afecte a sus características (incluidos los organolépticos)” (COFEPRIS, 2012).

La industria de los embutidos emplea en la transformación, conservación y distribución de los productos cárnicos diversos procedimientos tecnológicos (Multon *et al*, 2000). Estas tecnologías utilizan materias primas variadas a las cuales se les incorporan aditivos y auxiliares de fabricación que modifican las propiedades sensoriales y participan en la estabilidad de los productos. Los aditivos y coadyuvantes de proceso más empleados en la industria de los embutidos son:

1. Agentes curantes
2. Coadyuvantes de la cutter
3. Estabilizadores

2.5.1 Funcionalidad de ingredientes, aditivos y coadyuvantes de proceso en productos cárnicos

Los aditivos son necesarios en la fabricación de productos cárnicos; en el picado para la emulsión, estabilización y para el desarrollo de sabor, pues contribuyen a mejorar la trabazón, textura, color y vida de anaquel.

2.5.2 Agentes curantes

El término curado hace referencia a la aplicación de mezclas de cloruro de sodio y sales de nitrito o nitrato con múltiples propósitos, entre ellos se destaca el desarrollo de colores y sabores característicos de los productos cárnicos curados, así como también por su efecto inhibitorio hacia el desarrollo de ciertos microorganismos, por ejemplo *C. botulinum* (Fennema, 2010). En este grupo de aditivos se encuentran básicamente dos tipos de sales: los nitratos y los nitritos de sodio o potasio.

2.5.2.1 Nitritos

Los nitritos en los productos cárnicos son por excelencia buenos agentes oxidantes. Debido a las condiciones químicas que imperan en la carne (pH entre 5.5-6.5 y $E^\circ \sim 0$ volt), el nitrito actúa como oxidante en el proceso de curado. Su funcionalidad principal es inhibir el desarrollo de *C. botulinum* (Fennema, 2010), sin embargo su adición provoca la formación de nitrosilhemocromo responsable del color rosado típico de los productos cárnicos curados, debido a la reacción química que ocurre entre el nitrito y la mioglobina de la carne, de acuerdo con la Figura 1:

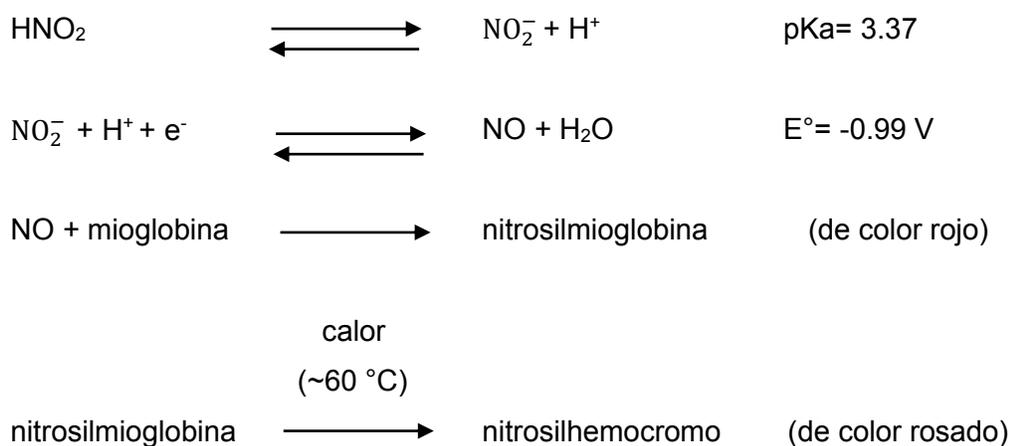


Figura 1. Esquema de reacciones que tienen lugar durante el proceso de curado de la carne.

Debido a que los nitritos son susceptibles de reaccionar con las aminas presentes en la carne y formar compuestos llamados nitrosaminas cuyo efecto cancerígeno está demostrado, las autoridades sanitarias nacionales e internacionales han restringido el uso de los nitratos y nitritos. De acuerdo con la NOM 122-SSA1-1994 y la NOM-213-SSA1-2002, la concentración máxima residual de nitratos y nitritos en productos cárnicos curados y cocidos no debe exceder los 156 mg/kg de producto, expresados como nitritos; mientras que la norma CODEX STAN 98-1981 indica un límite de estas sustancias no mayor a 200 mg/kg de producto.

2.5.2.2 Nitratos

Los nitratos suelen comportarse de la misma manera que los nitritos, con la única diferencia que los nitratos se transforman en nitritos como reacción primaria, como se muestra en la Figura 2.

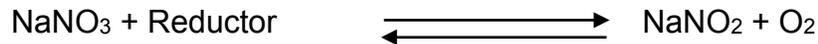


Figura 2. Reducción del nitrato en nitrito.

La reducción de nitrato a nitrito puede ocurrir mediante enzimas nitrato-reductasas de origen microbiano o agentes reductores como los eritorbatos o ascorbatos y sus ácidos (Badui, 2006), que se incorporan en las formulaciones de los productos cárnicos curados con tal propósito.

2.5.3 Coadyuvantes de la cutter

2.5.3.1 Sal común

El NaCl es un ingrediente utilizado en la elaboración de embutidos por tres razones:

1. Imparten sabor a los productos cárnicos, mejorando su aceptación por parte de los consumidores.
2. Permite la reducción del Aw de los productos, inhibiendo el desarrollo microbiano.
3. Favorece la disolución de proteína cárnica debido a una disminución de su punto isoeléctrico, mejorando la capacidad de emulsión y la formación de una red gelificación más estable (Gerhardt, 1980). Los efectos óptimos de solubilidad proteica se

obtienen cuando se emplea el cloruro de sodio en una concentración de 5%, sin embargo, a dicha concentración el producto se vuelve inaceptable para el consumidor, por lo que su uso queda restringido a concentraciones comprendidas entre 1.8 y 2.2%.

2.5.3.2 *Sales de ácidos orgánicos*

Como se mencionó, la sal común tiene un límite de adición en los productos cárnicos, pues a concentraciones > 2.2%, la aceptación del producto disminuye, por lo que diversos investigadores han buscado sustancias con el mismo efecto sobre la solubilidad de la proteína cárnica, sin modificar el sabor del producto, encontrando buenos resultados con sales de ácidos orgánicos comestibles como son los acetatos, lactatos y citrato de sodio o de potasio, este último para productos con bajo contenido de sodio (Gerhardt, 1980). Así mismo, estas sales contribuyen al control del pH, pues la proteólisis natural que tiene lugar en la carne, provoca un aumento del pH.

2.5.3.3 *Fosfatos*

Los fosfatos son quizá unas de las sustancias de mayor uso en la industria cárnica debido a:

1. Modifican el pH y aumentan la fuerza iónica de la pasta
2. Mejoran el sabor y la textura del producto

Los fosfatos de mayor uso son monofosfato, ciclotrifosfato, difosfato, polifosfato y trifosfato de sodio. Según Hamm (1974), en presencia de NaCl y con un pH de 6.4, aumenta el efecto de diversas sales sódicas sobre la CRA en el orden siguiente:

Gluconato, Glutamato, Acetato, Carbonato < Lactato < Tartrato < Monofosfato < Ciclotrifosfato < Citrato < Difosfato < Oxalato, Polifosfato < tetrafosfato < trifosfato.

2.5.4 *Estabilizadores, polisacáridos*

El empleo de polisacáridos en la fabricación de salchichas, proporciona una mejor estabilidad que las formulaciones sin estos hidrocoloides. Con su adición se incrementa la capacidad de gelificación, la viscosidad de la pasta (mayor trabazón) y disminuye la sinéresis, aumentando su vida de anaquel al evitar cambios significativos de textura. En su ausencia, los embutidos exhiben escasa resistencia al corte. Su adición en concentraciones de 0.5-2% mejora la resistencia al corte aun durante el almacenamiento (Gerhardt, 1980). El fundamento de la mejora de las propiedades antes mencionadas, es el establecimiento de interacciones proteína-polisacárido, que juegan un papel importante en la estabilidad de varios alimentos procesados (Ayadi *et al.*, 2009). Propiedades funcionales de las proteínas como solubilidad, poder gelificante y capacidad emulsionante, son afectadas por estas interacciones. En la actualidad se ha estudiado a profundidad este tipo de interacciones y su efecto sobre la vida de anaquel y la textura de diversos productos cárnicos (Candogan & Kolsarici, 2003). Entre los hidrocoloides más estudiados se encuentran las carrageninas y los almidones modificados.

2.5.4.1 *Generalidades, los polisacáridos*

Los polisacáridos son un grupo heterogéneo de polímeros, constituidos por más de diez monosacáridos unidos mediante distintos enlaces glucosídicos. Pueden interactuar fuertemente con las proteínas determinando muchas propiedades alimentarias. La unión entre éstos se efectúa sobre todo mediante enlaces electrostáticos, aun cuando pueden existir puentes de hidrógeno, hidrofóbicos, y en ocasiones covalentes. Algunos de estos complejos forman geles cuando se calientan y

producen una estructura ordenada tridimensional en la que queda atrapada agua (Bernal *et al.*, 1987). Las características de los geles dependen, entre otros factores, de la concentración del polímero (Jauregui & Muñoz, 1995).

Los polisacáridos se encuentran en forma natural; en algunas ocasiones se añaden a los alimentos para obtener la formulación correcta, como en el caso del almidón, la carragenina y las pectinas, que se utilizan por sus propiedades funcionales (Tabla 1).

Tabla 1. Principales usos de los polisacáridos en los alimentos (Badui, 2006).

Estabilizadores a través de sus interacciones con agua.	Controlan la cristalización de azúcares, sales y agua
Emulsionantes	Formadores de películas
Gelificantes	Sustitutos de grasa
Estabilizadores o formadores de espuma	Agentes clarificantes
Encapsulantes de saborizantes	Espesantes
Inhibidores de sinéresis	Adhesivos
Fibra dietaria	Crioprotectores
	Agentes de suspensión

2.5.4.2 Almidón

El almidón está constituido por una mezcla de dos polisacáridos similares, la amilosa, una molécula esencialmente lineal, y la amilopectina, una molécula altamente ramificada. La primera, es una cadena cuasi lineal con unidades de α -D-glucopiranosilo unidas por enlaces 1→4 con efímeras ramificaciones en la posición 1→6 cada 180-320 unidades (Takeda *et al.*, 1990). Presenta una conformación tridimensional de tipo helicoidal. La amilopectina es una molécula altamente ramificada similar a la amilosa con ramificaciones α -D-(1 → 6), localizadas cada 15-25 unidades; Figura 3. Esta molécula se encuentra en todos los almidones, constituyendo alrededor del 75% de éstos.

Algunos almidones están constituidos exclusivamente por amilopectina, a los cuales se les conoce como almidones céreos (Fennema, 2010).

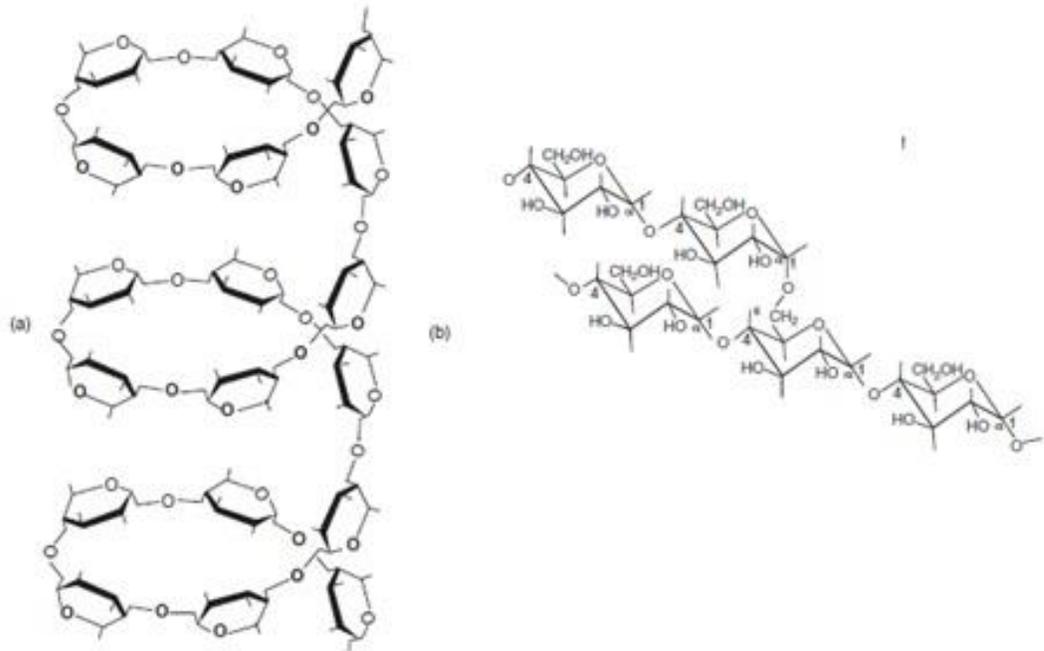


Figura 3. (a) Enrollamiento helicoidal de la amilosa; (b) Estructura química de la amilopectina (Badui, 2006).

La relación porcentual de amilosa y amilopectina presente en los almidones depende básicamente de la fuente de obtención. Comercialmente, los almidones se clasifican en dos grandes grupos: almidones “nativos” de cualquier origen y “modificados”. De estos dos grupos surgen cuatro subgrupos:

1. Mezcla de almidones nativos y modificados
2. Almidones modificados con predominancia de amilopectina
3. Almidones modificados con predominancia de amilosa
4. Almidones imbibibles en frío

En nuestro país, la adición de almidón en productos cárnicos curados y cocidos, y curados emulsionados y cocidos, está permitida hasta en un 10% (NOM-122-SSA1-1994), con la finalidad de mejorar la trabazón y resistencia al corte; sin embargo, esto no evita la separación de la grasa y proporciona embutidos con poca jugosidad (Gerhardt, 1980).

2.5.4.3 Carragenina

La carragenina es una mezcla de polisacáridos sulfatados extraídos de algas marinas rojas de la familia de las *Rodofíceas* procedentes de Filipinas, Indonesia, Marruecos, Chile, Argentina y Europa del Norte. La estructura básica de los polisacáridos de carragenina son dos residuos de D-galactosa: β -D-galactosa sulfatada unida en $1 \rightarrow 3$ y α -D-galactosa sulfatada o no, algunas veces bajo la forma 3,6-anhidro y unida en $1 \rightarrow 4$. Según el grado de sulfatación y la posición de los carbonos sustituidos por los sulfatos, se distinguen tres principales tipos de carragenina: kappa, iota y lambda (κ , ι y λ), ver Figura 4.

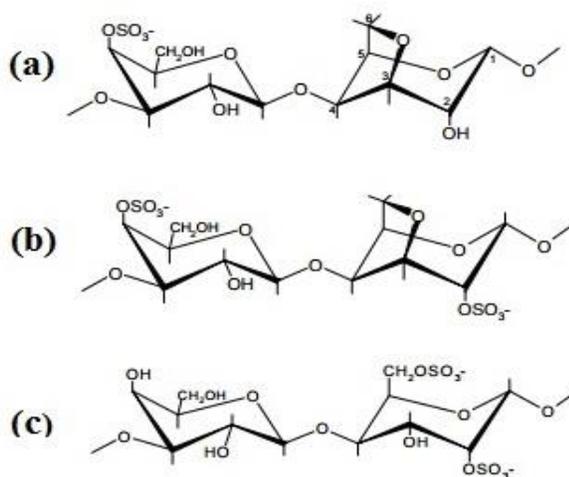


Figura 4. Estructura química de: (a) κ -carragenina, (b) ι -carragenina y (c) λ -carragenina (Gelymar, 2005).

La carragenina comercializada para la industria de alimentos, suele ser una mezcla más o menos enriquecida en uno o en otro de los tres tipos principales de carragenina mencionadas; Tabla 2. Su uso en México en productos cárnicos curados y cocidos, y curados emulsionados y cocidos, está permitido hasta en un 1.5 % (NOM-122-SSA1-1994).

Tabla 2. Principales tipos de especies de algas rojas utilizadas industrialmente para la obtención de carragenina (Multon *et al.*, 2000).

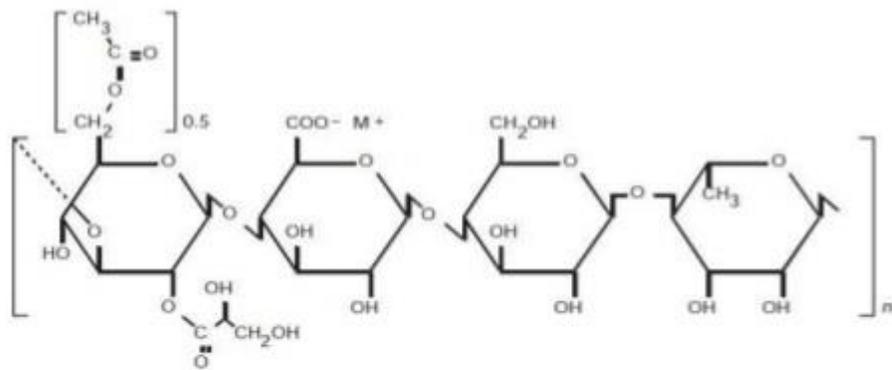
Genero	Especie	Fracciones predominantes
<i>Chondrus</i>	crispus	λ, κ y μ
	ocellatus	κ y μ
<i>Gigartina</i>	stellata	λ, κ y μ
	pistillata	λ, κ y μ
	acicularis	λ + μ y κ
	rádula	λ + μ y κ
<i>Eucheuma</i>	spinosum	ι y ± ν
	cottonii	κ + μ
<i>Hypnea</i>	muciformis	κ y μ
<i>Iridaea</i>	flaccida	λ + κ + μ

2.5.4.4 *Gelana*

La gelana es el nombre genérico otorgado al polisacárido obtenido por la fermentación aerobia de *Sphingomonas elodea*, anteriormente *Pseudomonas elodea* (Jansson *et al.*, 1983). Se encuentra bajo dos formas químicas diferentes: una acetilada (nativa, GAA) y otra no acetilada (GBA). Está formada por unidades repetitivas de un tetrasacárido constituido por 1,3-β-D-glucosa, 1,4-β-D-ácido glucurónico, 1,4-β-D-glucosa y 1,4-α-L-ramnosa, con dos sustituyentes acilo en el mismo residuo de glucosa (O'Neil *et al.*, 1983). La hidrólisis en medio alcalino se emplea para eliminar los sustituyentes acilo y obtener una gelana con bajo grado de acetilación (GBA). La estructura de las gelanas de alto y bajo grado de acetilación se muestra en la Figura 5.

La goma gellan es comercializada por CP Kelco bajo los nombres de KELCOGEL® (GBA), KELCOGEL® LT100 (GAA). Su uso en México está permitido y se puede emplear de acuerdo con las Buenas Prácticas de Fabricación (COFEPRIS, 2012), sin embargo, en la normatividad vigente aplicable para productos cárnicos curados y cocidos, y curados emulsionados y cocidos (NOM-122-SSA1-1994), no aparece como aditivo permitido para fabricación de estos productos.

(a) Gelana de alto acilo, nativa



(b) Gelana de bajo acilo

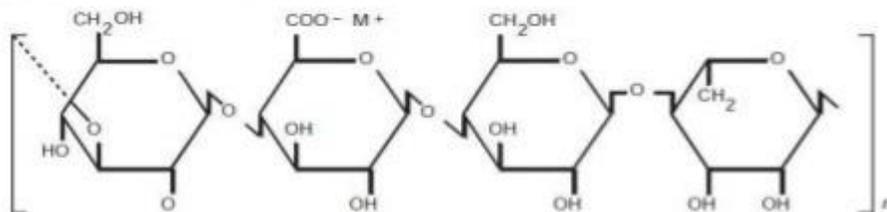
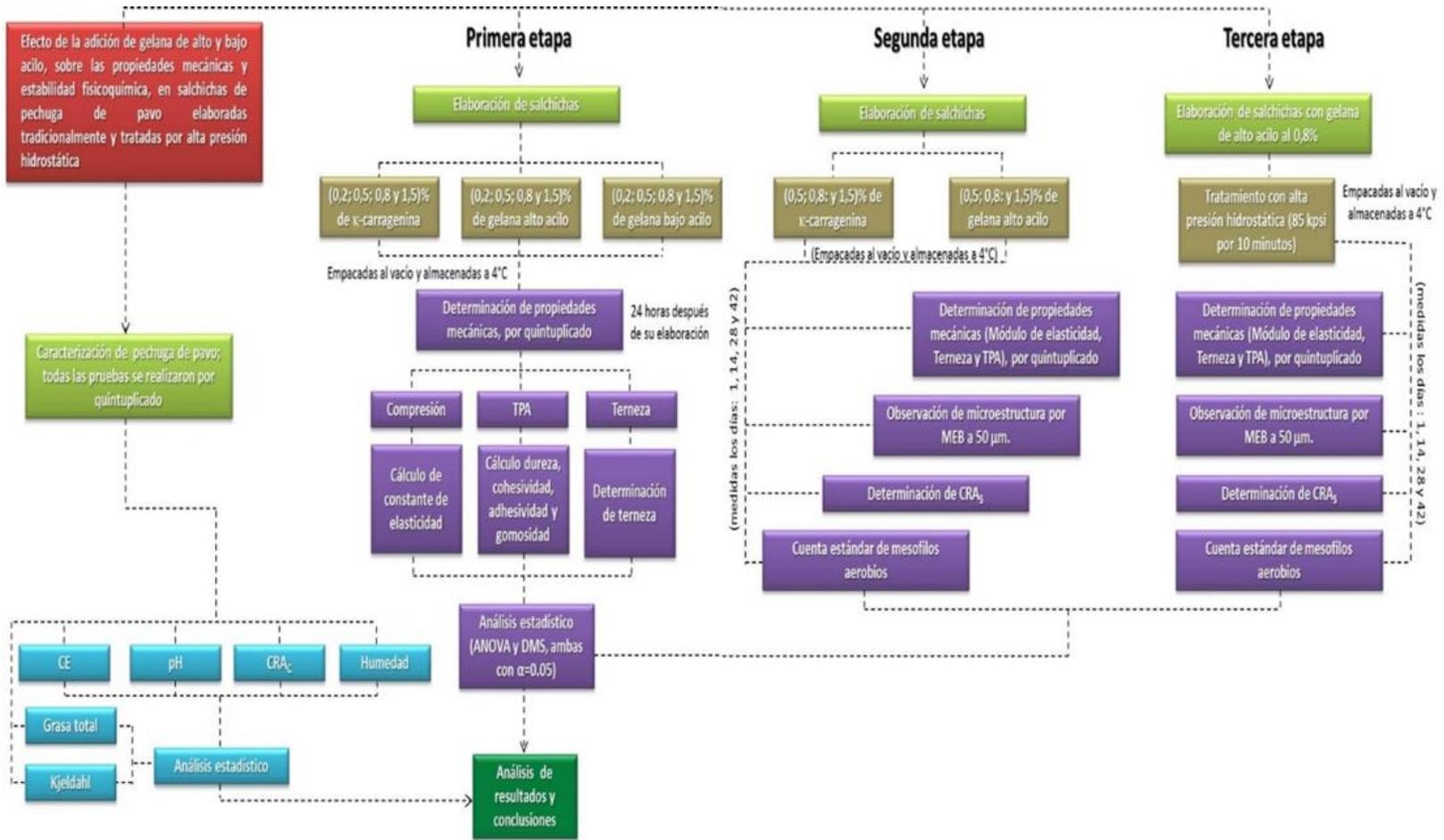


Figura 5. Estructura de: (a) gelana de alto acilo y (b) gelana de bajo acilo (Ishwar et al., 2007).

3 Metodología

La Figura 6 muestra el esquema general de la metodología usada en este estudio.

Figura 6. Esquema de bloques de la estrategia experimental.



3.1 Caracterización de la pechuga de pavo

3.1.1 Determinación de humedad

La determinación de humedad en la pechuga de pavo, se realizó mediante el método oficial AOAC 950.46, con una estufa eléctrica (Aparatos de Laboratorio, HCF-45, México). La determinación se hizo por quintuplicado.

3.1.2 Determinación de grasa total

La determinación de grasa total en la pechuga de pavo, se realizó mediante el método oficial AOAC 991.36. El contenido graso se expresó en g de grasa total/100 g de pechuga de pavo. La determinación se hizo por triplicado.

3.1.3 Determinación de proteína total

La determinación de proteína total en la pechuga de pavo, se realizó mediante el método oficial AOAC 2001.11. El contenido proteínico se expresó como g de proteína total/100 g de pechuga de pavo; el factor de conversión de nitrógeno a proteína utilizado para el cálculo fue de 6.25 (Nielsen, 1998). La determinación se hizo por triplicado.

3.1.4 Determinación de la capacidad de retención de agua en carne (CRA_C)

Se colocaron 5 g de pechuga de pavo molida a - 5°C en un tubo de centrifuga con 8 mL de disolución de NaCl 0.6 mol/L. Posteriormente, el tubo con la disolución se agitó durante un minuto, se colocó en un baño con hielo (~ 1 °C) durante 30 minutos, se agitó por un minuto y se centrifugó (centrífuga Hermle Labortechnik, Z200Z, Alemania) a 2500 rpm, durante 30 minutos. Finalmente, se decantó el sobrenadante, se midió el volumen de la disolución de NaCl no retenido, y se expresó dicho valor en mL de disolución retenida/100 g de pechuga de pavo (SAGARPA, 2011). La determinación se hizo por quintuplicado.

3.1.5 *Determinación de la capacidad emulsionante (CE)*

Se molieron, en una licuadora doméstica (Sunbeam, 869-18M, México), 25 g de pechuga de pavo a -5 °C con 100 mL de disolución de NaCl 1.0 mol/L, hasta obtener una pasta. Enseguida se tomaron 12.5 g de dicha pasta, a los que se adicionaron 37.5 mL de NaCl 1.0 mol/L a 5 °C, y mezcló en la licuadora durante 5 minutos a velocidad baja. Finalmente, con una bureta se añadió aceite de soya comercial (Nutrioli®, México), con la licuadora funcionando hasta que no se incorporara más aceite a la pasta de carne. La CE se expresa como mL de aceite de soya emulsionado por gramo de pechuga de pavo (Fennema, 2010). La determinación se hizo por quintuplicado.

3.1.6 *Medición de pH*

La medición de pH se realizó con un potenciómetro (Orion, 420A, USA); para ello se mezclaron 10 g de pechuga de pavo con 100 mL de agua destilada. La medición se realizó por quintuplicado.

3.2 *Preparación de salchichas*

Para la elaboración de las salchichas, se utilizó pechuga de pavo deshuesada y sin piel, adquirida con un proveedor local de carnes de ave ubicado en el mercado de San Juan en la Ciudad de México. La carne fue mantenida en hielera y almacenada a - 5 °C hasta su uso. La investigación se realizó en tres etapas. En la primera se elaboraron 12 lotes de salchichas; cada lote estuvo formado por un paquete con 25 piezas preparadas a diferentes concentraciones de los hidrocoloides de estudio: gelana de alto y de bajo acilo. En la segunda etapa, se elaboraron 6 lotes de salchichas a diferentes concentraciones de κ -carragenina y gelana de alto acilo; cada lote estuvo formado por ocho paquetes con 30 salchichas. En la tercera etapa, se elaboró un solo lote de 12 paquetes con 9 salchichas a fin de someter el producto a un tratamiento por alta presión hidrostática (3.3. *Tratamiento por alta presión hidrostática*).

Las dimensiones promedio de cada salchicha en todas las etapas de la investigación fueron de 3.5 cm de largo por 2.0 cm de diámetro. La formulación porcentual utilizada para la elaboración de cada lote de salchichas se muestra en la Tabla 1, y las especificaciones de cada componente en el Apéndice D.

Tabla 3. Fórmula base de salchichas.

Ingrediente	Contenido (%)
Pechuga de pavo	60
Agua potable a 5 °C	29
Almidón modificado (Waxy)	8
Cloruro de sodio	2.5
Tripolifosfato de sodio	0.5
Sal de cura (96 g NaCl: 4g NaNO ₂)	0.015
Ácido ascórbico	0.029

En la primera etapa, se elaboraron salchichas con gelana de alto y de bajo acilo en concentraciones de 0.2, 0.5, 0.8 y 1.5%. Las pruebas realizadas en esta etapa fueron compresión, terneza y TPA (Propiedades Mecánicas); las mediciones se hicieron a las 24 horas de preparadas las salchichas.

En la segunda etapa, se elaboraron salchichas con gelana de alto acilo y de κ-carragenina en concentraciones de 0.2, 0.5, 0.8 y 1.5%, y las pruebas realizadas fueron *cuenta en placa de bacterias mesófilas aerobias, análisis de la microestructura por microscopia electrónica de barrido, capacidad de retención de agua y propiedades mecánicas*. La evaluación de los parámetros se realizó los días: 1, 14, 28 y 42; sin embargo, para el día 1 no se realizaron las *mediciones de textura instrumental*, debido a que los datos correspondientes fueron obtenidos de la primera etapa de esta investigación.

En la tercera etapa, se elaboraron salchichas con 0.8% de gelatina de alto acido, se sometieron a un tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) por 10 minutos, y se realizaron las pruebas de *cuenta en placa de bacterias mesófilas aerobias, análisis de la microestructura por microscopia electrónica de barrido, capacidad de retención de agua y propiedades mecánicas*. La evaluación de los parámetros se realizó los días 1, 14 y 42. Todas las concentraciones de hidrocoloide citadas anteriormente se formularon con respecto a la cantidad de carne y agua empleada en la formulación mostrada en la Tabla 1. El proceso de elaboración de las salchichas se describe a continuación:

La pechuga de pavo fue troceada en cubos de aproximadamente 1 cm, los cuales fueron molidos en un molino helicoidal manual (Westmark Meatmincer®, Alemania). La carne molida se mezcló manualmente con NaCl, NaNO₂, ácido ascórbico, tripolifosfato de sodio y una tercera parte del agua a 5°C hasta homogeneidad total. Enseguida se agregó el resto de los ingredientes con otra tercera parte del agua a 5°C y se mezcló manualmente durante aproximadamente 5 minutos hasta conseguir una pasta uniforme. La última parte del agua a 5°C, se agregó dos minutos más tarde de la segunda adición. Posteriormente, la pasta fina fue pasada a través del molino helicoidal, dos veces, para posteriormente embutirla en una funda de colágeno de calibre 18 (FARBE, México) previamente hidratada a 20°C durante 5 minutos; la funda embutida fue atada y cocida en un baño de calentamiento (Brookfield AMETEK, Brookfield, USA) a temperatura constante de 78°C hasta que el centro geométrico de las salchichas fuera de 75°C por 20 minutos. Una vez transcurrido ese tiempo, las salchichas se sumergieron en un baño de agua con hielo a 4°C hasta alcanzar una temperatura en el centro geométrico de 20°C; se removió la funda, se envasó al vacío y se almacenó a 4°C hasta la realización de las pruebas pertinentes (ver Figura 7). El control de la temperatura de las salchichas se llevó a cabo con un termistor (COLE-PARMER, 8502-16, USA), colocado en el centro geométrico de una de las salchichas.

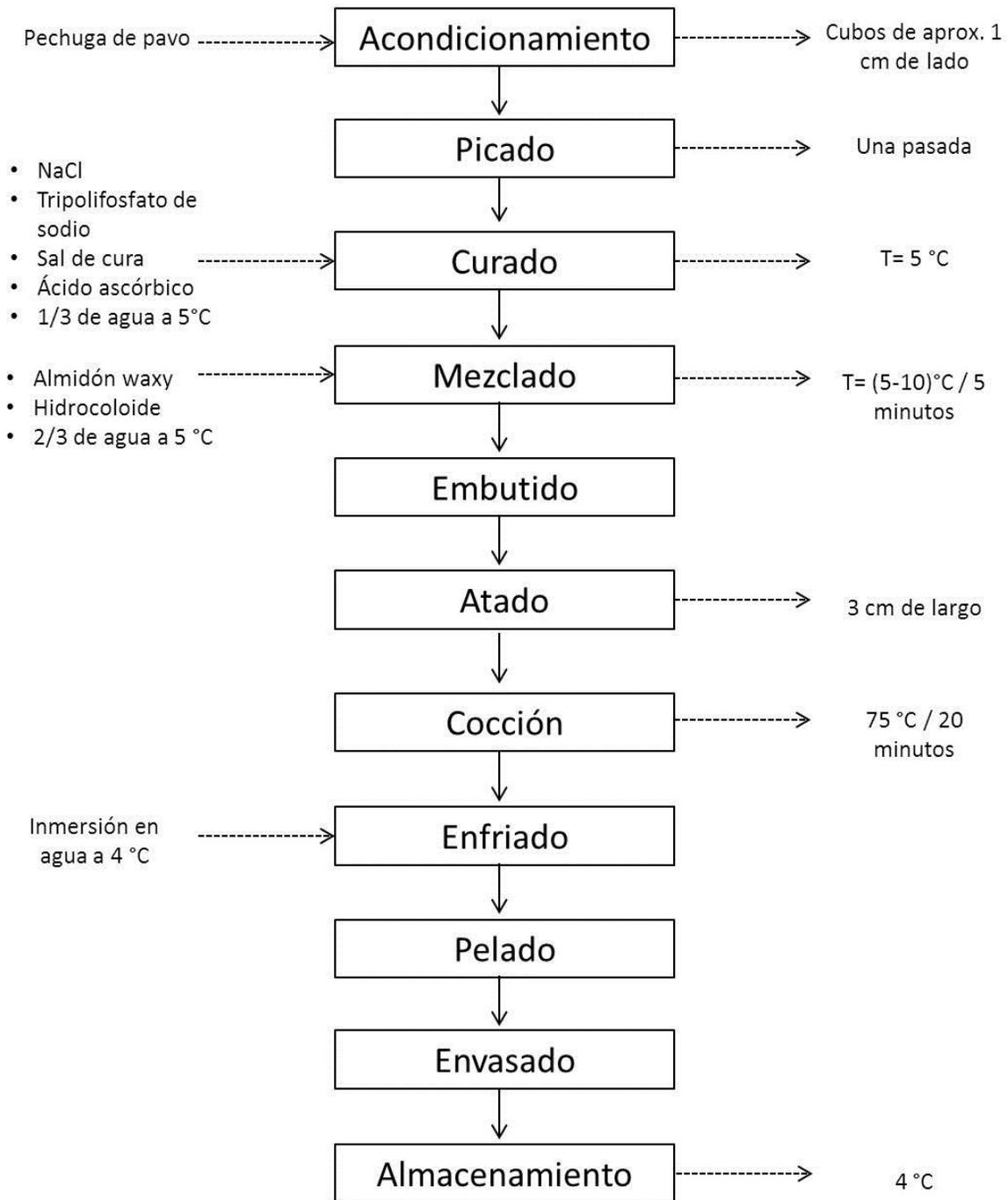


Figura 7. Diagrama de bloques de elaboración de salchichas.

3.3 Tratamiento por alta presión hidrostática

Una vez envasado el producto al vacío, el lote elaborado en la tercera etapa de la investigación fue sometido a un tratamiento por alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante diez minutos. Posteriormente, el producto se almacenó a 4 °C hasta la realización de las pruebas pertinentes.

3.4 Pruebas en salchichas

3.4.1 Medición de la capacidad de retención de agua (CRA_s)

La determinación de la CRA_s, se realizó mediante centrifugación a 8 000 rpm durante 30 minutos a 4 °C (centrifuga marca Sorvall modelo RC-5B Refrigerated con rotor SS-34, SRC, USA). Para ello, se colocó una salchicha completa, previamente pesada, en el sistema que se muestra en la Figura 8, se centrifugó y se volvió a pesar. La CRA_s se calculó con ayuda de la Ecuación 1, la medición se realizó por cuadruplicado.

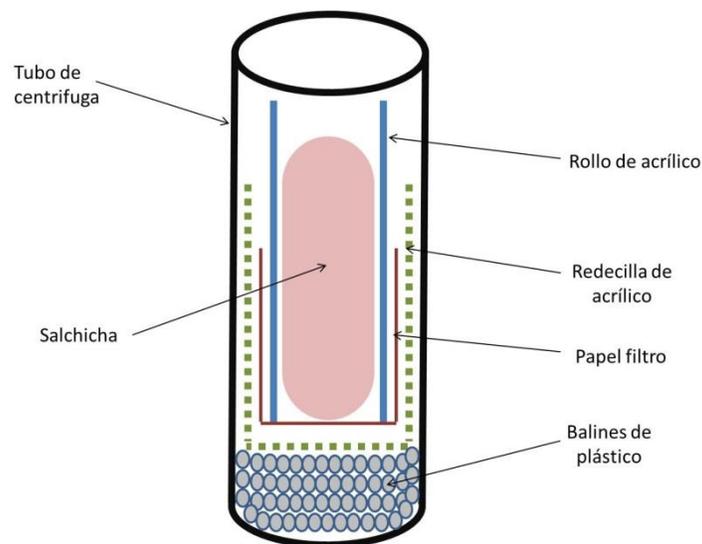


Figura 8. Sistema para medir la capacidad de retención de agua en salchichas (CRA_s).

$$CRA_S = \frac{\text{masa de salchicha (g) despues de centrifugar}}{\text{masa de salchicha (g) antes de centrifugar}} * 100$$

Ecuación 1. CRA_s

3.4.2 Análisis de la microestructura por microscopia electrónica de barrido

Para obtener la micrografía por microscopia electrónica de barrido, se cortó un cilindro de la parte central longitudinal de una salchicha, con una altura no mayor a 2 mm, del cual se obtuvo una nueva muestra en forma de paralelepípedo de aproximadamente 5 mm de largo y ancho, y 2 mm de altura (región central). En seguida, se colocó la muestra sobre una tira de carbono conductor y se observó a 50 μm (20 kV, JEOL 5900-LV).

En el análisis de las imágenes de la Figura 9 se observó que todas las micrografías presentaban dos tipos de cámaras, i.e., espacios libres entre cadenas de la red de gelificación, uno de mayor tamaño (Cámara A) y otro más pequeño (Cámara B); y que éstos tendían a presentar una geometría elíptica, razón por la que se decidió calcular el área de cada cámara. Para este fin, se eligieron un total de 20 cámaras (10 para cada caso), y los valores se analizaron estadísticamente, con el fin de detectar posibles cambios en el tamaño de la cámara durante el almacenamiento a 4°C.

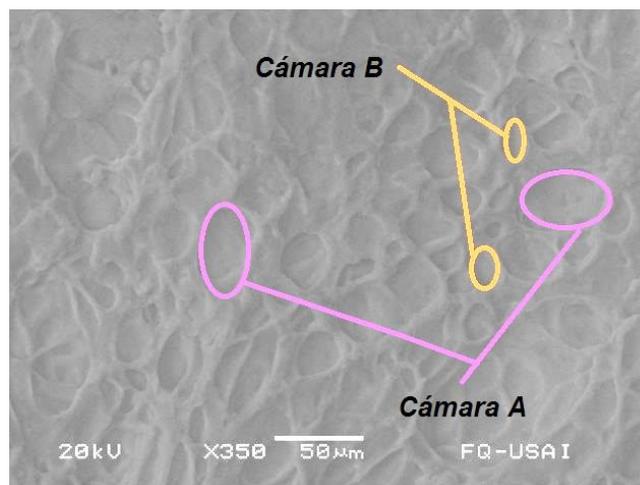


Figura 9. Micrografía de salchicha de pechuga de pavo.

3.4.3 *Propiedades mecánicas*

3.4.3.1 *Módulo de elasticidad*

Esta determinación se realizó en una máquina de pruebas mecánicas (MTS, SINTECH 1/S, USA). Para ello se emplearon muestras de geometría cilíndrica con 2.0 cm de diámetro (d) y 2.0 cm de altura (l_0), obtenidas de la región central de diferentes salchichas. Las muestras se sometieron a una deformación de 175% con una sonda cilíndrica de 2.5 cm de diámetro y una velocidad (v) de 30 mm/minuto. La medición de la fuerza aplicada sobre la muestra se realizó con una celda de carga de 100 N nominales. Las mediciones se hicieron por quintuplicado.

El módulo de elasticidad se obtuvo de la pendiente de la zona lineal inicial de la curva esfuerzo verdadero (σ_v) contra deformación de Hencky (ϵ_H), Figura 10, que fue construida a partir de los valores de Fuerza (F) y Tiempo (t), obtenidos con la máquina de pruebas mecánicas.

Las ecuaciones empleadas para obtener el módulo de elasticidad, también conocido como módulo de Young, se muestran en la Tabla 4, donde σ representa la razón de la fuerza F de compresión para cualquier tiempo t sobre el área A de la sección transversal de la salchicha calculada a partir de su diámetro d , y l la longitud de la salchicha para cualquier tiempo t durante la compresión.

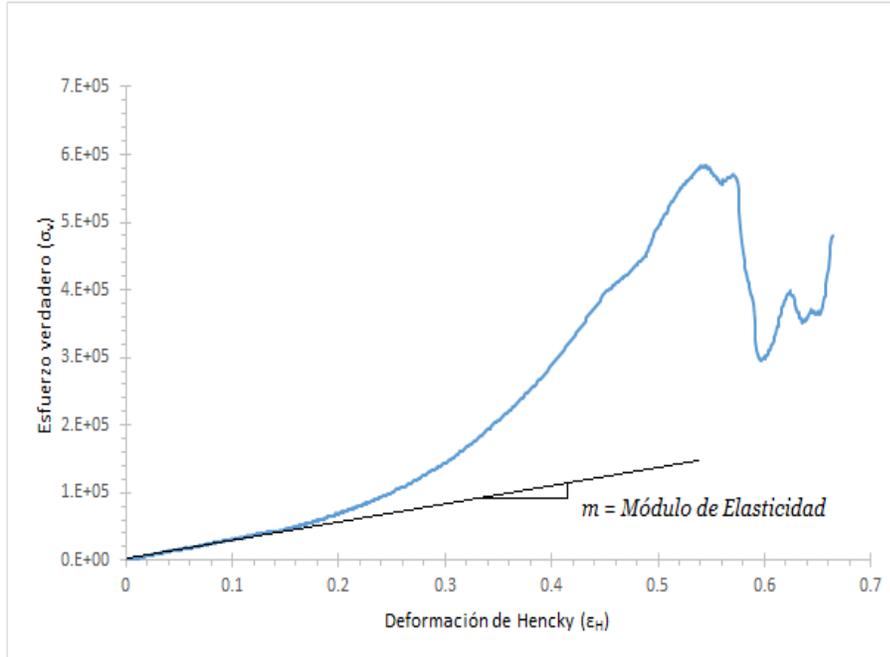


Figura 10. Curva de esfuerzo verdadero (σ_v) en función de la deformación de Hencky (ϵ_H) para obtener módulo de elasticidad.

Tabla 4. Ecuaciones usadas para trazar la curva esfuerzo verdadero en función de la deformación de Hencky.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Ecuación 2. Esfuerzo verdadero

$$l = l_0 - (v * t)$$

Ecuación 3. Longitud de compresión

$$e = -\frac{l-l_0}{l}$$

Ecuación 4. Deformación de Cauchy

$$\sigma_v = \sigma(1 + e)$$

Ecuación 5. Esfuerzo verdadero

$$\epsilon_H = \ln(1 + e)$$

Ecuación 6. Deformación de Hencky

3.4.3.2 Terneza

En esta prueba se emplearon muestras de salchicha de geometría cilíndrica con un diámetro y altura promedio de 2.0 y 3.5 cm, respectivamente; obtenidas de la región central de diferentes salchichas. Se utilizó la misma máquina de pruebas con una celda de carga de 100 N, acondicionada con una cuchilla Warner-Bratzler. La velocidad con la que se efectuó la prueba fue de 180 mm/minuto. El parámetro determinado en esta prueba fue la resistencia al corte, expresado en N, y se obtuvo a partir de la curva Fuerza en función del Tiempo, como se muestra en la Figura 11. Las mediciones se hicieron por quintuplicado.

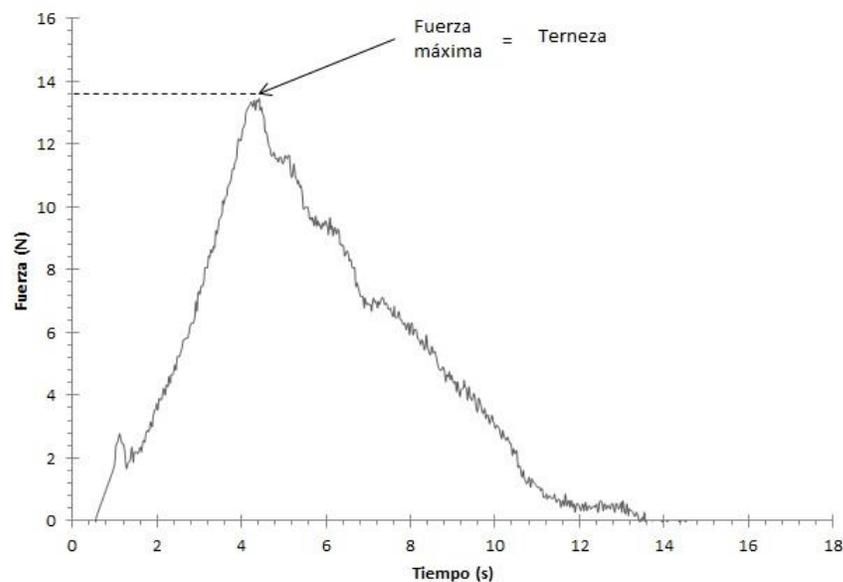


Figura 11. Determinación de la terneza a partir de curva fuerza en función del tiempo, obtenida con la máquina de pruebas mecánicas.

3.4.3.3 Análisis del Perfil de Textura (TPA por sus siglas en inglés)

En esta prueba se emplearon muestras de salchicha con geometría cilíndrica de diámetro y altura promedio de 2.0 cm, que se obtuvieron de

la región central de diferentes salchichas. Las muestras se sometieron a una deformación de 50% con una sonda cilíndrica de 2.5 cm de diámetro en dos ciclos de compresión a una velocidad de 30 mm/minuto. La medición de la fuerza aplicada sobre la muestra se realizó con una celda de 100 N. Las mediciones se hicieron por quintuplicado. Los parámetros determinados con esta prueba fueron dureza, cohesividad, adhesividad y gomosidad.

El cálculo de estos parámetros se realizó con la construcción de la curva fuerza en función de tiempo, con ayuda del software Qtiplot 0.9.8.3, de acuerdo con la Figura 12.

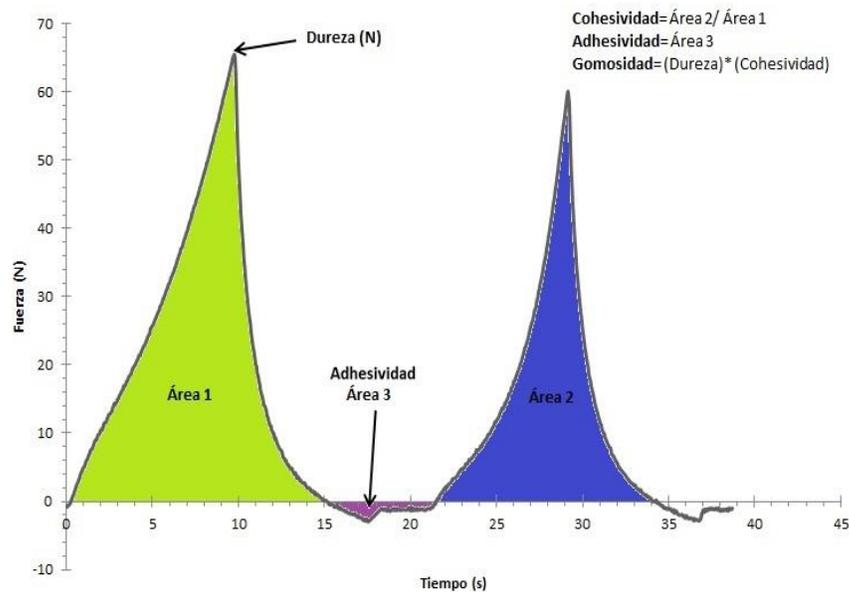


Figura 12. Determinación de los parámetros de TPA a partir de la curva de fuerza en función del tiempo, obtenida con la máquina de pruebas mecánicas.

3.4.3.4 *Análisis microbiológico: Cuenta en placa de bacterias mesófilas aerobias*

La cuenta en placa de bacterias mesófilas aerobias se realizó homogeneizando 10 g de muestra con 90 mL de agua peptonada al 0.1% en un homogeneizador Stomacher® durante 60 segundos a velocidad normal, todo en condiciones asépticas, posteriormente se hicieron diluciones decimales (hasta 10^{-4}), se inoculó y sembró por extensión 1.0 mL de cada dilución en cajas de Petri estériles con agar cuenta estándar (DIBICO, México), se incubó a 37°C durante 24 horas, y se contaron las placas que tuvieron entre 25 a 250 colonias. El resultado se expresó como UFC/g de salchicha, de acuerdo con la NOM-092-SSA1-1994. La determinación se hizo por duplicado.

3.4.3.5 *Análisis estadístico*

Los resultados fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con $\alpha = 0.05$, y con una prueba de diferencia mínima significativa de Fisher (DMS), $\alpha = 0.05$. Dicho análisis se realizó con el software Minitab 17.1.0 (MINITAB, 2013). Para la primera y tercera etapa de la investigación, el ANOVA realizado fue de dos vías con interacción, mientras que para la segunda fue de tres. Los detalles del análisis estadístico se muestran en los apéndices A, B y C.

4 Resultados y discusión

4.1 Caracterización de la pechuga de pavo

Para conocer y entender mejor el comportamiento de la gelana de alto y de bajo acilo en las salchichas, se hizo un análisis químico proximal (AQP), se midió la capacidad de retención de agua en carne (CRA_C), la capacidad de emulsión (CE) y el pH en la pechuga de pavo fresca. La Tabla 5 muestra los resultados obtenidos en dicha caracterización.

Tabla 5. Caracterización de la pechuga de pavo empleada para la elaboración de las salchichas.

Parámetro	Valor promedio
Humedad (%)	72.70 ± 0.33
Grasa (%)	6.1 ± 2.31
Proteína (%)	21.2 ± 4.29
CRA _c , mL de disolución retenida en 100 g de pechuga de pavo	65.2 ± 3.32
CE, mL de aceite de canola emulsionado por gramo de pechuga de pavo	57 ± 0.38
pH	5.96 ± 0.57

Con base en los resultados mostrados en la Tabla 5, en particular con el de pH 5.96 ± 0.57, es posible clasificar a la pechuga utilizada como “carne normal”, pues por definición tiene una buena CRA y una humedad mínima de 70%, lo que la hace ideal para la fabricación de salchichas (Girard, 1991), según se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Tipos de carne y sus usos (Girard, 1991).

Propiedades	Tipo de carne		
	Pale, Soft, Exudative	Normal	Dark, Firm, Dry
Color	Claro	Normal	Oscuro
pH	< 5.6	5.6-6.2	> 6.2
CRA	Mala	Buena	Buena
Aptitud de uso			
Jamón cocido Extra	No	Sí	Sí
Jamón cocido Estándar	Sí	Sí	Sí
Embutidos (Salchicha)	En combinación con carne normal	Sí	En combinación con carne normal

4.2 Primera etapa

4.2.1 Propiedades mecánicas

4.2.1.1 Módulo de elasticidad

La Figura 13 muestra los módulos de elasticidad promedio en kilopascal (KPa) de las salchichas de pechuga de pavo elaboradas con diferentes concentraciones porcentuales de gelana de alto acilo (GAA), gelana de bajo acilo (GBA) y κ -carragenina (κ -car).

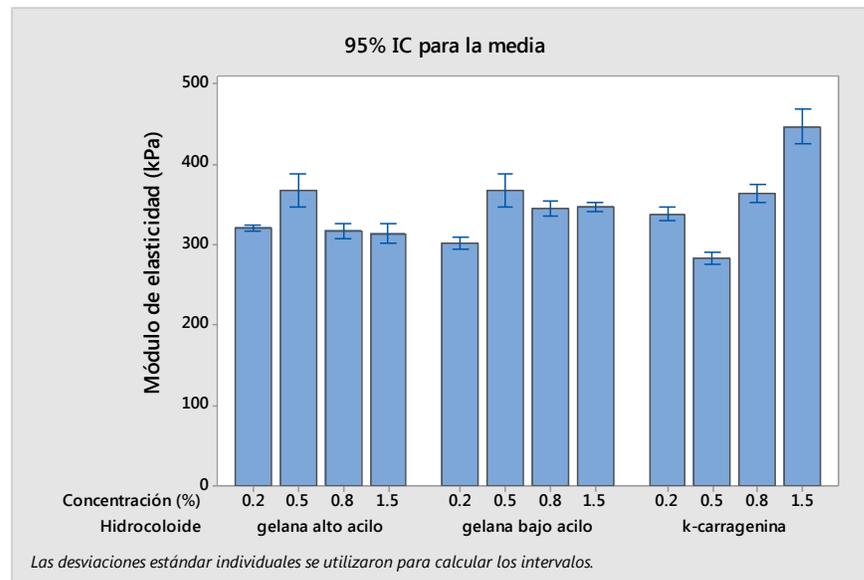


Figura 13. Comportamiento del módulo de elasticidad (KPa) en salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de gelana de alto acilo, gelana de bajo acilo y κ -carragenina, almacenadas a 4 °C durante 24 horas.

El análisis estadístico del Apéndice A.1, muestra que las salchichas elaboradas con κ -carragenina (κ -car) tuvieron, en la mayoría de los casos, los módulos de elasticidad más altos, excepto para la concentración de 0.5%; pues a en este caso las salchichas elaboradas con gelana de alto acilo (GAA), presentaron el mayor módulo y las de κ -

carragenina el menor. Los módulos de elasticidad más bajos para las diferentes concentraciones de estudio los presentaron los polisacáridos GBA, κ -car, GAA y GAA, respectivamente (Tabla 7).

Tabla 7. Módulo de elasticidad en salchichas de pechuga de pavo, en función de los hidrocoloideos de estudio.

Concentración del hidrocoloide (%)	Hidrocoloide que produce el módulo de elasticidad	
	Más alto	Más bajo
0.2	κ -car	GBA
0.5	GAA	κ -car
0.8	κ -car	GAA
1.5	κ -car	GAA

En general, se observó que las salchichas elaboradas con GAA presentaron el mismo módulo de elasticidad, independientemente de la concentración usada, excepto cuando se utilizó 0.5%. Para la GBA, se observó que el módulo de elasticidad era igual cuando dicho hidrocoloide se empleaba a: a) 0.2 ó 0.5%, y b) 0.8 ó 1.5%. Entre gelanas, se observó que cuando las salchichas se elaboraban a concentraciones inferiores, por debajo de 0.7%, las de GAA presentaron los mayores módulos de elasticidad y, por arriba de esa concentración, las salchichas que contenían GBA presentaron los mayores módulos.

4.2.1.2 *Terneza*

La Figura 14 muestra los valores promedio de la terneza expresada en newton (N), de las salchichas elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de GAA, GBA y κ -car.

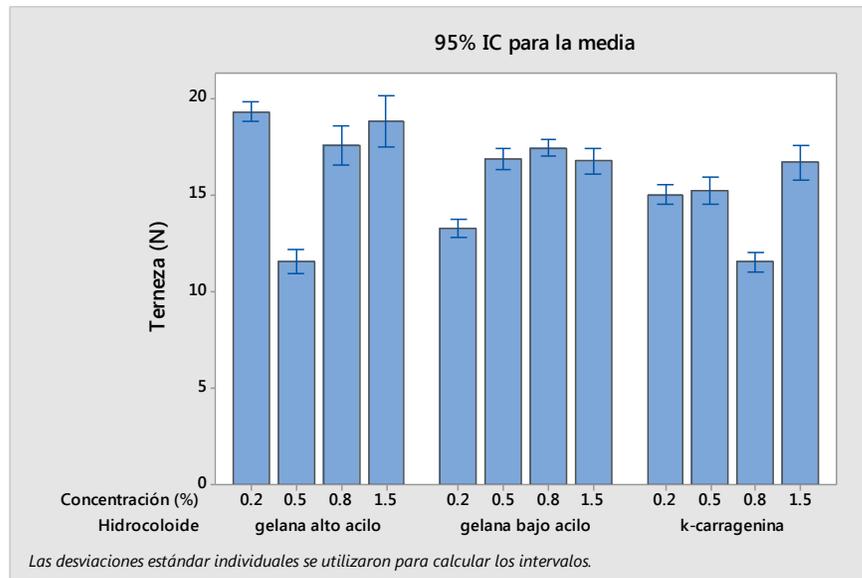


Figura 14. Comportamiento de la terneza (expresada en newton) en salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de gelana de alto acilo, gelana de bajo acilo y κ -carragenina, almacenadas a 4 °C durante 24 horas.

El análisis estadístico del Apéndice A.2, mostró que los valores más altos de terneza se consiguieron casi siempre con la GAA, excepto cuando ésta se empleó al 0.5%. Por otra parte, se encontró que la terneza de las salchichas elaboradas con κ -car entre 0.8 y 1.5% era las más baja de todas, ver Tabla 8. También se observó que las salchichas elaboradas con GAA al 0.5%, mostraron una terneza más baja a la esperada con base en el comportamiento presentado por las salchichas elaboradas a otras las concentraciones de este polisacárido.

Además, se observó que las salchichas elaboradas a partir de 0.5% de GBA tienden a presentar una terneza constante. Para la κ -car, el valor más alto de terneza se obtuvo con 1.5% de hidrocoloide y el más bajo con 0.8%. Finalmente, se observó que al agregar 0.2 y 0.5% de κ -car, el valor de terneza en las salchichas fue el mismo.

Tabla 8. Terneza en salchichas de pechuga de pavo en función de los hidrocoloides de estudio.

Concentración del hidrocoloide (%)	Hidrocoloide que produce la terneza:	
	Más alta	Más baja
0.2	GAA	GBA
0.5	GBA	GAA
0.8	GAA y GBA	κ -car
1.5	GAA	GBA y κ -car

4.2.1.3 *Análisis de Perfil de Textura (TPA)*

Los resultados de las pruebas de TPA en las salchichas de pechuga de pavo se presentan en las Figuras 15 a 18. El análisis estadístico para cada parámetro del TPA, se presentan en los Apéndices del A.3 al A.6.

4.2.1.3.1 *Dureza*

Cuando se usó 0.5% de κ -car o 0.5% GAA, se observó que se obtenían valores de dureza similares; lo mismo ocurrió con 0.8% de κ -car o de GBA. Asimismo, cuando se empleó 1.5% de cualquiera de los tres hidrocoloides, se obtuvieron valores de dureza similares entre las gelanas, o iguales, entre las gelanas y la κ -car. Por otra parte, cuando se utilizó 0.2 ó 1.5% de κ -car, se obtuvieron valores de dureza semejantes, lo cual también ocurrió con 0.5 y 0.8% de GAA, y con 0.2 y 0.8% de GBA.

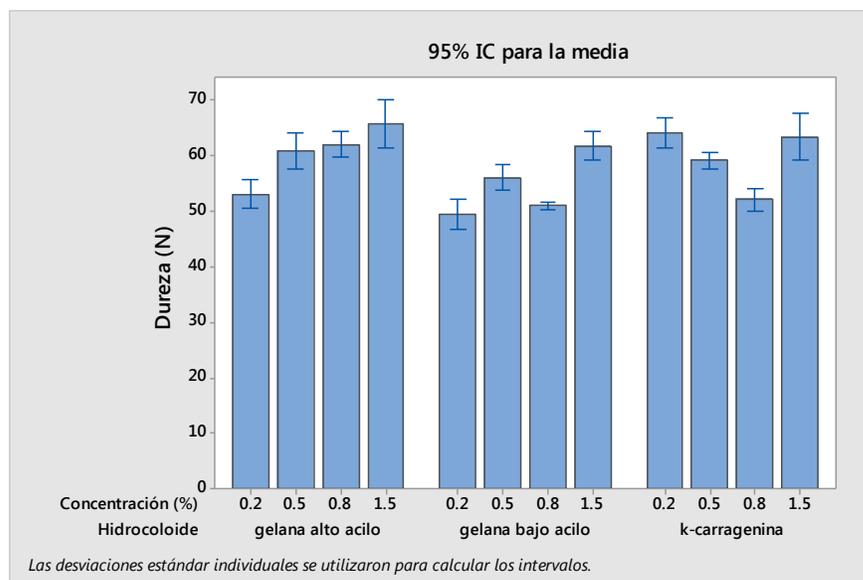


Figura 15. Comportamiento de la dureza (expresada en newton) en salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de gelana de alto acilo, gelana de bajo acilo y κ -carragenina, almacenadas a 4 °C durante 24 horas.

Es importante resaltar que la dureza conseguida con la GAA, fue siempre más alta que la obtenida con la GBA, y que, para ambas gelanas, la dureza mostró una tendencia a aumentar con la concentración de dichos hidrocoloides. Los niveles más altos y los más bajos de dureza para las diferentes concentraciones estudiadas, se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Dureza en salchichas de pechuga de pavo en función de los hidrocoloides de estudio.

Concentración del hidrocoloide (%)	Hidrocoloide que produce la dureza:	
	Más alta	Más baja
0.2	κ -car	GBA
0.5	κ -car y GAA	GBA
0.8	GAA	GBA y κ -car
1.5	κ -car y GAA	GBA y κ -car

4.2.1.3.2 Cohesividad

La cohesividad es un parámetro de suma importancia, pues suele ser un buen indicador de las interacciones intermoleculares entre los constituyentes de la fórmula, y eventualmente, puede servir como referente para predecir la estabilidad del sistema. En general, a mayor cohesividad, mayor estabilidad, pues existen más interacciones intermoleculares entre los constituyentes de la fórmula (Sharma, 2003). De acuerdo con lo anterior, y con base en la Figura 12, se observó que con 0.2, 0.5 y 1.5% de κ -car se obtuvieron salchichas con valores de cohesividad similares, mas no estadísticamente iguales. Para las salchichas elaboradas con GAA, y con GBA se observó que se obtiene una cohesividad estadísticamente igual para concentraciones respectivas de 0.8 ó 1.5% y 0.5 ó 1.5%. Cabe destacar que las gelanas tendieron a presentar cohesividad similar en los extremos de las concentraciones estudiadas, i.e., 0.2 y 1.5%, y un comportamiento inverso para concentraciones medias de 0.5 y 0.8%, para las cuales la GBA presentó los mayores valores, y la GAA los menores. No obstante, es importante señalar que dicha tendencia no se observó para la concentración de 0.2% de GAA, ya que el valor de cohesividad obtenido experimentalmente fue mayor que el esperado, de acuerdo con la tendencia observada en la Figura 16.

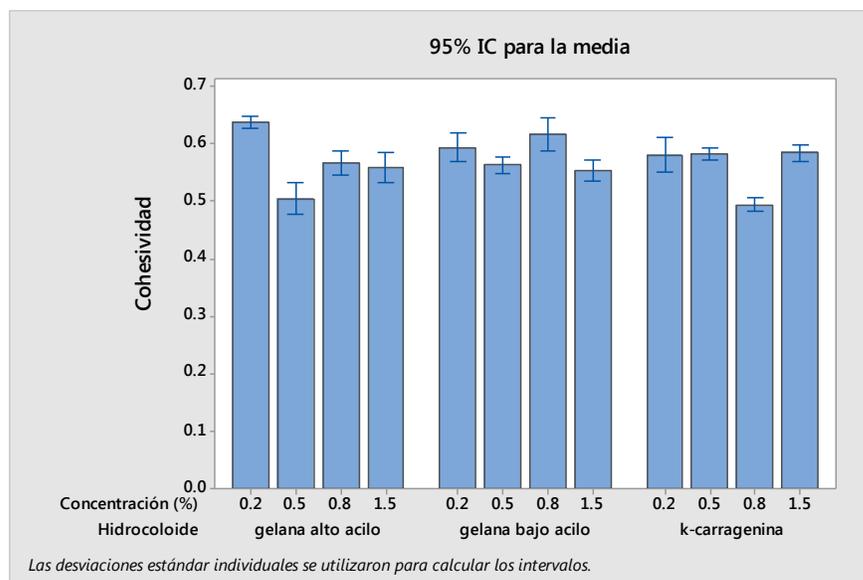


Figura 16. Comportamiento de la cohesividad en salchichas de pechuga de pavo elaboradas con diferentes concentraciones porcentuales de gelana de alto acilo, gelana de bajo acilo y κ -carragenina, almacenadas a 4 °C durante 24 horas.

Los niveles más altos, y más bajos de cohesividad para las diferentes concentraciones estudiadas, se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Cohesividad en salchichas de pechuga de pavo en función de los hidrocoloides de estudio.

Concentración del hidrocoloide (%)	Hidrocoloide que produce la cohesividad:	
	Más alta	Más baja
0.2	GAA	κ -car y GBA
0.5	κ -car y GBA	GAA
0.8	GBA	κ -car
1.5	κ -car	GAA y GBA

4.2.1.3.3 Adhesividad

Para este caso se observó un comportamiento muy variable (Figura 17). Sin embargo, las salchichas elaboradas con 0.8% de κ -car y GAA presentaron la misma adhesividad. Entre gelanas, se encontró que para concentraciones de 0.5 y 0.8% la GAA presentó los mayores valores, mientras que la GBA los menores; no obstante, con 0.2 y 1.5%, se observó un comportamiento opuesto. Es oportuno resaltar que al emplear 0.2% de GAA se registró el valor más pequeño de adhesividad para este hidrocóide, y que siguiendo la tendencia observada en la Figura 13 para concentraciones subsecuentes, cabría esperar un valor más alto en dicho parámetro, o en su defecto, uno no tan bajo.

Al igual que en los parámetros anteriores, los niveles más altos, y más bajos de adhesividad se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Adhesividad en salchichas de pechuga de pavo en función de los hidrocóides de estudio.

Concentración del hidrocóide (%)	Hidrocóide que produce la adhesividad:	
	Más alta	Más baja
0.2	κ -car	GAA
0.5	GAA	GBA
0.8	GAA y κ -car	GBA
1.5	GBA	κ -car

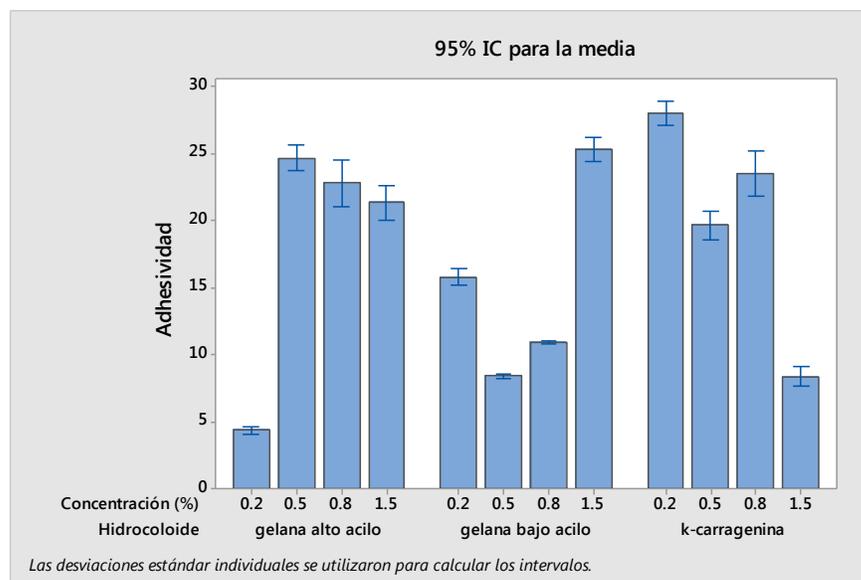


Figura 17. Comportamiento de la adhesividad en salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de gelana de alto acilo, gelana de bajo acilo y κ -carragenina, almacenadas a 4 °C durante 24 horas.

4.2.1.3.4 Gomosidad

Para la gomosidad se encontró que la κ -car tiende a ofrecer los valores más altos y la GBA los más bajos; ver Figura 18 y Tabla 12. Asimismo, se observó que cuando se empleó 0.5% de GAA o GBA, y 1.5% de GAA o GBA los valores de gomosidad fueron iguales. Por otra parte, cuando se empleó κ -car al 0.5 y 1.5%, no se encontró diferencia significativa entre los valores de gomosidad.

Tabla 12. Gomosidad en salchichas de pechuga de pavo, en función de los hidrocoloides de estudio.

Concentración del hidrocoloide (%)	Hidrocoloide que produce la gomosidad:	
	Más alta	Más baja
0.2	κ -car	GAA
0.5	GAA	GBA
0.8	GAA y κ -car	GBA
1.5	GBA	κ -car

Para las salchichas elaboradas con GAA, cuando se empleó al 0.2, 0.5 y 1.5% de dicho polisacárido, la gomosidad no mostró cambios significativos, por ende, cabría esperar que las salchichas elaboradas con 0.5% de GAA presentaran la misma tendencia, lo que no ocurrió. Entre las salchichas elaboradas con GAA y GBA, se encontró que para el 0.5 y 1.5%, la gomosidad no cambió, y que para las concentraciones 0.2 y 0.8%, las salchichas con GAA fueron las más gomosas.

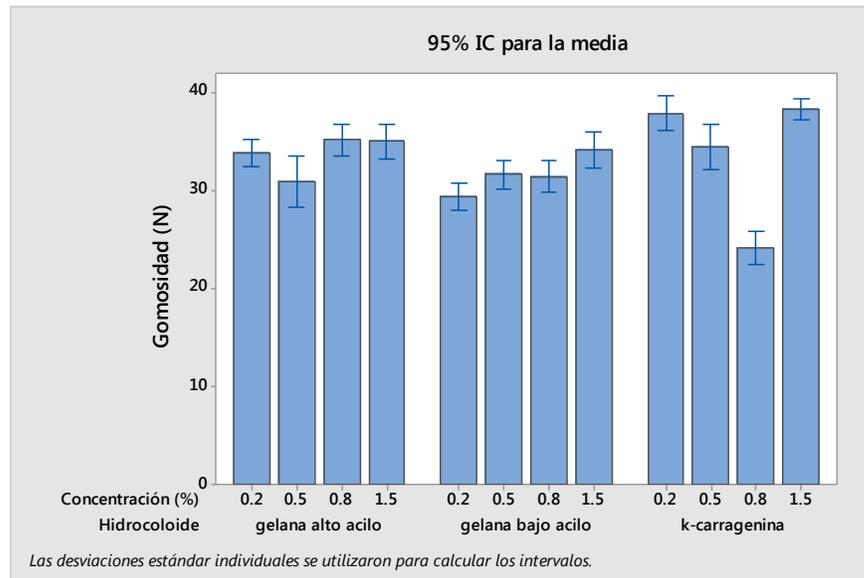


Figura 18. Comportamiento de la gomosidad (expresada en newton) en salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de gelana de alto acilo, gelana de bajo acilo y κ -carragenina almacenadas a 4 °C durante 24 horas.

Todo lo anteriormente descrito se concentra en la Figura 19, en la cual es posible observar el perfil de propiedades mecánicas de las salchichas elaboradas con los diferentes hidrocoloides para las diferentes concentraciones de estudio. Es importante señalar que para trazar dicha figura fue necesario, por cuestiones de escala, multiplicar por 100 el valor de cohesividad y dividir entre 10, 000 el valor del módulo de elasticidad, al cual se llamará en lo sucesivo “módulo”.

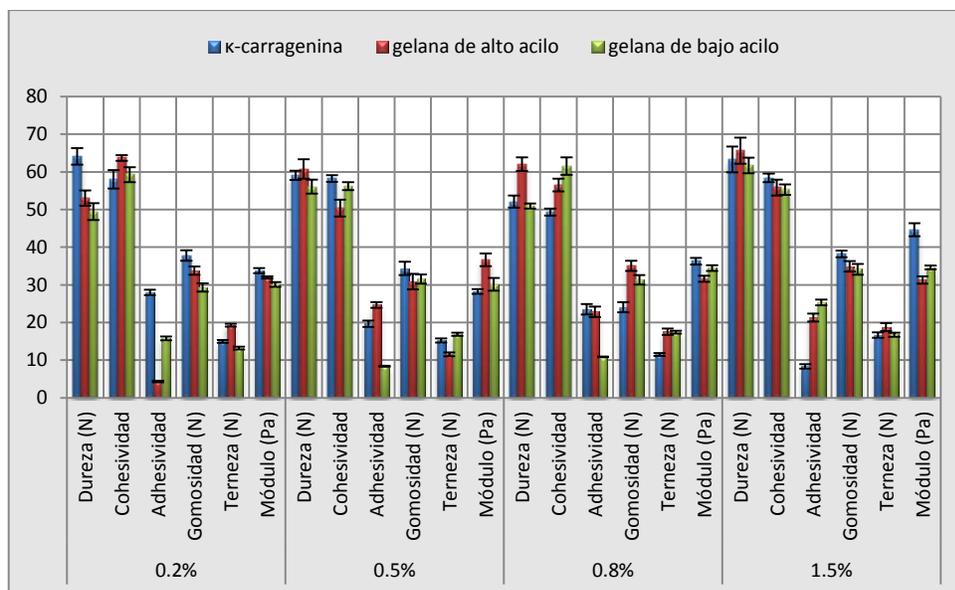


Figura 19. Comportamiento promedio de las propiedades mecánicas de salchichas de pechuga de pavo elaboradas con diferentes concentraciones de κ-carragenina, gelana de alto acilo y gelana de bajo acilo (%); medidas tras 24 horas de almacenamiento a 4 °C. Los valores de cohesividad y de módulo de elasticidad fueron multiplicados por los factores 10^2 y 10^{-4} , respectivamente, para facilitar su observación.

Tras un análisis detallado de la Figura 19, se concluyen tres hechos importantes: 1) no es posible reproducir el perfil de propiedades mecánicas de las salchichas elaboradas con κ-car como hidrocoloide estabilizador usando sólo GAA o GBA, 2) concentraciones de 0.5 y 0.8% de GAA y de 0.2% de GBA ofrecen los mejores valores de cohesividad en las salchichas de pechuga de pavo, por lo que se espera que las salchichas elaboradas con esta concentración de hidrocoloide tengan una mayor estabilidad en almacenamiento, esto es, una mejor CRA_s, directamente relacionada con la microestructura de las salchichas y con gran impacto sobre diferentes atributos sensoriales, y 3) debido al comportamiento atípico presentado por la GAA a ciertas concentraciones, se estudió más detalladamente el comportamiento de las salchichas elaboradas con este hidrocoloide (sección 4.3).

4.3 Segunda etapa

Como se mencionó en la sección 3.2, la evaluación de los parámetros evaluados en esta etapa de la investigación, se realizó durante 42 días en tiempos específicos, los días 1, 14, 28 y 42. Sin embargo, los valores de los parámetros mecánicos como el módulo de elasticidad, la terneza y el *TPA* para el día 1, se obtuvieron de la primera etapa de la investigación, mientras que la *CRA_s* y la microestructura, se midieron ese día. Los detalles del análisis estadístico se presentan en el Apéndice B.

4.3.1 Capacidad de retención de agua en salchichas (*CRA_s*)

En principio, las salchichas elaboradas con 0.8 y 1.5% de κ -car mostraron *CRA_s* equivalentes día a día y su comportamiento no mostró cambio significativo los días 1-14 y 28-42. Sin embargo, entre los días 14 y 28, la *CRA_s* se redujo aproximadamente en 0.8%. Por otra parte, las salchichas elaboradas con 0.5% de κ -carragenina mostraron que la *CRA_s* fue equivalente a la obtenida los días 14 y 28, cuando se emplea dicho hidrocoloide al 0.8 y 1.5%; mientras que los días 1 y 42 la *CRA_s* fue una unidad porcentual menor. Este comportamiento llama especialmente la atención, pues indica que la *CRA_s* para concentraciones de 0.5 y 0.8% tiende a aumentar después de 24 horas de la elaboración y alcanza un valor máximo entre el día 1 y 14, fenómeno que no se observó en las salchichas elaboradas con 1.5% de κ -car, no obstante, la *CRA_s* disminuyó para las tres concentraciones entre los días 14 y 28, siendo dicho decremento menor para la concentración de 0.5% que para la de 0.8 ó 1.5% (Figura 20).

Por otra parte, las salchichas elaboradas con GAA con las tres concentraciones evaluadas, mostraron un aumento significativo de aproximadamente una unidad porcentual en la *CRA_s* entre los días 1 y 14. Sin embargo, los valores de retención de agua para el día 14 fueron estadísticamente iguales en las salchichas fabricadas con 0.8 y 1.5%. En general, la *CRA_s* para las salchichas elaboradas con 0.8% de GAA, mostró

ser una unidad porcentual mayor que las elaboradas con 0.5%; y para ambas concentraciones la CRA_s no mostró cambio significativo a partir del día 14. Mientras tanto, las salchichas elaboradas con 1.5% de esta gelana, mostraron un decremento en la retención de agua después del día 14 y hasta el día 42, a razón aparente de 0.1% por día, lo cual representó una pérdida de poco más de 2% de agua respecto al día 14.

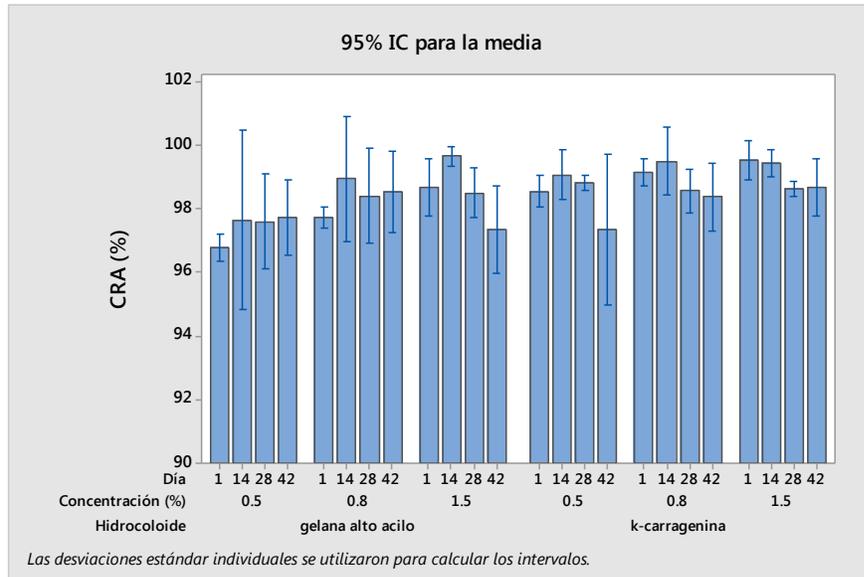


Figura 20. Comportamiento de la capacidad de retención de agua de salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C.

Finalmente, se observó que las salchichas elaboradas con 0.5 y 1.5% de κ -car presentaron valores de CRA_s mayores o iguales entre sí, dependiendo del día observado, que sus homólogos de GAA. Por otra parte, se observó que, independientemente del hidrocoloide, cuando se emplea cualquiera de las dos gomas al 0.8%, los valores de CRA_s son estadísticamente iguales a partir del día 14, y que cuando se emplea 0.8% de GAA, se obtuvieron valores de CRA_s estadísticamente iguales a los obtenidos con 0.8 y 1.5% de κ -car

después del día 1. Por tal razón, se enfatizaron estas concentraciones de GAA y κ -car en el análisis de los parámetros subsecuentes.

4.3.2 *Microestructura*

Como se mencionó en la Sección 3.4.2, la evaluación cuantitativa de la microestructura de la red de gelificación en las salchichas de pechuga de pavo se realizó calculando la superficie del espacio libre entre las cadenas de las macromoléculas de la proteína cárnica y los polisacáridos suponiendo que dicho espacio presentó una geometría elíptica. Los resultados se muestran en las Figuras 21 y 22.

4.3.2.1 *Superficie de la cámara A*

En general se observó que la superficie más grande de la cámara A se obtuvo cuando las salchichas se elaboraron con 0.5% de κ -car, mientras que las más pequeñas para ambos hidrocoloides, y para todas las concentraciones evaluadas, se presentaron con 0.8 y 1.5% de dicho hidrocoloide. Asimismo, se encontró que la superficie de la cámara A para estas dos concentraciones, no mostró cambios significativos durante los 42 días de almacenamiento, y que los valores de las superficies para estas concentraciones fueron equivalentes entre sí día a día, mientras que para las salchichas elaboradas con 0.8% de GAA, la superficie fue estadísticamente igual a las salchichas elaboradas con la misma concentración de κ -car durante los 42 días; ver Figura 21.

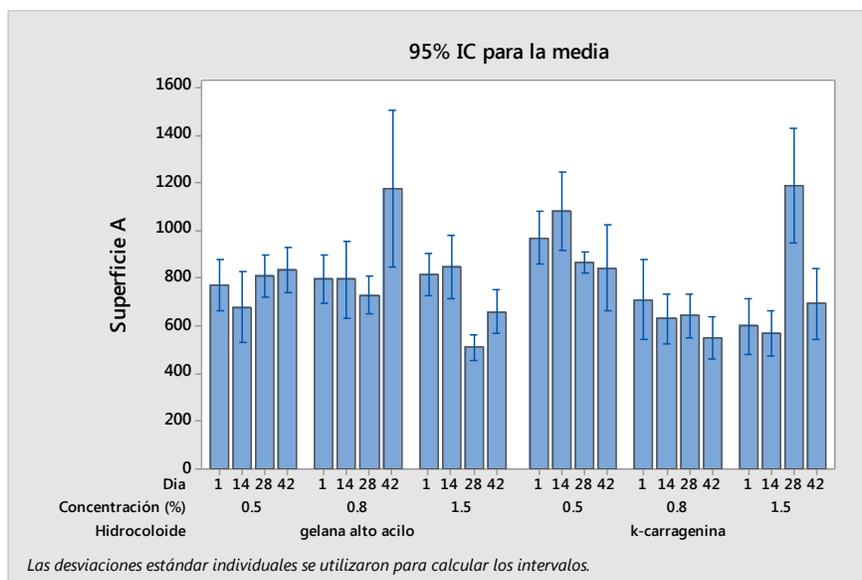


Figura 21. Comportamiento de la superficie de la cámara “A” (μm^2) de salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4°C .

4.3.2.2 Superficie de la cámara B

Para este parámetro, no se observaron cambios significativos durante el almacenamiento de las salchichas elaboradas con 0.8 y 1.5% de κ -car, así como tampoco para las que contenían 1.5% de GAA, es decir, para cada una de las salchichas preparadas a estas concentraciones la superficie de la cámara B se mantuvo sin cambios significativos durante 42 días a 4°C . De la misma manera, la superficie fue equivalente entre sí para las concentraciones e hidrocoloides mencionados. Por otra parte, las salchichas elaboradas con 0.5% de κ -car, presentaron las superficies más grandes de todas las concentraciones e hidrocoloides evaluados, y dicha superficie no mostró cambio significativo los días 1, 14 y 28, según se puede observar en la Figura 22.

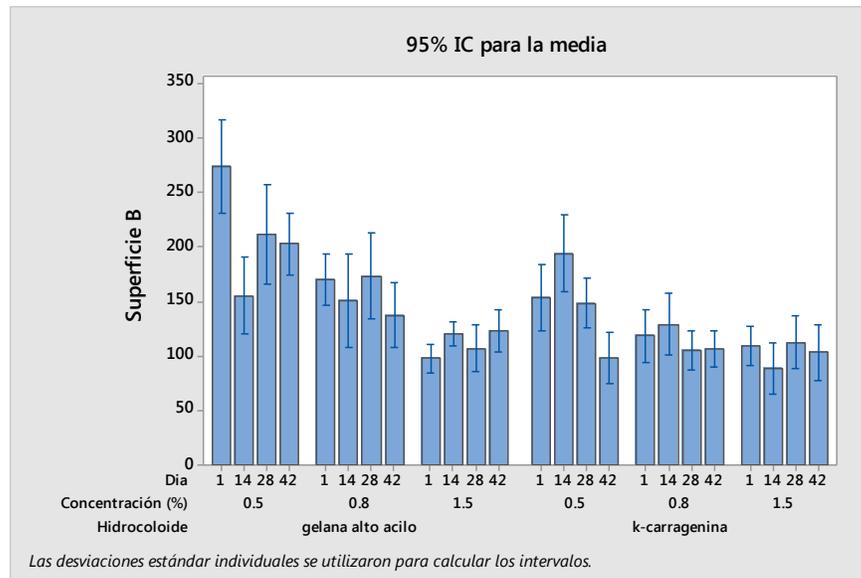
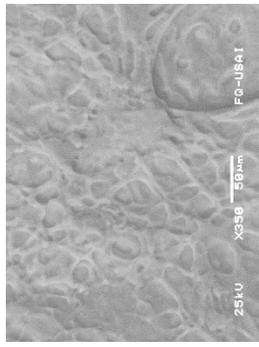
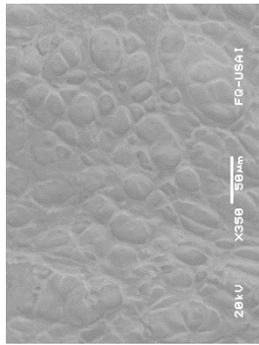


Figura 22. Comportamiento de la superficie de la cámara “B” (μm^2) de salchichas de pechuga pavo elaboradas con diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C.

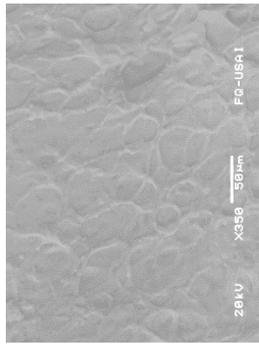
En las Figuras 23 y 24 se presentan las micrográficas de las cuales se obtuvieron los datos de las Figuras 21 y 22.



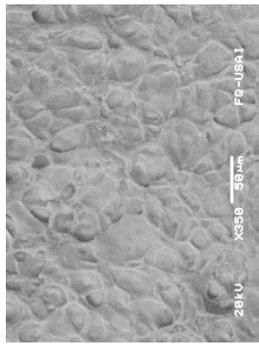
1



14

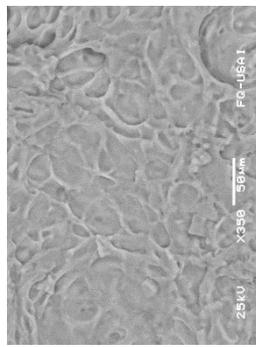


28

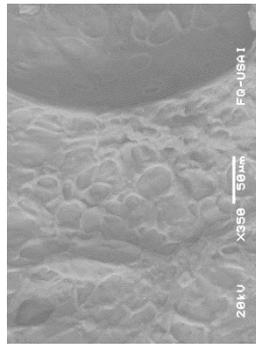


42

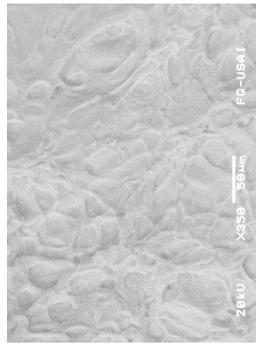
Micrografías de salchicha de pechuga de pavo con 0.5% de gelana de alto acido, observadas con microscopio electrónico de barrido.



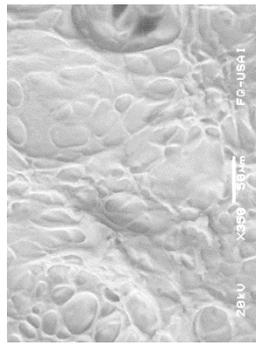
1



14

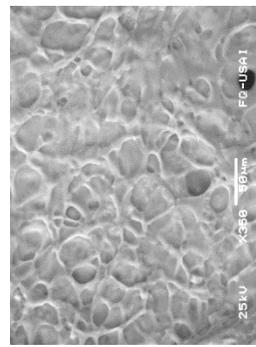


28

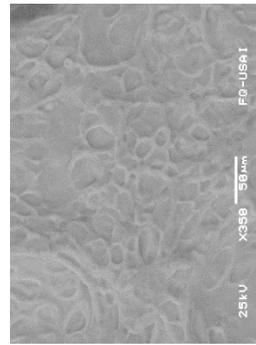


42

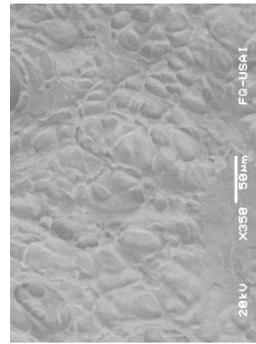
Micrografías de salchicha de pechuga de pavo con 0.8% de gelana de alto acido, observadas con microscopio electrónico de barrido.



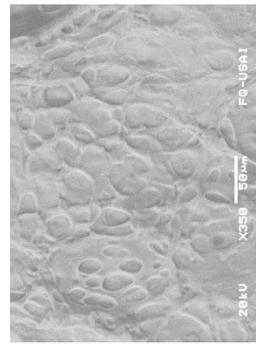
1



14



28

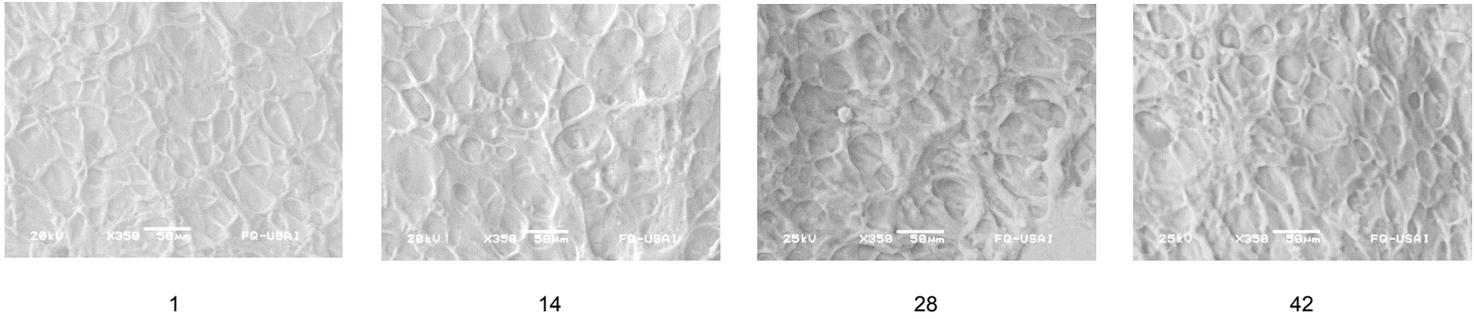


42

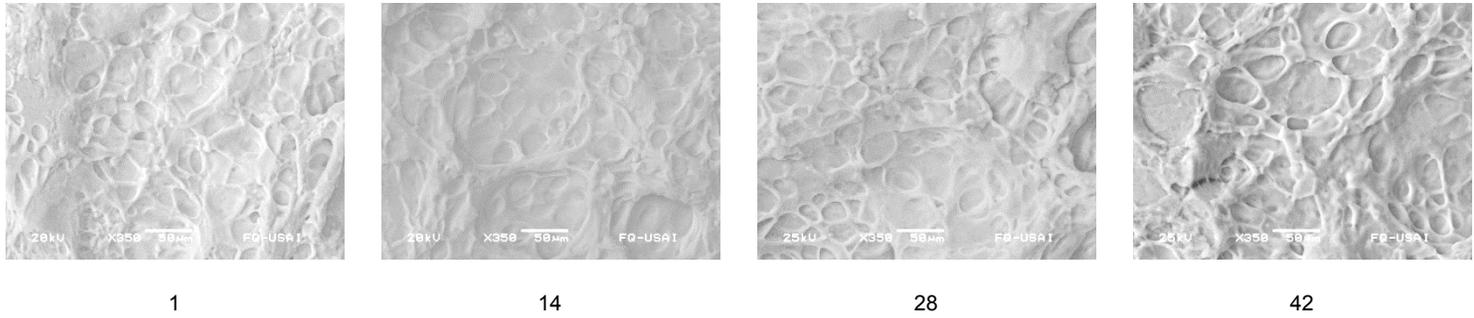
Micrografías de salchicha de pechuga de pavo con 1.5% de gelana de alto acido, observadas con microscopio electrónico de barrido.

Figura 23. Micrografías de salchichas de pechuga de pavo elaboradas con diferentes concentraciones porcentuales de gelana de alto acido, almacenadas durante 42 días a 4 °C.

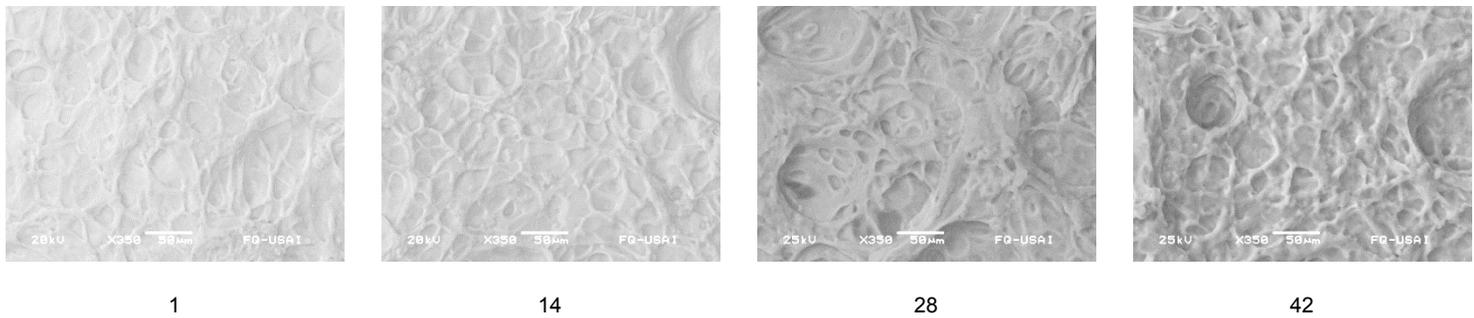
Figura 24. Micrografías de salchichas de pechuga de pavo con diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina, almacenadas durante 42 días a 4 °C.



Micrografías de salchicha de pechuga de pavo con 0.5% de κ -carragenina, observadas con microscopio electrónico de barrido.



Micrografías de salchicha de pechuga de pavo con 0.8% de κ -carragenina, observadas con microscopio electrónico de barrido.



Micrografías de salchicha de pechuga de pavo con 1.5% de κ -carragenina, observadas con microscopio electrónico de barrido.

4.3.3 *Propiedades mecánicas*

4.3.3.1 *Módulo de elasticidad*

Los resultados de las evaluaciones del módulo de elasticidad durante 42 días de almacenamiento a 4°C se presentan en la Figura 25, que permitió observar que en las salchichas elaboradas con κ -car como hidrocoloide estabilizador, el módulo de elasticidad tiende a ser mayor a medida que se incrementa la concentración de dicho polisacárido. De la misma manera, se observó que con 0.8% del hidrocoloide, los valores del módulo de elasticidad tendieron a estabilizarse en un valor medio en las cuatro evaluaciones realizadas durante los 42 días de almacenamiento a 4°C.

En las salchichas elaboradas con gelana de alto acilo, se observó una tendencia similar de incremento en los valores del módulo de elasticidad a medida que aumentaba la concentración del polisacárido. Sin embargo, este incremento fue menos marcado que el de las salchichas elaboradas con κ -car. Por otra parte, el módulo de elasticidad en el día 1 para todas las concentraciones evaluadas, fue el más alto de los 42 días de almacenamiento, y para el día 14 fue el más bajo; no obstante, para los días 28 y 42 se observó que el módulo tendía a ser el mismo. También se encontró que conforme se incrementó la concentración de GAA en las salchichas, el módulo de elasticidad mostró una tendencia a no cambiar durante los 42 días a 4°C.

Finalmente, se encontró que las salchichas elaboradas con κ -carragenina, tuvieron módulos de elasticidad más grandes que las elaboradas con gelana de alto acilo, sobre todo cuando se empleó al 0.8 o 1.5% de κ -car.

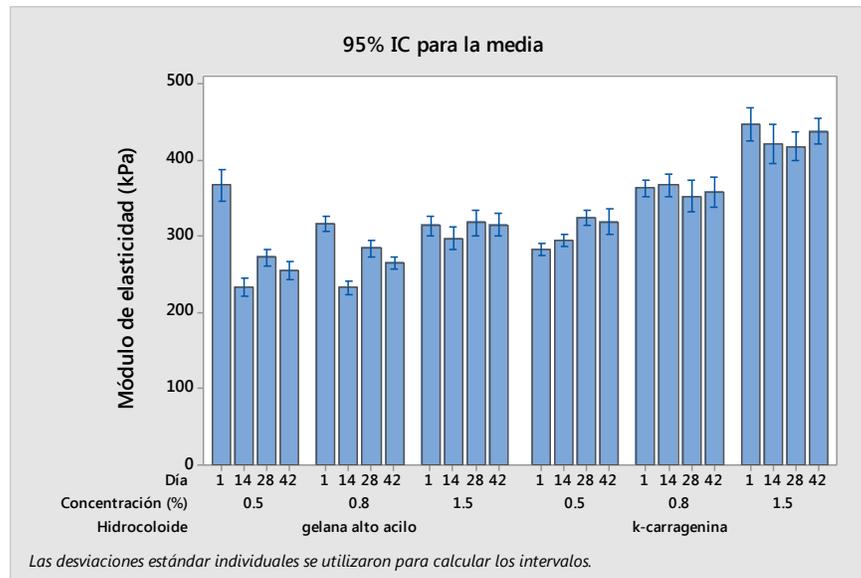


Figura 25. Comportamiento del módulo de elasticidad (KPa) de salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C.

4.3.3.2 Terneza

En la Figura 26 se observa que la terneza de las salchichas elaboradas con 0.5 y 1.5% de κ -car fue similar; sin embargo, los valores de terneza en las salchichas elaboradas con 1.5%, fueron mayores que cuando se empleó 0.5% del hidrocoloide. Este comportamiento mostró una tendencia de la terneza a disminuir con el tiempo, sin embargo, no se observó diferencia significativa los días 14 y 28, y las salchichas elaboradas con 0.8% de esta goma mostraron un aumento los días 1, 14 y 28, y posteriormente una disminución.

En las salchichas preparadas con GAA, se observó que, para las tres concentraciones evaluadas, la resistencia al corte se redujo entre 2 y 8 N del día 1 al 14, posteriormente la terneza mostró una ligera tendencia a

incrementar hacia el día 42, sin presentar cambios significativos los días 14 y 28, cuando se empleó 0.5 y 1.5% de gelana.

También se observó que una mayor concentración del polisacárido, produjo una mayor terneza. Sin embargo, la diferencia entre los valores de la terneza para las diferentes concentraciones evaluadas fue como máximo 2 N. Finalmente, cuando se empleó 1.5% de GAA, se obtuvieron valores de terneza equivalentes a los observados con 0.5% de κ -car.

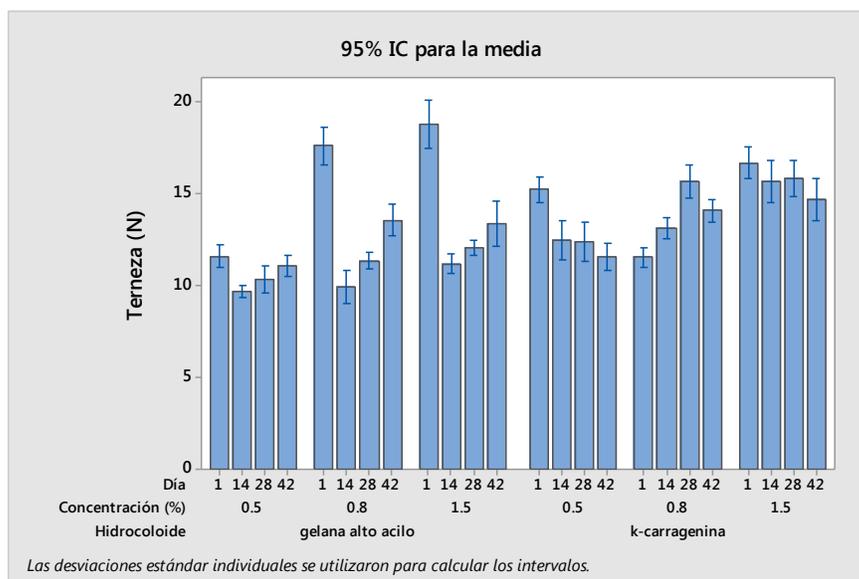


Figura 26. Comportamiento de la terneza (expresada en newton) de salchichas de pechuga elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C.

4.3.3.3 Análisis de perfil de textura (TPA)

4.3.3.3.1 Dureza

En las salchichas elaboradas con κ -carragenina, la dureza mostró una tendencia a incrementar durante el almacenamiento, cuando se emplea el

polisacárido a concentraciones de 0.5 y 1.5%. Las salchichas elaboradas con 0.5% mostraron un incremento de la dureza a partir del día 14, mientras que las preparadas con 1.5% lo presentaron a partir del día 28. No obstante, a partir de esta última fecha, las salchichas elaboradas con tales concentraciones mostraron valores de dureza iguales. Por otra parte, las salchichas fabricadas con 0.8% de este hidrocoloide mostraron valores de dureza constantes a partir del día 14; ver Figura 27.

En las salchichas preparadas con 0.5% de GAA, la dureza fue la más baja de las tres concentraciones evaluadas, y cuando se empleó al 1.5%, la más alta. La dureza en las salchichas elaboradas con 0.8%, mostró un comportamiento semejante al de las otras dos concentraciones los días 1 y 14, y la dureza de estas salchichas fue igual a la de las preparadas con 0.5%, mientras que para los días 28 y 42 la dureza fue igual a la de salchichas con 1.5%, lo cual representó un aumento de dureza superior a 25% del día 14 al 28.

Al comparar la dureza de las salchichas preparadas con κ -car y con GAA, no se encontró evidencia contundente para afirmar que alguno de los dos hidrocoloides confiere a las salchichas los valores más altos o los más bajos. Sin embargo, cuando se prepararon con 0.8% de κ -car o con 0.5% de GAA, los valores de dureza tendieron a estabilizarse, es decir, a no cambiar durante el almacenamiento a partir del día 14; no obstante, la dureza para las salchichas con carragenina a dicha concentración fue más grande que la obtenida con GAA.

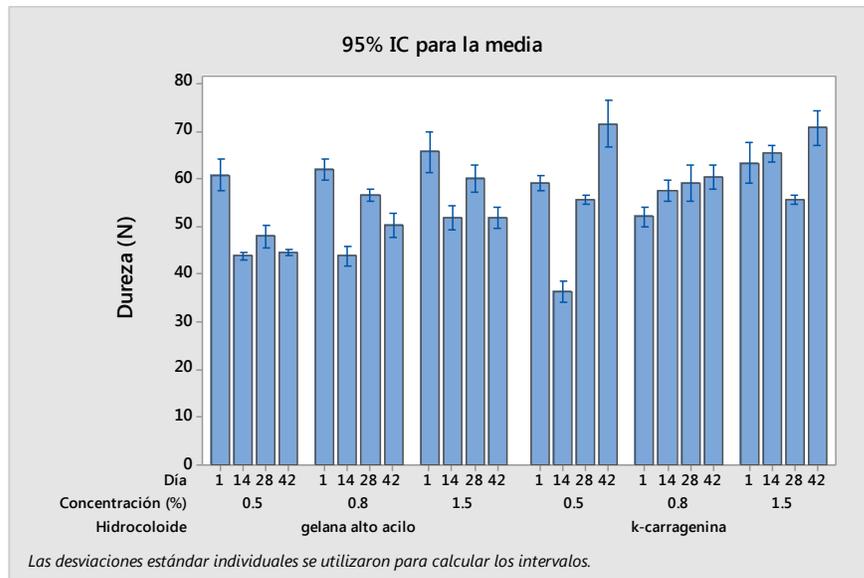


Figura 27. Comportamiento de la dureza (expresada en newton) de salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C.

4.3.3.3.2 Cohesividad

Para este parámetro se encontró que a medida que incrementó la concentración de κ -car en la elaboración de salchichas, la cohesividad mostró una fuerte tendencia a permanecer constante durante el almacenamiento, y que la cohesividad lograda con 0.8% de κ -car fue la misma que la obtenida con 1.5% de polisacárido a partir del día 14. Mientras tanto, la cohesividad de las salchichas elaboradas con 0.8% de GAA mostró una tendencia a no cambiar partir del día 14, y para las otras concentraciones el comportamiento es muy variable; ver Figura 28.

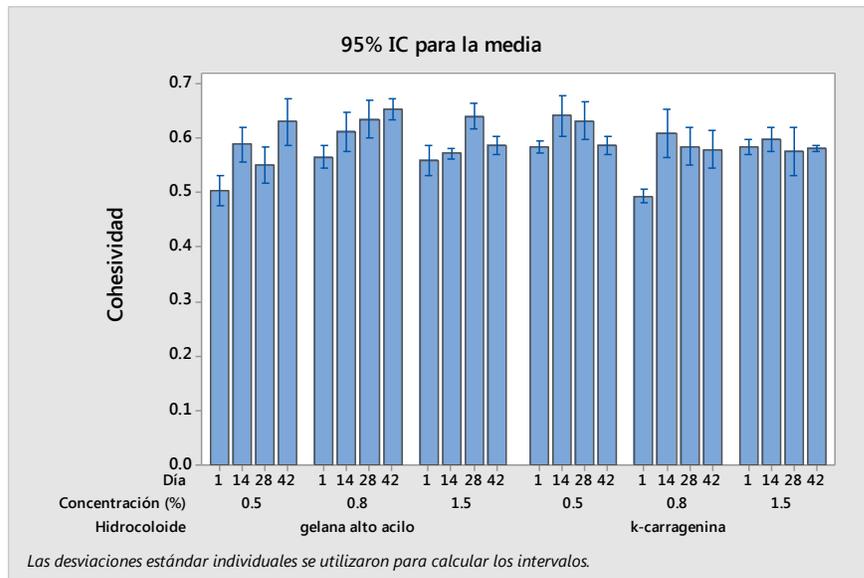


Figura 28. Comportamiento de la cohesividad de salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C.

4.3.3.3 Adhesividad

En general, tanto las salchichas elaboradas con 0.8% de κ -car y de GAA, presentaron la menor adhesividad con respecto a las otras concentraciones de cada hidrocoloide. Sin embargo, las salchichas con κ -carragenina presentaron una mayor adhesividad que las elaboradas con GAA; Figura 29.

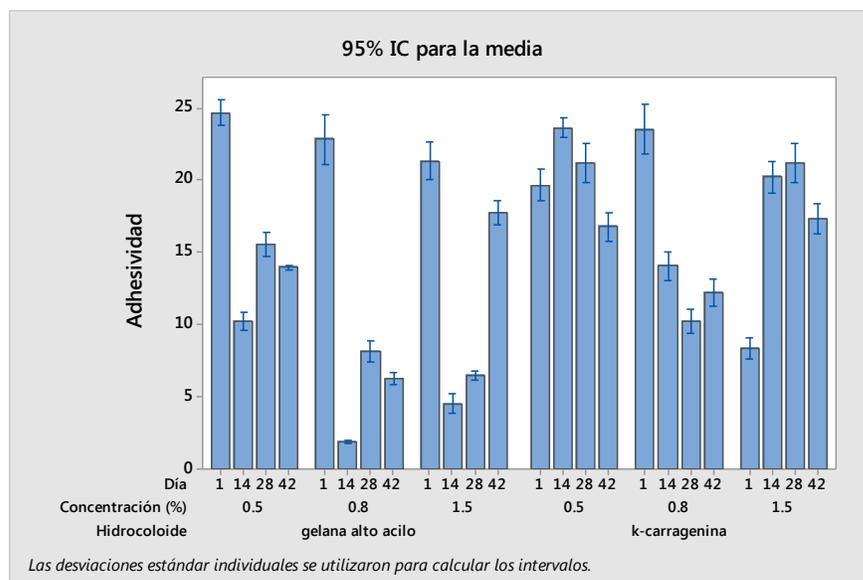


Figura 29. Comportamiento de la adhesividad de salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C.

4.3.3.3.4 Gomosidad

De acuerdo con la Figura 30, con 0.8% de κ -car la gomosidad mostró una tendencia a estabilizarse a partir del día 14, mientras que las salchichas con 0.5 y 1.5% tuvieron un incremento a partir de esa fecha.

Las salchichas con 0.5% de GGA, mostraron las gomosidades más bajas que las otras dos gomas a todas las concentraciones evaluadas. Sin embargo, dicho parámetro mostró un ligero crecimiento a partir del día 14 al 28, y se estabilizó entre los días 28 y 42.

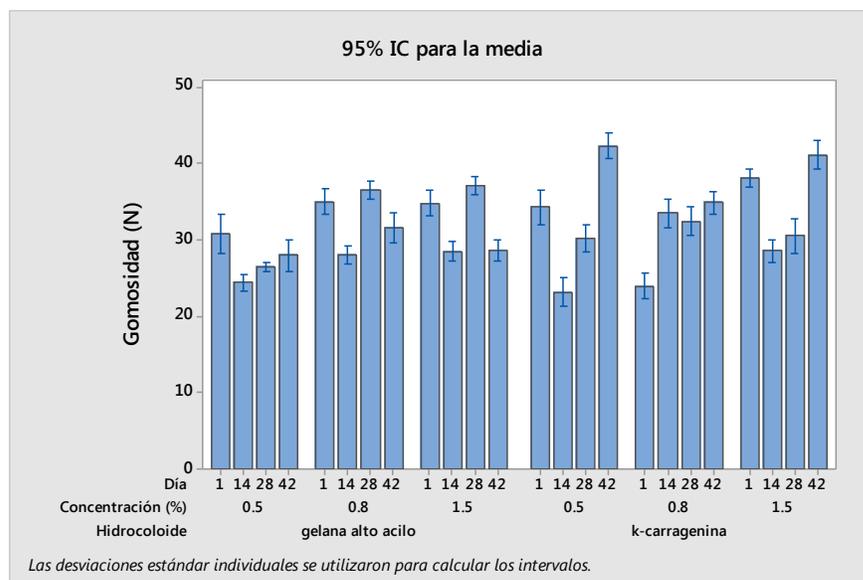


Figura 30. Comportamiento de la gomosidad (expresada en newton) de salchichas de pechuga de pavo elaboradas a diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C.

La Tabla 13 resume el comportamiento de la estabilidad de los parámetros evaluados en esta investigación con respecto al tiempo de almacenamiento a 4°C. Las salchichas elaboradas con cualquiera de las concentraciones de κ -carragenina mostraron mayor estabilidad que las preparadas con gelana de alto acilo, obteniéndose mejores resultados cuando el polisacárido se empleó al 0.8%, pues para esta concentración se obtuvo estabilidad en la CRAs, la microestructura de las cámaras A y B, el módulo de elasticidad, la dureza, la cohesividad y la gomosidad, por al menos tres evaluaciones consecutivas.

Por otra parte, se encontró que las salchichas fabricadas con 1.5% de gelana de alto acilo presentaron el mayor número de parámetros estabilizados para las diferentes concentraciones de hidrocoloide, siendo la microestructura de cámara A y B, el módulo de elasticidad, la

terneza y la cohesividad, los parámetros con mayor estabilidad por al menos dos evaluaciones consecutivas.

Tabla 13. Estabilidad en la capacidad de retención de agua, la microestructura y las propiedades mecánicas, en salchichas de pechuga de pavo almacenadas por 42 días a 4 °C.

Propiedad mecánica estabilizada	Concentración porcentual del hidrocoloide					
	κ-carragenina			gelana de alto acilo		
	0.5	0.8	1.5	0.5	0.8	1.5
CRA	***	**	**	***	***	
Cámara A	***	****		****	***	**
Cámara B		****	****	**	***	****
Módulo de elasticidad	**	****	**			**
Terneza	**		**	**		**
Dureza		***	**			
Cohesividad	**	***	****		**	**
Adhesividad						
Gomosidad		***		**		

**Estable en dos evaluaciones consecutivas

***Estable en tres evaluaciones consecutivas.

****Estable en los cuatro evaluaciones realizadas.

Finalmente, es importante señalar que, para las concentraciones ensayadas, ninguno de los dos hidrocoloides confirmó estabilidad en la adhesividad, y que, para el caso particular de la gelana de alto acilo, tampoco contribuye a la dureza.

4.3.4 Cuenta en placa de bacterias mesófilas aerobias

En general, la cuenta en placa de bacterias mesófilas aerobias para los diferentes lotes preparados fue semejante y, por lo tanto, se infiere que cualquier influencia sobre los parámetros estudiados, debió ser equivalente; ver Figura 31. No obstante, al contrastar los valores de dicha cuenta con los

límites establecidos en la NOM-213-SSA1-2002, legislación mexicana vigente de especificaciones sanitarias y métodos de prueba para productos cárnicos, se encontró que la carga microbiana para los días 1 y 14 rebasó los límites permitidos con valores de 10^4 y 6×10^3 UFC/g respectivamente, mientras que para los días 28 y 42, se mantuvo por debajo del límite.

Por otra parte, es importante mencionar que para el día 28 los lotes elaborados con 0.8 y 1.5% de κ -car y gelana de alto acilo, respectivamente, presentaron una carga microbiana superior a la de los otros lotes.

Para las salchichas elaboradas con 0.8% de κ -car no se encontró evidencia contundente de posibles efectos de la alta carga microbiana sobre los parámetros evaluados el día 28. Sin embargo, para las salchichas fabricadas con 1.5% de GAA se encontró, para el mismo día 28, que la superficie de la cámara A, la cohesividad y la CRA_s, perdieron aparentemente la estabilidad debido a la cuenta bacteriana alta. Esto pudo deberse al metabolismo microbiano, pues las bacterias pudieron utilizar como sustrato alguno de los ingredientes implicados en la red de gelificación de las salchichas, degradando parte de ésta, lo que se manifestó con un incremento de la superficie de la cámara A, lo que provocó una pérdida de agua, detectada con un decremento de la CRA_s el día 42. Dicha modificación pudo provocar cambios en las interacciones hidrofílicas e hidrofóbicas de los constituyentes de la salchicha, ocasionando con ello un cambio en la cohesividad el día 28.

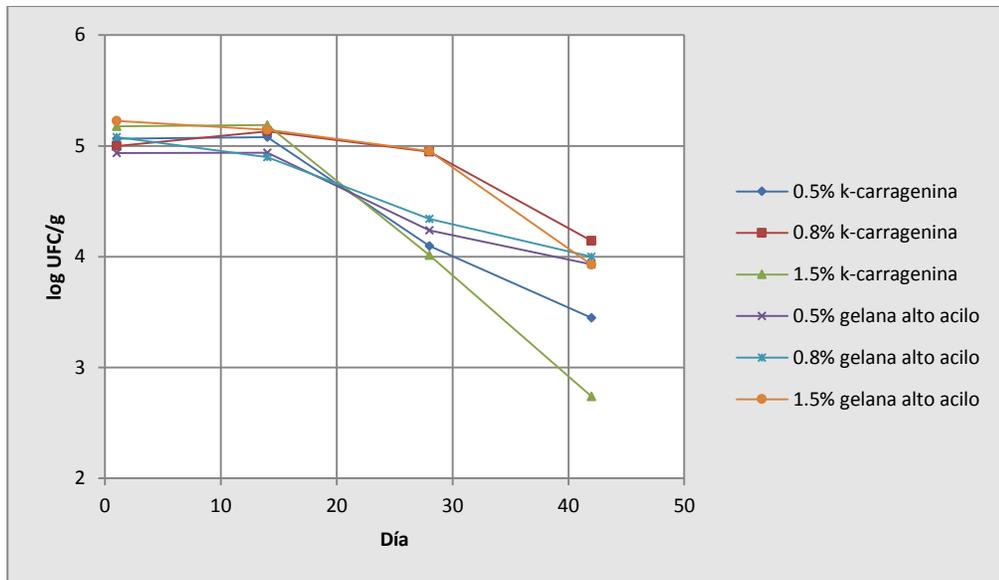


Figura 31. Comportamiento de la microbiota mesofílica aerobia en salchichas de pechuga de pavo elaboradas con diferentes concentraciones porcentuales de κ -carragenina y gelana de alto acilo, almacenadas durante 42 días a 4 °C.

4.4 Tercera etapa

En esta etapa se elaboraron salchichas con 0.8% de GAA que fueron empacadas al vacío y sometidas a un tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos. Posteriormente, los paquetes fueron almacenados a 4°C hasta su uso. La evaluación de los parámetros se realizó los días 1, 14 y 42, y se contrastó con los resultados de la segunda etapa de este trabajo. El análisis estadístico puede consultarse en el Apéndice C.

4.4.1 Capacidad de retención de agua en salchichas (CRA_S)

La CRA_S para las salchichas tratadas con alta presión hidrostática se mantuvo sin cambio significativo los días 1 y 14, presentando un valor promedio de $99.1 \pm 0.4\%$, y para el día 42 disminuyó en 1.8%. Para el lote sin tratamiento, la CRA_S pasó de $97.7 \pm 0.1\%$ a $98.6 \pm 0.1\%$ del día 1 al 14, y para el día 42 se mantuvo sin cambio significativo en el último valor; empero, para el día 14 ambos lotes presentaron la misma CRA_S ; ver Figura 32.

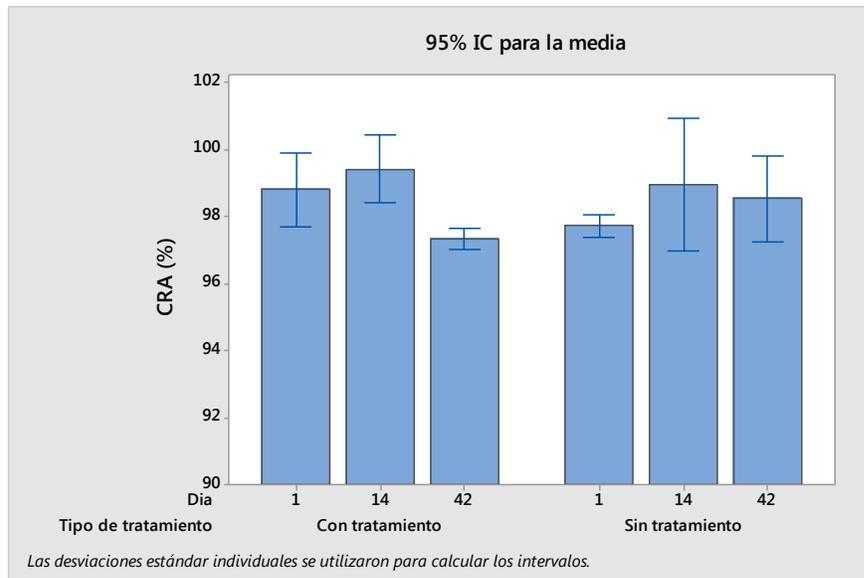


Figura 32. Comportamiento de la capacidad de retención de agua en salchichas de pechuga de pavo (CRA_S) elaboradas con gelana de alto acilo al 0.8%, tratadas con alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días.

4.4.2 Microestructura

4.4.2.1 Superficie de la cámara A

Las salchichas tratadas con alta presión hidrostática mostraron superficies de la cámara A sin cambios significativos en las tres evaluaciones, mientras tanto las salchichas sin tratamiento presentaron valores de superficie estadísticamente iguales los días 1 y 14, y para el día 42, ésta incrementó 48%; ver Figura 33.

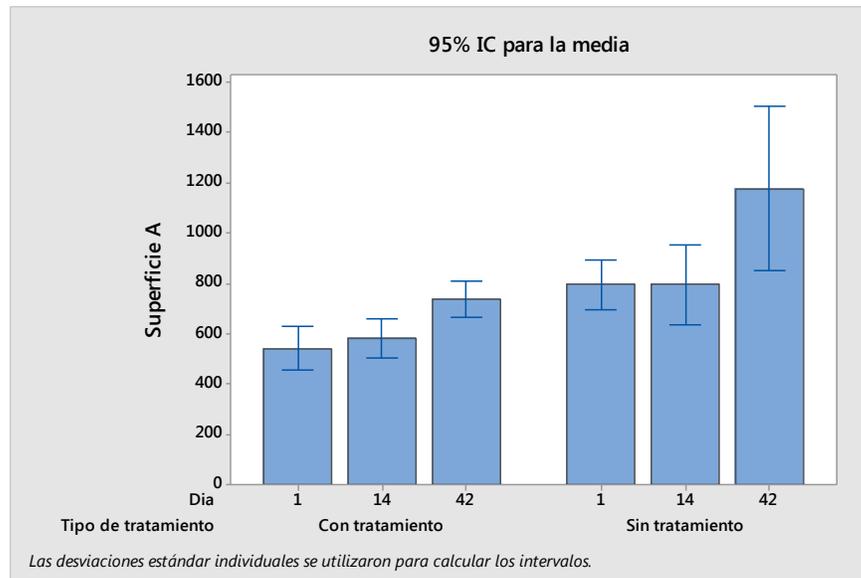


Figura 33. Comparación de la superficie de la cámara “A” (expresada en μm^2) de la red de gelificación de salchichas de pechuga de pavo elaboradas con gelana de alto acilo al 0.8%, con y sin tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días. La observación se realizó sobre una de las micrografías de la Figura 35.

4.4.2.2 Superficie de la cámara B

En la cámara B, las salchichas tratadas con alta presión hidrostática presentaron valores de superficie estadísticamente iguales entre los días 1 y 42, sin embargo, el día 14 se manifestó un decremento de 30%. Por otra parte, las salchichas sin tratamiento presentaron una tendencia a mantener la superficie de la cámara B durante las tres evaluaciones realizadas. Asimismo, las salchichas sin tratamiento de alta presión manifestaron superficies de la cámara B mayores que las de las salchichas con tratamiento, al menos los días 1 y 14; ver Figura 34.

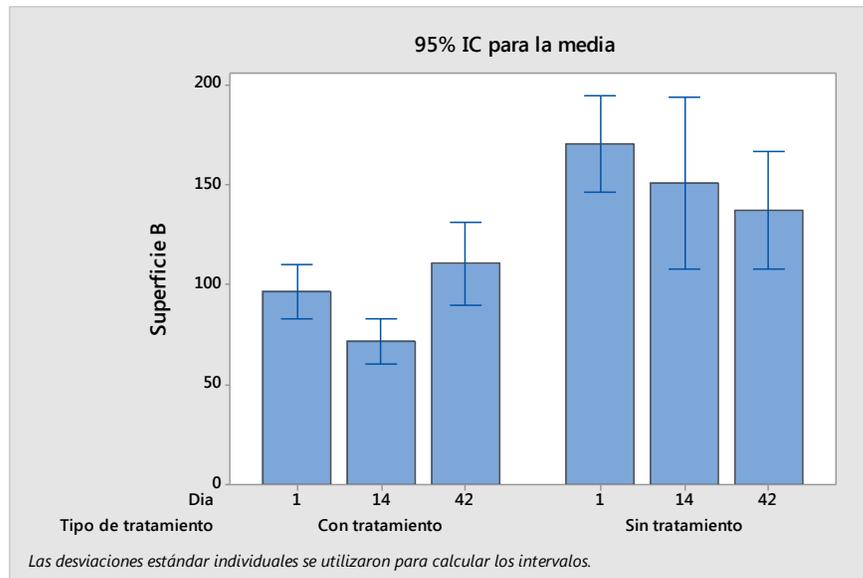


Figura 34. Comparación de la superficie de la cámara “B” (expresada en μm^2) de la red de gelificación de salchichas de pechuga de pavo elaboradas con gelatina de alto acilo al 0.8%, con y sin tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días. La observación se realizó sobre una micrografía de la Figura 35.

En la Figura 35, muestra las micrografías de las cuales se obtuvieron los datos de las Figuras 33 y 34.



Figura 35. Micrografías de salchichas de pechuga de pavo elaboradas con gelatina de alto acilo (0.8%), con y sin tratamiento de alta presión hidrostática y almacenadas 42 días a 4 °C.

4.4.3 *Propiedades mecánicas*

4.4.3.1 *Módulo de elasticidad*

Al someter las salchichas al tratamiento de alta presión hidrostática, el módulo de elasticidad mostró una tendencia a ser igual en las tres evaluaciones, a diferencia de las salchichas sin tratamiento. Asimismo, se encontró que éstas presentaron valores más pequeños; ver Figura 36.

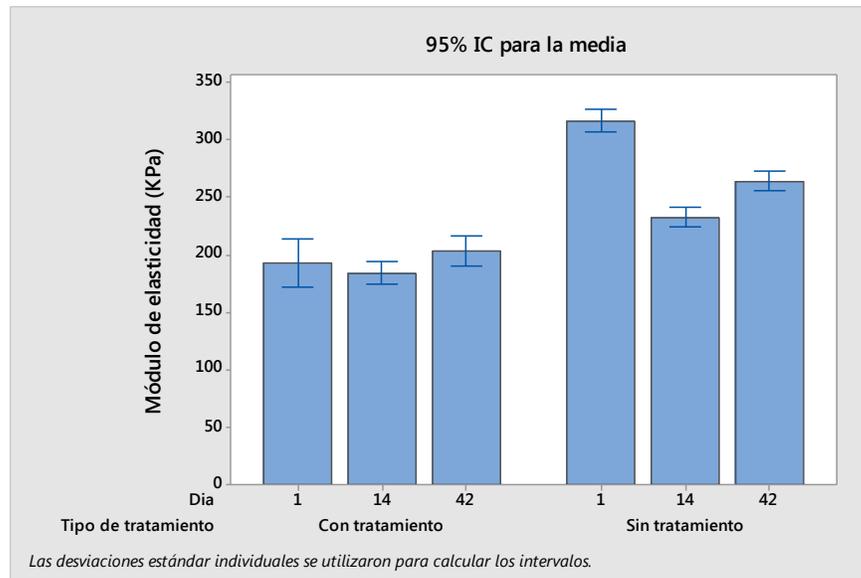


Figura 36. Comportamiento del módulo de elasticidad (KPa) en salchichas de pechuga de pavo elaboradas con gelatina de alto acilo al 0.8% con o sin tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días.

4.4.3.2 Terneza

Al igual que ocurrió con el módulo de elasticidad, las salchichas tratadas con alta presión hidrostática mostraron valores de terneza equivalentes durante las tres evaluaciones, y dichos valores también fueron más pequeños que el de las salchichas tratadas; ver Figura 37.

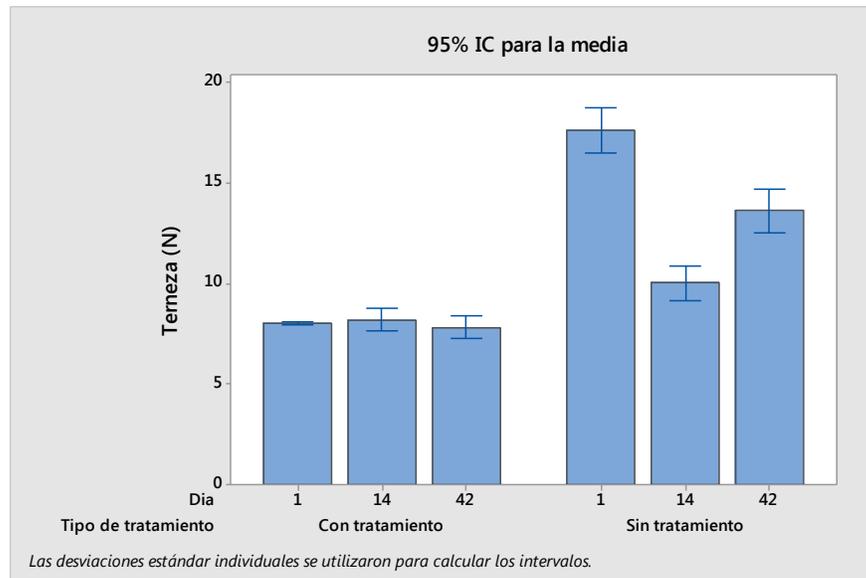


Figura 37. Comportamiento de la terneza (expresada en newton) en salchichas de pechuga de pavo elaboradas con gelatina de alto acilo al 0.8%, con o sin tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días.

4.4.3.3 *Análisis de perfil de textura (TPA)*

4.4.3.3.1 *Dureza*

Con respecto a la dureza, ambos lotes presentaron comportamientos similares y los valores fueron dependientes del tiempo. Sin embargo, las salchichas con tratamiento siempre presentaron valores de dureza menor que aquellas sin tratamiento, ver Figura 38.

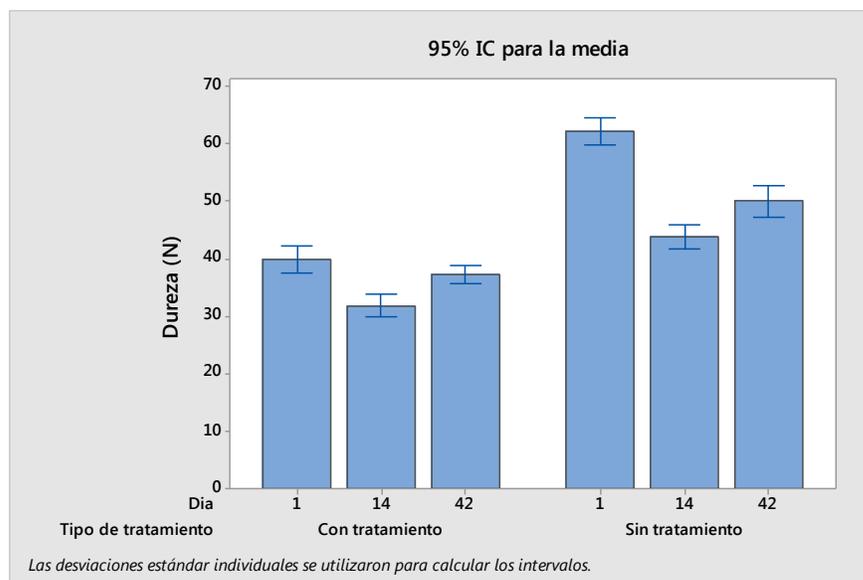


Figura 38. Comportamiento de la dureza (expresada en newton) en salchichas de pechuga de pavo elaboradas con gelatina de alto acilo al 0.8%, con o sin tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días.

4.4.3.3.2 Cohesividad

Tras el análisis de la Figura 39, se encontró que, a diferencia de las propiedades mecánicas analizadas anteriormente, la cohesividad de las salchichas tratadas con alta presión fue mayor en 8% con respecto a las no tratadas los días 1 y 42. Sin embargo, el día 14 fue la misma para ambos lotes. Por otra parte, el lote sin tratamiento de presión mostró una tendencia de aumento durante el almacenamiento a 4°C, mientras que el lote tratado mantuvo los valores sin cambio significativo los días 1 y 14, y para el 42 se presentó un aumento de más de 12%.

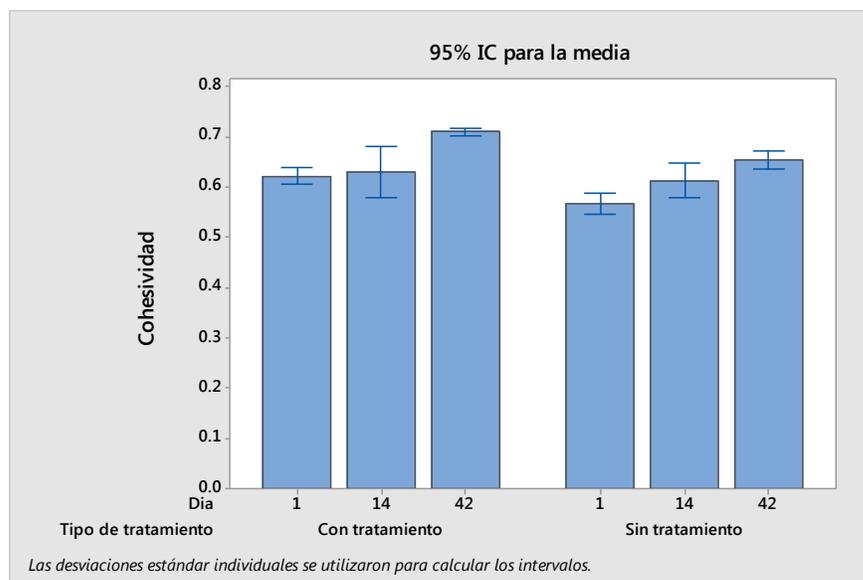


Figura 39. Comportamiento de la cohesividad en salchichas de pechuga de pavo elaboradas con gelana de alto acilo al 0.8%, con o sin tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días.

4.4.3.3.3 Adhesividad

De acuerdo con la Sección 4.3.3.3.3. del presente trabajo, la estabilidad de la adhesividad no fue dependiente del uso de los hidrocoloides, tal fenómeno también se manifestó en las salchichas tratadas con alta presión hidrostática. Sin embargo, los valores en este lote fueron más parecidos entre sí, mas no iguales, a diferencia de las salchichas sin tratamiento de alta presión; ver Figura 40. Por otra parte, se encontró que el comportamiento de la adhesividad entre los dos lotes fue similar entre los días 1 y 42, mientras que en el día 14 el comportamiento fue inverso.

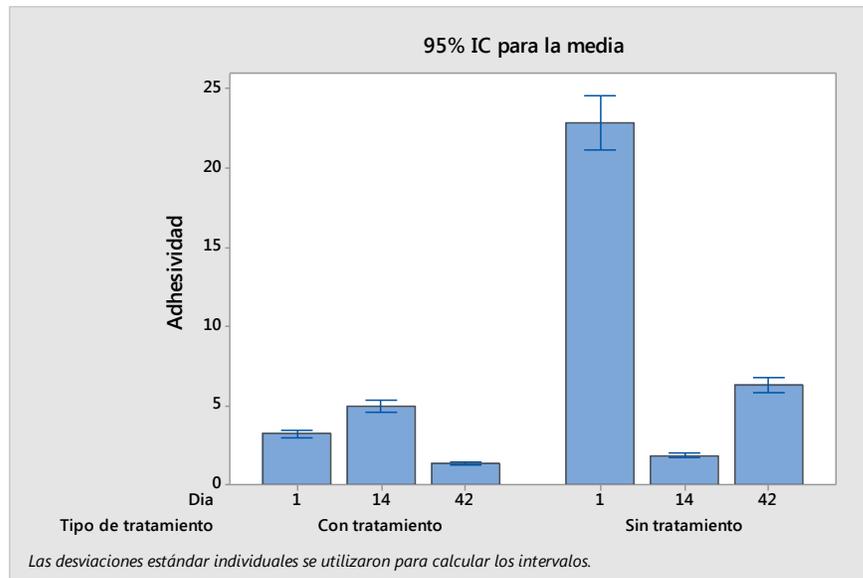


Figura 40. Comportamiento de la adhesividad en salchichas de pechuga de pavo elaboradas con gelana de alto acilo al 0.8%, con o sin tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días.

4.4.3.3.4 Gomosidad

La Figura 41 muestra que las salchichas tratadas con alta presión presentaron valores menores que las salchichas sin dicho tratamiento. Asimismo, ambos lotes presentaron comportamientos semejantes durante el almacenamiento a 4°C.

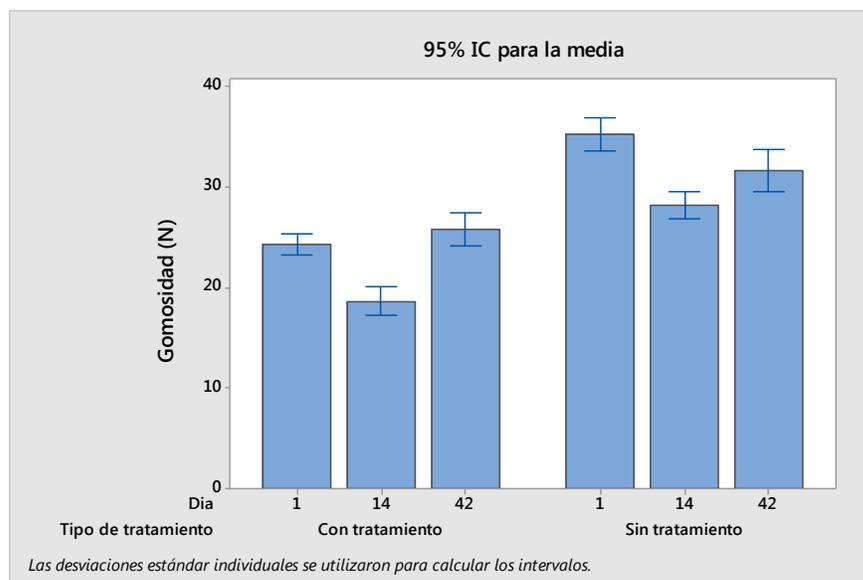


Figura 41. Comportamiento de la gomosisidad (expresada en newton) en salchichas de pechuga de pavo elaboradas con gelana de alto acilo al 0.8%, con o sin tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días.

De acuerdo con lo anterior, se concluyen dos hechos: primero, al tratar las salchichas de pechuga de pavo elaboradas con 0.8% de gelana de alto acilo con alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos, se incrementó el número de propiedades mecánicas estabilizadas en 50% (Tabla 14); y que, en la mayoría de los casos, excepto para la cohesividad, las propiedades mecánicas de las salchichas tratadas fueron más bajas en valor nominal, que en las no tratadas.

Tabla 14. Efecto del tratamiento de alta presión hidrostática sobre la estabilidad aparente en la capacidad de retención de agua, microestructura y propiedades mecánicas de salchichas de pechuga de pavo elaboradas con 0.8% de gelana de alto acilo y almacenadas a 4 °C durante 42 días.

Parámetro	Con tratamiento	Sin tratamiento
CRA	**	**
Cámara A	***	**
Cámara B		***
Módulo de elasticidad	***	
Terneza	***	
Dureza		
Cohesividad	**	
Adhesividad		
Gomosidad		

** Estable en dos evaluaciones consecutivas

***Estable en las tres evaluaciones realizadas

4.4.4 Cuenta en placa de bacterias mesófilas aerobias

En términos generales (Figura 42), la cuenta en placa de bacterias mesófilas aerobias mostró que el lote con tratamiento de alta presión tuvo un valor 30% menor que el del lote sin tratamiento para el día 1, sin embargo, el día 14 se observó un incremento > 25%, y para el lote sin tratamiento, un decremento cercano a 4%. No obstante, la cuenta en placa para el lote con tratamiento fue menor en más de 10%. Por otra parte, para el día 42, ambos lotes presentaron una disminución de la carga microbiana, pero en ambos casos la cuenta fue muy parecida.

Finalmente, con respecto a la normatividad mexicana vigente en la materia (NOM-213-SSA1), se encontró que durante las tres evaluaciones consecutivas del lote tratado con alta presión hidrostática, no se rebasaron los límites permisibles para este grupo de microorganismos a diferencia del lote sin tratamiento donde la carga microbiana para los días 1 y 14 rebasó los

límites permitidos: 10^4 y 6×10^3 UFC/g, respectivamente, mientras que para el día 42 se mantuvo por debajo del límite de 6×10^3 UFC/g.

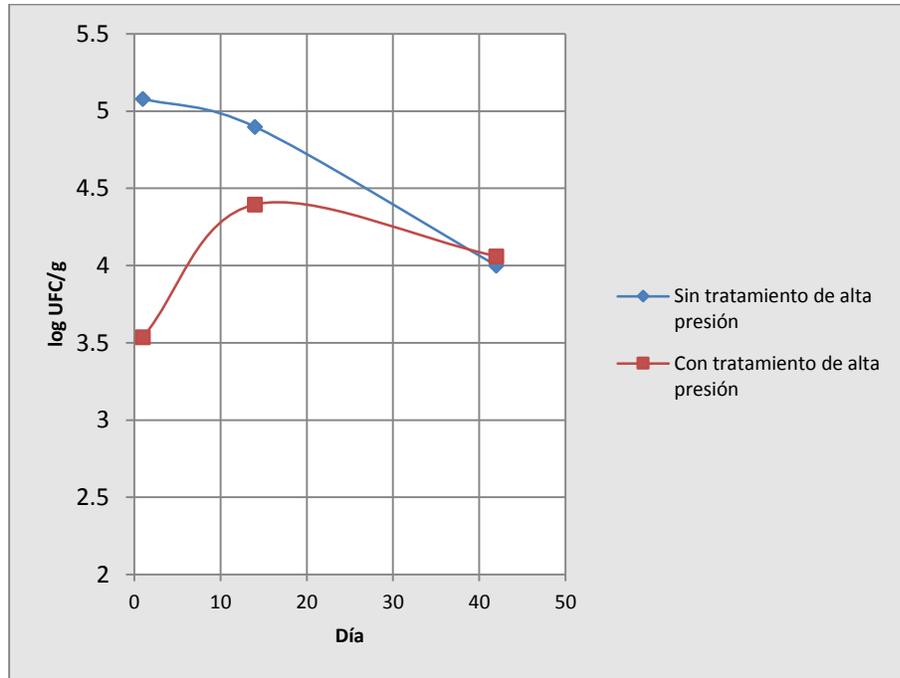


Figura 42. Comparación del log (UFC/g de salchicha) de la microbiota mesofílica aerobia en salchichas de pechuga de pavo elaboradas con 0.8% de gelana de alto acilo, con y sin tratamiento de alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos y almacenadas a 4 °C por 42 días. La cuenta en placa se realizó los días: 1, 14 y 42.

5 Conclusiones

Los perfiles de las propiedades mecánicas de las salchichas elaboradas con κ -carragenina, no son posibles de igualar usando gelana de alto acilo o gelana de bajo acilo por separado a las concentraciones de 0.2, 0.5, 0.8 y 1.5%.

El uso de gelana de alto acilo al 0.8% ofrece los mejores valores cohesividad 24 horas después de la elaboración de las salchichas, sin embargo, no confiere estabilidad a dicho parámetro con respecto al tiempo.

Las salchichas elaboradas a cualquier concentración de κ -carragenina, mostraron mayor estabilidad (por lo menos con tres evaluaciones consecutivas), que las elaboradas con gelana de alto acilo, obteniéndose mejores resultados cuando el polisacárido se usa al 0.8%.

Las salchichas elaboradas con 1.5% de gelana de alto acilo mostraron un mayor número de parámetros estabilizados con respecto a las concentraciones de 0.2, 0.5 y 0.8%, sin embargo, esto sólo se consigue para al menos dos evaluaciones consecutivas.

La estabilidad de la adhesividad de las salchichas de pechuga de pavo, no depende del tipo de hidrocoloides ni de la concentración empleada.

Al tratar las salchichas de pechuga de pavo elaboradas con 0.8% de gelana de alto acilo con alta presión hidrostática a 85 kpsi (586 MPa) durante 10 minutos, se encontró un incremento en el número de propiedades mecánicas estabilizadas en un 50%. Sin embargo, en la mayoría de los casos, excepto para la cohesividad, los valores nominales de las propiedades mecánicas de las salchichas fueron más bajos que aquellos de las no tratadas.

El tratamiento de alta presión hidrostática 586 MPa durante 10 minutos, cuando se acompaña de un empacado al vacío y de refrigeración a 4°C de las salchichas, redujo en 30% la carga microbiana en comparación a las salchichas escaldadas, empacadas al vacío y refrigeradas a 4 °C. Sin embargo la carga

microbiana tiende a mostrar un incremento de poco más de 25% hacia el primer tercio del tiempo total en el que se realizó el estudio (42 días) y para el segundo tercio, la carga microbiana se redujo a valores similares independientemente del tratamiento dado a las salchichas.

6 Referencias

Methods AOAC, (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.

Ayadi, M., Kechaou, A., Makni, I., & Attia, H. (2009). Influence of carrageen addition on DMS meat sausages properties. *Journal of Food Engineering*, 93, 278-283.

Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos*. 4ª ed. México: Pearson Educación, 514.

Bernal, V., Smajda, C., Smith J. & Stanley, D. (1987). Interactions in protein/polysaccharide/calcium gels. *Journal of Food Science*, 52, 1121- 1125.

Candogan, K., & Kolsarici, N. (2003). Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan whit pectin. *Meat Science*, 64(2), 207-214.

Chrystall, B. (1994). Meat texture measurement. *Advance in Meat Research*, 9, 316-336.

Codex Alimentarius. (1981). CODEX STAN 98-1981. CODEX STANDARD FOR COOKED CURED CHOPPED MEAT. [En línea] Disponible en: http://www.fao.org/input/download/standards/161/CXS_098e_2015.pdf

COFEPRIS. (2012). Acuerdo por el que se determinan los aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias. (DOF-16-07-2012). [En línea] (Actualizado al 16 de julio de 2012). Disponible en: <http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Documents/AcuerdosSecretario/acaditivo160712.pdf> [Último acceso el 24 de enero de 2016]

Dransfield, E. (1994). Tenderness of meat, poultry & fish. *Advances in Meat Research*, 9, 289-315.

Farkas, J. (2001). Métodos de conservación y conservantes: Métodos físicos. En Doyle, M. P.; Beuchant, L. R., & Montville, T. J., "Microbiología de los alimentos. Fundamentos y fronteras", 519, 522-526, 530-537, Zaragoza: Acribia.

Fennema, O. (2010). *Química de los Alimentos*. 3ª ed. Zaragoza: Acribia, 228-246 y 1104-1105.

GELYMAR. (2005). Carrageninas. [En línea] Disponible en: <http://www.gelymar.com/es/> [Último acceso el 24 de febrero de 2016].

Gerhardt, U. (1980). Aditivos e ingredientes: Como coadyuvantes de la "kutter", emulgentes y estabilizado es de productos cárnicos. Zaragoza: Acribia.

Girard, J. P. (1991). *Tecnología de la carne y de los productos cárnicos*. Zaragoza: Acribia.

Gordon, A. & Barbut, S. (1990). The role of the interfacial protein film in meat batter stabilization. *Food Structure*, 9, 77-90.

Gordon, A. & Barbut, S. (1992a). Mechanisms of meat batter stabilization. *Food Science and Nutrition*, 32, 299-332.

Gordon, A. & Barbut, S. (1992b). The effect of chloride salt on protein extraction and interfacial protein film formation in meat batters. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 58, 227-238.

Hamm, R. und Paul Perey-Verlag. (1972). Kolloidchemie des Fleisches. Das Wasserbindungsvermögen des Muskeleiweißes in Theorie und Praxis. *Nahrung/Food*, 16(6), 689-690.

Heinz, V., Knoch, A., & Lickert, T. (2009). Product innovation by high pressure processing. *New Food*, 2, 43-47.

Hicks, D. T., Pivarnik, L. F., McDermott, R., Richard, N., Hoover, D. G., & Kniel, K. (2009). Consumer Awareness and Willingness to Pay for High-Pressure Processing of Ready-to-Eat Food. *Food Science Education Research*, 8(2), 32-38.

Ishioroshi, M., Samejima, K., & Yasui, T. (1980). Effect of blocking the myosin-actin interaction in heat-induced gelation of myosin in the presence of actin. *Agricultural and Biological Chemistry*, 44, 2185-2194.

Ishwar, B., Bajaj, S.A.S., Parag, S., & Rekha, S. (2007). Gellan Gum: Fermentative Production, Downstream Processing and Applications. *Food Technology Biotechnology*, 45(4), 341–354.

Jansson, K., Stanley, L., & White-House, P. (1983). Structural studies of gellan gum, an extracellular polysaccharide elaborated by "*Pseudomonas elodea*". *Carbohydrate Research*, 124, 123-133.

Jauregui, B., & Muñoz, M.E. (1995). "Rheology of hydroxyethylated starch aqueous systems. Analysis of gel formation". *International Journal of Biological Macromolecules*, 17, 49-54.

Jung, S., Ghoul, M., & de Lamballerie-Anton, M. (2003). Influence of high pressure on the color and microbial quality of beef meat. *Lebensm.-Wiss. U.-Technology*, 36, 625-631.

McFarlane, J.J. (1973). Pre-rigor pressurization of muscle: Effects on pH, shear value and taste panel assessment. *Journal of Food Science*, 38, 294-298.

Multon, J., Babusiaux, C., & Villanua, L. (2000). Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias, 2ª ed., Zaragoza: Acribia, 567-623.

O'Neil, M., Selvendran, R., & Morris V. (1983). Structure of the acidic extracellular gelling polysaccharide produced by "*Pseudomonas elodea*". *Carbohydrate Research*, 124, 123-133.

Pearson, A.M., & Gillett, T.A. (1996). *Processed meats* 3ª ed. New York: Chapman & Hall.

Rivalain, N., Roquain, J. & Demazeau, G. (2010). Development of high hydrostatic pressure in biosciences: Pressure effect on biological structures and potencial applications in Biotechnologies. *Biotechnology Advances*, 28(6), 659-672.

Saffle, R.L. (1968). Meat emulsions. *Advances in Food Research*, 16, 105-160.

SAGARPA (2011). Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne. [En línea] Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/MANUALES%20INIFAP/3.%20Manual%20de%20An%C3%A1lisis%20de%20Calidad%20en%20Muestras%20de%20Carne.pdf> [Último acceso el 24 de febrero de 2016].

Shigehisa, T., Ohmori, T., Saito, A., Taji, S., & Hayashi, R. (1991). Effects of High Hydrostatic Pressure on Characteristics of pork slurries and inactivation of microorganisms associated with meat and meat products. *International Journal of Food Microbiology*, 12, 207-216.

Smith, D.M. (1988). Meat proteins: functional properties of comminuted meat products. *Food Technology*, 42(4), 116-121.

Sun, X. D., & Holley, R. A. (2010). High Hydrostatic Pressure Effects on the Texture of Meat and Meat Products. *Journal of Food Science*, 75(1), 17-23.

Takeda, Y., Shitaozono T., & Hizukuri S. (1990). Structures of subtractions of corn amylose. *Carbohydrate Research*, 199, 207-214.

Téllez-Luis, S. J., Ramírez, J. A., Pérez-Lamela, C., Vázquez, M., & Simal-Gándara, J. (2001). Aplicación de la alta presión hidrostática en la conservación de los alimentos. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3(2), 66-80.

Nielsen, S. (1998). *Food Analysis*. 2ª ed., an Aspen Publication, Gaithersburg, Maryland.

NOM-122-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Productos de la carne. Productos cárnicos curados y cocidos, y curados emulsionados y cocidos. Especificaciones sanitarias.

NOM-213-SSA1-2002. Productos y servicios. Productos cárnicos procesados. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.

Apéndices

A. Análisis estadístico primera etapa

A.1 Análisis estadístico para el módulo de elasticidad, primera etapa

Resultados experimentales del módulo de elasticidad (Pa)				
Hidrocoloide	Concentración %			
	0.2	0.5	0.8	1.5
κ-carragenina	333310	291583	369670	472412
	339803	283904	353262	431709
	332283	283904	365246	454442
	348797	278822	353700	434279
	334856	275289	371772	439087
gelana alto acilo	320803	387863	328599	311674
	320706	381128	311874	321184
	322376	352546	318234	314073
	315078	350983	308206	321369
	319867	361497	313452	297092
gelana bajo acilo	303101	387863	343086	342855
	300708	381128	345405	341391
	297170	352546	356885	344569
	294223	350983	337564	349966
	310276	361497	338901	352931

Análisis de varianza para el módulo de elasticidad					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}
Hidrocoloide	2	8273822009	4136911004	38.07	3.18
Concentración	3	18340309646	6113436549	56.25	2.79
Hidrocoloide*Concentración	6	72341865357	12056977560	110.94	2.28
Error	48	5216486092	108676794		
Total	59	1.04172E+11			

Diferencia mínima significativa de Fisher para el módulo de elasticidad, con una confianza de 95%			
Hidrocoloide*Concentración	N	Media	Agrupación
κ-carragenina 1.5	5	446386	A
gelana bajo acilo 0.5	5	366803	B
gelana alto acilo 0.5	5	366803	B
κ-carragenina 0.8	5	362730	B
gelana bajo acilo 1.5	5	346342	C
gelana bajo acilo 0.8	5	344368	C
κ-carragenina 0.2	5	337810	C
gelana alto acilo 0.2	5	319766	D
gelana alto acilo 0.8	5	316073	D
gelana alto acilo 1.5	5	313078	D E
gelana bajo acilo 0.2	5	301096	E
κ-carragenina 0.5	5	282700	F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

A.2 Análisis estadístico de la terneza, primera etapa

Resultados experimentales de terneza (N)				
Hidrocoloide	Concentración %			
	0.2	0.5	0.8	1.5
κ-carragenina	15	16	12	17
	14	16	11	16
	16	15	12	18
	15	14	11	17
	15	15	12	17
gelana alto acilo	20	11	17	20
	19	12	18	17
	19	11	19	18
	20	12	17	20
	19	12	17	19
gelana bajo acilo	13	17	17	17
	13	17	18	16
	13	17	18	16
	14	16	17	17
	13	17	18	17

Análisis de varianza para la terneza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}
Hidrocoloide	2	50.77	25.3848	75.83	3.18
Concentración	3	63.62	21.2067	63.35	2.79
Hidrocoloide*Concentración	6	253.71	42.2851	126.32	2.28
Error	48	16.07	0.3347		
Total	59	384.17			

Diferencia mínima significativa de Fisher para la terneza, con una confianza de 95%			
Hidrocoloide*Concentración	N	Media	Agrupación
gelana alto acilo 0.2	5	19.3022	A
gelana alto acilo 1.5	5	18.7861	A
gelana alto acilo 0.8	5	17.5738	B
gelana bajo acilo 0.8	5	17.4299	B C
gelana bajo acilo 0.5	5	16.8475	B C D
gelana bajo acilo 1.5	5	16.7551	C D
κ-carragenina 1.5	5	16.6644	D
κ-carragenina 0.5	5	15.2053	E
κ-carragenina 0.2	5	14.9996	E
gelana bajo acilo 0.2	5	13.2399	F
gelana alto acilo 0.5	5	11.5671	G
κ-carragenina 0.8	5	11.5082	G

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

A.3 Análisis estadístico de la dureza, primera etapa

Resultados experimentales de dureza (N)				
Hidrocoloide	Concentración %			
	0.2	0.5	0.8	1.5
κ-carragenina	63	60	51	65
	62	58	51	64
	68	59	50	61
	63	61	53	67
	65	58	55	59
gelana alto acilo	53	61	65	70
	52	65	61	66
	54	59	60	65
	51	58	62	61
	56	61	63	66
gelana bajo acilo	52	59	51	60
	50	56	52	60
	49	57	51	64
	49	54	51	62
	46	56	50	63

Análisis de varianza para la dureza						
Fuente	GL	SC	Ajust. MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}	
Hidrocoloide	2	404.7	202.328	40.68	3.18	
Concentración	3	692.9	230.964	46.44	2.79	
Hidrocoloide*Concentración	6	645.1	107.523	21.62	2.28	
Error	48	238.7	4.973			
Total	59	1981.4				

Diferencia mínima significativa de Fisher para la dureza, con una confianza de 95%			
Hidrocoloide*Concentración	N	Media	Agrupación
gelana alto acilo 1.5	5	65.6698	A
κ-carragenina 0.2	5	64.1224	A B
κ-carragenina 1.5	5	63.3460	A B C
gelana alto acilo 0.8	5	62.0290	B C
gelana bajo acilo 1.5	5	61.7200	B C D
gelana alto acilo 0.5	5	60.7893	C D
κ-carragenina 0.5	5	59.0854	D
gelana bajo acilo 0.5	5	56.0813	E
gelana alto acilo 0.2	5	53.0846	F
κ-carragenina 0.8	5	52.0965	F G
gelana bajo acilo 0.8	5	50.9360	F G
gelana bajo acilo 0.2	5	49.4840	G

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

A.4 Análisis estadístico de la cohesividad, primera etapa

Resultados experimentales de cohesividad				
Hidrocoloide	Concentración %			
	0.2	0.5	0.8	1.5
κ-carragenina	0.550	0.579	0.494	0.584
	0.618	0.582	0.486	0.588
	0.585	0.570	0.482	0.576
	0.570	0.589	0.505	0.600
	0.579	0.592	0.500	0.571
gelana alto acilo	0.637	0.537	0.573	0.552
	0.638	0.511	0.561	0.556
	0.645	0.476	0.584	0.537
	0.641	0.498	0.539	0.594
	0.625	0.498	0.571	0.553
gelana bajo acilo	0.578	0.563	0.591	0.534
	0.603	0.581	0.638	0.562
	0.602	0.556	0.590	0.554
	0.567	0.559	0.623	0.570
	0.614	0.553	0.635	0.545

Análisis de varianza para la cohesividad						
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}	
Hidrocoloide	2	0.004603	0.002301	8.00	3.18	
Concentración	3	0.025536	0.008512	29.60	2.79	
Hidrocoloide*Concentración	6	0.061318	0.010220	35.53	2.28	
Error	48	0.013805	0.000288			
Total	59	0.105261				

Diferencia mínima significativa de Fisher para la cohesividad, con una confianza de 95%			
Hidrocoloide*Concentración	N	Media	Agrupación
gelana alto acilo 0.2	5	0.637136	A
gelana bajo acilo 0.8	5	0.615528	B
gelana bajo acilo 0.2	5	0.592897	C
κ-carragenina 1.5	5	0.583871	C D
κ-carragenina 0.5	5	0.582321	C D E
κ-carragenina 0.2	5	0.580431	C D E
gelana alto acilo 0.8	5	0.565463	D E F
gelana bajo acilo 0.5	5	0.562293	E F
gelana alto acilo 1.5	5	0.558450	F
gelana bajo acilo 1.5	5	0.552830	F
gelana alto acilo 0.5	5	0.504022	G
κ-carragenina 0.8	5	0.493294	G

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

A.5 Análisis estadístico de la adhesividad, primera etapa

Resultados experimentales de adhesividad				
Hidrocoloide	Concentración %			
	0.2	0.5	0.8	1.5
κ-carragenina	29	19	24	9
	27	21	22	8
	29	20	22	9
	28	19	25	8
	27	20	25	8
gelana alto acilo	4	26	22	21
	4	24	24	21
	5	25	25	22
	4	25	21	23
	4	25	22	20
gelana bajo acilo	16	8	11	25
	16	8	11	25
	16	9	11	27
	16	8	11	25
	15	8	11	25

Análisis de varianza para la adhesividad						
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}	
Hidrocoloide	2	238.17	119.084	178.62	3.18	
Concentración	3	75.24	25.081	37.62	2.79	
Hidrocoloide*Concentración	6	3143.97	523.995	785.96	2.28	
Error	48	32.00	0.667			
Total	59	3489.38				

Diferencia mínima significativa de Fisher para la adhesividad, con una confianza de 95%			
Hidrocoloide*Concentración	N	Media	Agrupación
κ-carragenina 0.2	5	28.0035	A
gelana bajo acilo 1.5	5	25.2963	B
gelana alto acilo 0.5	5	24.6743	B
κ-carragenina 0.8	5	23.5083	C
gelana alto acilo 0.8	5	22.8157	C
gelana alto acilo 1.5	5	21.3342	D
κ-carragenina 0.5	5	19.6652	E
gelana bajo acilo 0.2	5	15.7876	F
gelana bajo acilo 0.8	5	10.8807	G
gelana bajo acilo 0.5	5	8.4120	H
κ-carragenina 1.5	5	8.3668	H
gelana alto acilo 0.2	5	4.3398	I

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

A.6 Análisis estadístico de la gomosidad, primera etapa

Resultados experimentales de gomosidad (N)				
Hidrocoloide	Concentración %			
	0.2	0.5	0.8	1.5
κ-carragenina	38	35	22	38
	38	36	25	38
	40	35	24	39
	36	35	23	37
	38	31	26	39
gelana alto acilo	34	33	37	34
	33	33	34	33
	35	29	35	35
	33	29	34	36
	35	30	36	37
gelana bajo acilo	30	33	30	32
	30	32	33	34
	30	32	30	36
	28	30	32	35
	28	31	32	34

Análisis de varianza para la gomosidad					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}
Hidrocoloide	2	56.43	28.216	14.46	3.18
Concentración	3	249.60	83.200	42.64	2.79
Hidrocoloide*Concentración	6	519.46	86.577	44.37	2.28
Error	48	93.67	1.951		
Total	59	919.16			

Diferencia mínima significativa de Fisher para la gomosidad, con una confianza de 95%			
Hidrocoloide*Concentración	N	Media	Agrupación
κ-carragenina 1.5	5	38.2193	A
κ-carragenina 0.2	5	37.7958	A
gelana alto acilo 0.8	5	35.0712	B
gelana alto acilo 1.5	5	34.9288	B
κ-carragenina 0.5	5	34.3631	B
gelana bajo acilo 1.5	5	34.1230	B
gelana alto acilo 0.2	5	33.8147	B
gelana bajo acilo 0.5	5	31.5341	C
gelana bajo acilo 0.8	5	31.3528	C
gelana alto acilo 0.5	5	30.8657	C D
gelana bajo acilo 0.2	5	29.3179	D
κ-carragenina 0.8	5	24.0492	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

B. Análisis estadístico segunda etapa

B.1 Análisis estadístico del módulo de elasticidad, segunda etapa

Resultados experimentales del módulo de elasticidad (N)					
Hidrocoloide	Concentración %	Día			
		1	14	28	42
k-carragenina	0.5	291583	289328	329661	332832
		283904	297645	325378	324098
		283904	286343	327159	328346
		278822	298716	328802	304408
		275289	301908	309100	303817
	0.8	369670	381154	342527	351650
		353262	376527	376184	347911
		365246	357850	336320	340381
		353700	360220	341675	381207
		371772	355866	361138	361777
	1.5	472412	444726	429237	452242
		431709	434644	435388	446486
		454442	423245	401170	430012
		434279	405953	415740	439121
		439087	392969	403344	416971
gelana de alto acido	0.5	387863	228262	267629	251241
		381128	221005	267853	256199
		352546	232920	269713	240914
		350983	241117	266988	264253
		361497	244293	286943	264040
	0.8	328599	228903	282829	270882
		311874	228903	274419	267567
		318234	226680	274419	265156
		308206	233891	294029	263936
		313452	244713	291405	252990
	1.5	311674	305455	321477	307708
		321184	306867	308868	307978
		314073	302810	303801	301643
		321369	280530	311795	326454
		297092	288360	339505	327950

Análisis de varianza para el módulo de elasticidad					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}
Hidrocoloide	1	1.73675E+11	1.73675E+11	1158.18	3.93
Concentración	2	1.24054E+11	62027224261	413.64	3.08
Día	3	24928835284	8309611761	55.41	2.69
Hidrocoloide*Concentración	2	47961491980	23980745990	159.92	3.08
Hidrocoloide*Día	3	23544984335	7848328112	52.34	2.69
Concentración*Día	6	5260720290	876786715	5.85	2.19
Hidrocoloide*Concentración*Día	6	26955659895	4492609983	29.96	2.19
Error	96	14395716515	149955380		
Total	119	4.40777E+11			

Diferencia mínima significativa de Fisher para el módulo de elasticidad, con una confianza de 95%				
Hidrocoloide*Concentración*Día	N	Media	Agrupación	
κ-carragenina 1.5 1	5	446386	A	
κ-carragenina 1.5 42	5	436966	A	
κ-carragenina 1.5 14	5	420307	B	
κ-carragenina 1.5 28	5	416976	B	
gelana alto acilo 0.5 1	5	366803	C	
κ-carragenina 0.8 14	5	366323	C	
κ-carragenina 0.8 1	5	362730	C	
κ-carragenina 0.8 42	5	356585	C	
κ-carragenina 0.8 28	5	351569	C	
κ-carragenina 0.5 28	5	324020	D	
κ-carragenina 0.5 42	5	318700	D	
gelana alto acilo 1.5 28	5	317089	D	
gelana alto acilo 0.8 1	5	316073	D	
gelana alto acilo 1.5 42	5	314347	D	
gelana alto acilo 1.5 1	5	313078	D	
gelana alto acilo 1.5 14	5	296804	E	
κ-carragenina 0.5 14	5	294788	E	
gelana alto acilo 0.8 28	5	283420	E F	
κ-carragenina 0.5 1	5	282700	E F	
gelana alto acilo 0.5 28	5	271825	F G	
gelana alto acilo 0.8 42	5	264106	G H	
gelana alto acilo 0.5 42	5	255329	H	
gelana alto acilo 0.5 14	5	233519	I	
gelana alto acilo 0.8 14	5	232618	I	

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

B.2 Análisis estadístico de la ternera, segunda etapa

Resultados experimentales de ternera (N)					
Hidrocoloide	Concentración %	Día			
		1	14	28	42
k-carragenina	0.5	16	13	12	11
		16	12	12	11
		15	12	12	11
		14	14	14	13
		15	11	11	11
	0.8	12	13	16	14
		11	13	15	14
		12	13	16	15
		11	14	15	14
		12	13	16	15
	1.5	17	16	15	16
		16	16	15	13
		18	15	16	15
		17	15	17	14
		17	17	16	15
gelana de alto acido	0.5	11	10	10	11
		12	10	10	11
		11	10	11	11
		12	9	10	12
		12	10	11	12
	0.8	17	11	11	15
		18	10	11	13
		19	10	12	13
		17	9	11	14
		17	10	12	13
	1.5	20	11	12	15
		17	12	12	13
		18	11	12	13
		20	11	12	14
		19	11	12	12

Análisis de varianza para la terneza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}
Hidrocoloide	1	69.79	69.7898	150.20	0.000
Concentración	2	178.85	89.4257	192.46	0.000
Día	3	168.61	56.2020	120.95	0.000
Hidrocoloide*Concentración	2	17.09	8.5446	18.39	0.000
Hidrocoloide*Día	3	127.47	42.4902	91.44	0.000
Concentración*Día	6	36.35	6.0589	13.04	0.000
Hidrocoloide*Concentración*Día	6	113.88	18.9800	40.85	0.000
Error	96	44.61	0.4647		
Total	119	756.65			

Diferencia mínima significativa de Fisher para terneza, con una confianza de 95%			
Hidrocoloide*Concentración*Día	N	Media	Agrupación
gelana alto acilo 1.5 1	5	18.7861	A
gelana alto acilo 0.8 1	5	17.5738	B
κ-carragenina 1.5 1	5	16.6644	C
κ-carragenina 1.5 28	5	15.7821	D
κ-carragenina 0.8 28	5	15.6452	D
κ-carragenina 1.5 14	5	15.6341	D
κ-carragenina 0.5 1	5	15.2053	D E
κ-carragenina 1.5 42	5	14.6608	E F
κ-carragenina 0.8 42	5	14.0497	F G
gelana alto acilo 0.8 42	5	13.5507	G H
gelana alto acilo 1.5 42	5	13.3507	G H
κ-carragenina 0.8 14	5	13.1013	H I
κ-carragenina 0.5 14	5	12.4272	I J
κ-carragenina 0.5 28	5	12.3672	I J K
gelana alto acilo 1.5 28	5	12.0287	J K L
κ-carragenina 0.5 42	5	11.5691	K L M
gelana alto acilo 0.5 1	5	11.5671	K L M
κ-carragenina 0.8 1	5	11.5082	L M
gelana alto acilo 0.8 28	5	11.3369	L M
gelana alto acilo 1.5 14	5	11.1735	L M
gelana alto acilo 0.5 42	5	11.0464	M N
gelana alto acilo 0.5 28	5	10.3145	N O
gelana alto acilo 0.8 14	5	9.9143	O
gelana alto acilo 0.5 14	5	9.6690	O

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

B.3 Análisis estadístico de la dureza, segunda etapa

Resultados experimentales de dureza (N)						
Hidrocoloide	Concentración %	Día				
		1	14	28	42	
k-carragenina	0.5	60	35	56	72	
		58	36	55	68	
		59	35	55	76	
		61	35	55	74	
		58	39	57	67	
		51	57	57	62	
	0.8	51	60	62	58	
		50	56	57	59	
		53	56	57	61	
		55	59	62	62	
		65	64	56	72	
	1.5	64	66	57	68	
		61	67	55	74	
		67	66	55	67	
		59	64	55	72	
		61	44	48	44	
	gelana de alto acilo	0.5	65	44	48	45
			59	44	48	44
58			45	50	45	
61			43	45	45	
65			43	56	54	
0.8		61	43	56	49	
		60	45	56	49	
		62	42	57	49	
		63	46	58	49	
		70	55	59	51	
1.5		66	53	63	53	
		65	51	61	50	
		61	51	58	54	
		66	50	58	51	

Análisis de varianza para la dureza						
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}	
Hidrocoloide	1	944.19	944.192	208.31	3.93	
Concentración	2	1337.86	668.931	147.58	3.08	
Día	3	1899.24	633.080	139.67	2.69	
Hidrocoloide*Concentración	2	33.68	16.838	3.71	3.08	
Hidrocoloide*Día	3	2167.27	722.422	159.38	2.69	
Concentración*Día	6	1078.28	179.713	39.65	2.19	
Hidrocoloide*Concentración*Día	6	1345.74	224.291	49.48	2.19	
Error	96	435.13	4.533			
Total	119	9241.39				

Diferencia mínima significativa de Fisher para dureza, con una confianza de 95%				
Hidrocoloide*Concentración*Día	N	Media	Agrupación	
κ-carragenina 0.5 42	5	71.5344	A	
κ-carragenina 1.5 42	5	70.6491	A	
gelana alto acilo 1.5 1	5	65.6698	B	
κ-carragenina 1.5 14	5	65.2644	B	
κ-carragenina 1.5 1	5	63.3460	B C	
gelana alto acilo 0.8 1	5	62.0290	C D	
gelana alto acilo 0.5 1	5	60.7893	C D E	
κ-carragenina 0.8 42	5	60.2531	D E F	
gelana alto acilo 1.5 28	5	59.9974	D E F	
κ-carragenina 0.8 28	5	59.0918	E F G	
κ-carragenina 0.5 1	5	59.0854	E F G	
κ-carragenina 0.8 14	5	57.6068	F G H	
gelana alto acilo 0.8 28	5	56.5444	G H	
κ-carragenina 0.5 28	5	55.5255	H	
κ-carragenina 1.5 28	5	55.5255	H	
κ-carragenina 0.8 1	5	52.0965	I	
gelana alto acilo 1.5 14	5	51.8579	I	
gelana alto acilo 1.5 42	5	51.7963	I	
gelana alto acilo 0.8 42	5	50.1779	I J	
gelana alto acilo 0.5 28	5	47.8854	J	
gelana alto acilo 0.5 42	5	44.6365	K	
gelana alto acilo 0.5 14	5	43.8648	K	
gelana alto acilo 0.8 14	5	43.8499	K	
κ-carragenina 0.5 14	5	36.4411	L	
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.				

B.4 Análisis estadístico de la cohesividad, segunda etapa

Resultados experimentales de cohesividad					
Hidrocoloide	Concentración %	Día			
		1	14	28	42
k-carragenina	0.5	0.579	0.666	0.606	0.576
		0.582	0.669	0.615	0.583
		0.570	0.607	0.613	0.582
		0.589	0.652	0.653	0.579
		0.592	0.611	0.671	0.610
	0.8	0.494	0.635	0.618	0.542
		0.486	0.604	0.542	0.620
		0.482	0.618	0.578	0.581
		0.505	0.550	0.599	0.572
		0.500	0.639	0.583	0.578
	1.5	0.584	0.617	0.571	0.585
		0.588	0.585	0.606	0.582
		0.576	0.575	0.616	0.579
		0.600	0.609	0.527	0.574
		0.571	0.601	0.561	0.583
gelana de alto acido	0.5	0.537	0.581	0.539	0.577
		0.511	0.610	0.520	0.662
		0.476	0.549	0.550	0.649
		0.498	0.588	0.592	0.650
		0.498	0.610	0.553	0.610
	0.8	0.573	0.580	0.669	0.642
		0.561	0.626	0.639	0.672
		0.584	0.584	0.638	0.643
		0.539	0.646	0.633	0.665
		0.571	0.625	0.590	0.639
	1.5	0.552	0.582	0.625	0.580
		0.556	0.576	0.669	0.574
		0.537	0.572	0.627	0.610
		0.594	0.561	0.652	0.588
		0.553	0.564	0.625	0.581

Análisis de varianza para la cohesividad					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}
Hidrocoloide	1	0.000463	0.000463	0.86	3.93
Concentración	2	0.000396	0.000198	0.37	3.08
Día	3	0.067549	0.022516	41.67	2.69
Hidrocoloide*Concentración	2	0.042152	0.021076	39.00	3.08
Hidrocoloide*Día	3	0.018745	0.006248	11.56	2.69
Concentración*Día	6	0.021655	0.003609	6.68	2.19
Hidrocoloide*Concentración*Día	6	0.028414	0.004736	8.76	2.19
Error	96	0.051878	0.000540		
Total	119	0.231250			

Diferencia mínima significativa de Fisher para cohesividad, con una confianza de 95%			
Hidrocoloide*Concentración*Día	N	Media	Agrupación
gelana alto acilo 0.8 42	5	0.652196	A
κ-carragenina 0.5 14	5	0.640972	A B
gelana alto acilo 1.5 28	5	0.639752	A B
gelana alto acilo 0.8 28	5	0.633942	A B C
κ-carragenina 0.5 28	5	0.631678	A B C
gelana alto acilo 0.5 42	5	0.629504	A B C
gelana alto acilo 0.8 14	5	0.612113	B C D
κ-carragenina 0.8 14	5	0.609362	C D E
κ-carragenina 1.5 14	5	0.597329	D E F
gelana alto acilo 0.5 14	5	0.587733	D E F G
gelana alto acilo 1.5 42	5	0.586494	D E F G H
κ-carragenina 0.5 42	5	0.586054	D E F G H
κ-carragenina 0.8 28	5	0.584026	D E F G H
κ-carragenina 1.5 1	5	0.583871	D E F G H
κ-carragenina 0.5 1	5	0.582321	E F G H
κ-carragenina 1.5 42	5	0.580496	E F G H
κ-carragenina 0.8 42	5	0.578764	F G H I
κ-carragenina 1.5 28	5	0.576189	F G H I
gelana alto acilo 1.5 14	5	0.571055	F G H I
gelana alto acilo 0.8 1	5	0.565463	G H I
gelana alto acilo 1.5 1	5	0.558450	H I
gelana alto acilo 0.5 28	5	0.550783	I
gelana alto acilo 0.5 1	5	0.504022	J
κ-carragenina 0.8 1	5	0.493294	J
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.			

B.5 Análisis estadístico de la adhesividad, segunda etapa

Resultados experimentales de adhesividad					
Hidrocoloide	Concentración %	Día			
		1	14	28	42
k-carragenina	0.5	19	24	21	17
		21	23	20	18
		20	24	21	17
		19	23	21	16
		20	24	23	16
	0.8	24	14	9	12
		22	13	10	13
		22	15	11	12
		25	15	10	12
		25	14	10	12
	1.5	9	19	21	17
		8	22	20	18
		9	20	23	17
		8	20	21	19
		8	20	21	16
gelana de alto acilo	0.5	26	10	15	14
		24	11	16	14
		25	9	16	14
		25	10	15	14
		25	10	15	14
	0.8	22	2	8	7
		24	2	9	6
		25	2	9	6
		21	2	7	6
		22	2	8	6
	1.5	21	4	7	18
		21	5	7	19
		22	5	6	17
		23	5	6	18
		20	4	6	17

Análisis de varianza para la adhesividad						
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}	
Hidrocoloide	1	624.12	624.120	997.21	3.93	
Concentración	2	686.52	343.262	548.46	3.08	
Día	3	1039.46	346.485	553.61	2.69	
Hidrocoloide*Concentración	2	6.60	3.298	5.27	3.08	
Hidrocoloide*Día	3	1520.94	506.980	810.05	2.69	
Concentración*Día	6	919.30	153.216	244.81	2.19	
Hidrocoloide*Concentración*Día	6	505.71	84.285	134.67	2.19	
Error	96	60.08	0.626			
Total	119	5362.72				

Diferencia mínima significativa de Fisher para adhesividad, con una confianza de 95%						
Hidrocoloide*Concentración*Día	N	Media	Agrupación			
gelana alto acilo 0.5 1	5	24.6743	A			
κ-carragenina 0.5 14	5	23.5923	B			
κ-carragenina 0.8 1	5	23.5083	B			
gelana alto acilo 0.8 1	5	22.8157	B			
gelana alto acilo 1.5 1	5	21.3342	C			
κ-carragenina 0.5 28	5	21.2044	C			
κ-carragenina 1.5 28	5	21.2044	C			
κ-carragenina 1.5 14	5	20.2038	D			
κ-carragenina 0.5 1	5	19.6652	D			
gelana alto acilo 1.5 42	5	17.7757	E			
κ-carragenina 1.5 42	5	17.3566	E F			
κ-carragenina 0.5 42	5	16.7566	F			
gelana alto acilo 0.5 28	5	15.5266	G			
κ-carragenina 0.8 14	5	14.0452	H			
gelana alto acilo 0.5 42	5	13.9641	H			
κ-carragenina 0.8 42	5	12.2069	I			
κ-carragenina 0.8 28	5	10.2249	J			
gelana alto acilo 0.5 14	5	10.1981	J			
κ-carragenina 1.5 1	5	8.3668	K			
gelana alto acilo 0.8 28	5	8.1352	K			
gelana alto acilo 1.5 28	5	6.5096	L			
gelana alto acilo 0.8 42	5	6.2787	L			
gelana alto acilo 1.5 14	5	4.5300	M			
gelana alto acilo 0.8 14	5	1.8595	N			

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

B.6 Análisis estadístico de la gomosidad, segunda etapa

Resultados experimentales de gomosidad (N)					
Hidrocoloide	Concentración %	Día			
		1	14	28	42
k-carragenina	0.5	35	24	32	41
		36	24	29	42
		35	23	31	43
		35	24	31	42
		31	21	29	45
	0.8	22	33	32	33
		25	35	34	35
		24	33	30	36
		23	36	34	34
		26	32	33	36
	1.5	38	29	32	41
		38	30	33	42
		39	28	29	43
		37	28	29	39
		39	28	31	41
gelana de alto acilo	0.5	33	23	26	26
		33	26	26	26
		29	25	26	30
		29	24	26	29
		30	25	27	29
	0.8	37	29	37	29
		34	27	36	33
		35	29	36	32
		34	27	36	33
		36	29	38	31
	1.5	34	28	37	30
		33	28	38	29
		35	30	37	30
		36	28	38	28
		37	28	36	27

Análisis de varianza para la gomosidad					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}
Hidrocoloide	1	113.2	113.203	61.18	3.93
Concentración	2	247.7	123.849	66.94	3.08
Día	3	749.5	249.830	135.02	2.69
Hidrocoloide*Concentración	2	225.1	112.546	60.83	3.08
Hidrocoloide*Día	3	719.5	239.837	129.62	2.69
Concentración*Día	6	506.0	84.334	45.58	2.19
Hidrocoloide*Concentración*Día	6	506.8	84.459	45.65	2.19
Error	96	177.6	1.850		
Total	119	3245.4			

Diferencia mínima significativa de Fisher para gomosidad, con una confianza de 95%				
Hidrocoloide*Concentración*Día	N	Media	Agrupación	
κ-carragenina 0.5 42	5	42.4383	A	
κ-carragenina 1.5 42	5	41.2588	A	
κ-carragenina 1.5 1	5	38.2193	B	
gelana alto acilo 1.5 28	5	37.2681	B	
gelana alto acilo 0.8 28	5	36.6174	B C	
gelana alto acilo 0.8 1	5	35.0712	C D	
κ-carragenina 0.8 42	5	34.9668	C D	
gelana alto acilo 1.5 1	5	34.9288	C D	
κ-carragenina 0.5 1	5	34.3631	D	
κ-carragenina 0.8 14	5	33.5607	D E	
κ-carragenina 0.8 28	5	32.5574	E F	
gelana alto acilo 0.8 42	5	31.6580	F G	
gelana alto acilo 0.5 1	5	30.8657	F G	
κ-carragenina 1.5 28	5	30.6396	G	
κ-carragenina 0.5 28	5	30.2988	G H	
gelana alto acilo 1.5 42	5	28.7215	H I	
κ-carragenina 1.5 14	5	28.6849	H I	
gelana alto acilo 1.5 14	5	28.5846	I	
gelana alto acilo 0.8 14	5	28.1359	I J	
gelana alto acilo 0.5 42	5	28.0312	I J	
gelana alto acilo 0.5 28	5	26.5503	J	
gelana alto acilo 0.5 14	5	24.5134	K	
κ-carragenina 0.8 1	5	24.0492	K	
κ-carragenina 0.5 14	5	23.2193	K	

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

B.7 Análisis estadístico para la superficie de la cámara A, segunda etapa

Resultados experimentales de la superficie de la cámara A, para salchichas de pechuga de pavo con GAA al 0.8%					
	Concentración	Día			
		1	14	28	42
k-carragenina	0.5	942	1061	902	755
		828	1202	857	1341
		1054	946	925	1047
		970	1012	878	704
		1017	1220	786	632
		761	717	832	601
		717	1077	827	878
		1171	808	805	1077
		1095	1273	848	832
		1126	1501	999	552
	0.8	563	555	631	449
		624	571	647	609
		801	816	674	566
		897	522	979	571
		457	612	530	710
		955	759	601	473
		970	400	587	276
		801	632	583	631
		253	544	530	571
		783	881	653	647
	1.5	375	552	1564	653
		530	422	672	631
		809	551	1227	1256
		407	509	1459	680
		674	897	1653	619
		571	685	775	734
		571	555	1012	591
		566	522	930	495
		571	494	1338	587
		914	522	1251	693

gelana alto acilo	0.5	473	591	999	987
		800	1237	925	971
		914	628	717	808
		587	685	609	775
		723	734	783	930
		693	590	885	956
		897	628	904	763
		955	477	808	571
		786	590	786	827
		881	609	674	740
	0.8	832	763	878	590
		674	710	666	1004
		902	878	740	1697
		775	636	587	1735
		902	759	832	710
		857	749	632	718
		827	952	740	857
		1004	587	827	1762
		643	1338	809	1407
		538	578	566	1285
	1.5	783	578	578	775
		1001	1126	510	464
		906	808	490	609
		853	1137	532	718
		813	696	636	714
		783	710	457	434
		620	740	552	805
		971	906	438	609
		710	956	530	693
		696	801	371	761

Análisis de varianza para la superficie de la cámara A					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Hidrocoloide	1	2083	2083	0.05	3.93
Concentración	2	681219	340609	8.97	3.08
Día	3	26699	8900	0.23	2.69
Hidrocoloide*Concentración	2	1777599	888799	23.39	3.08
Hidrocoloide*Día	3	1283510	427837	11.26	2.69
Concentración*Día	6	730820	121803	3.21	2.19
Hidrocoloide*Concentración*Día	6	3053720	508953	13.40	2.19
Error	216	8206094	37991		
Total	239	15761743			

Diferencia mínima significativa de Fisher, para la cámara A, con una confianza de 95%				
Hidrocoloide*Concentración*Día	N	Media	Agrupación	
κ-car 1.5 28	10	1188.02	A	
GAA 0.8 42	10	1176.47	A	
κ-car 0.5 14	10	1081.55	A B	
κ-car 0.5 1	10	968.01	B C	
κ-car 0.5 28	10	865.90	C D	
GAA 1.5 14	10	845.64	C D E	
κ-car 0.5 42	10	841.96	C D E	
GAA 0.5 42	10	832.72	C D E	
GAA 1.5 1	10	813.55	C D E F	
GAA 0.5 28	10	809.06	C D E F G	
GAA 0.8 1	10	795.32	D E F G H	
GAA 0.8 14	10	795.05	D E F G H	
GAA 0.5 1	10	770.98	D E F G H	
GAA 0.8 28	10	727.74	D E F G H I	
κ-car 0.8 1	10	710.34	D E F G H I J	
κ-car 1.5 42	10	694.02	E F G H I J	
GAA 0.5 14	10	677.16	E F G H I J K	
GAA 1.5 42	10	658.26	F G H I J K	
κ-car 0.8 28	10	641.67	G H I J K	
κ-car 0.8 14	10	629.16	H I J K	
κ-car 1.5 1	10	598.84	I J K	
κ-car 1.5 14	10	570.83	I J K	
κ-car 0.8 42	10	550.30	J K	
GAA 1.5 28	10	509.37	K	

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

B.8 Análisis estadístico para la superficie de la cámara B, segunda etapa

Resultados experimentales de la superficie de la cámara B, para salchichas de pechuga de pavo con GAA al 0.8%					
	Concentración	Día			
		1	14	28	42
k-carragenina	0.5	124	224	114	163
		171	245	162	90
		133	258	162	86
		184	106	147	141
		254	131	95	105
		152	159	114	75
		143	181	152	105
		133	231	152	73
		105	208	185	82
		133	196	196	60
	0.8	60	120	98	152
		131	75	105	90
		124	185	120	131
		88	159	75	73
		159	105	82	90
		163	82	124	105
		131	90	114	86
		131	152	152	114
		73	143	106	114
		124	174	73	105
	1.5	159	114	90	184
		114	65	184	75
		61	114	133	95
		109	75	124	109
		98	54	120	73
		98	71	60	82
		106	49	95	131
		120	150	82	120
		120	114	124	98
		105	76	109	65

gelana alto acilo	0.5	284	114	141	254
		247	124	220	208
		231	152	143	143
		257	171	114	228
		301	174	261	184
		147	162	326	196
		301	114	208	207
		314	174	258	184
		284	269	208	269
		371	98	233	152
	0.8	174	269	152	163
		218	171	218	75
		131	141	159	163
		163	114	239	90
		184	150	133	88
		196	239	179	133
		171	124	124	208
		141	90	245	141
		207	105	208	150
		114	105	75	159
	1.5	114	147	105	120
		90	122	105	75
		105	131	54	122
		135	114	114	171
		90	105	105	133
		73	95	109	114
		82	120	105	152
		105	114	177	124
		98	114	95	131
		82	141	98	90

Análisis de varianza para la superficie de la cámara A						
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	
Hidrocoloide	1	87597	87597	55.83	3.93	
Concentración	2	210481	105241	67.07	3.08	
Día	3	19455	6485	4.13	2.69	
Hidrocoloide*Concentración	2	29576	14788	9.42	3.08	
Hidrocoloide*Día	3	22784	7595	4.84	2.69	
Concentración*Día	6	28554	4759	3.03	2.19	
Hidrocoloide*Concentración*Día	6	66848	11141	7.10	2.19	
Error	216	338913	1569			
Total	239	804208				

Diferencia mínima significativa de Fisher, para la cámara B, con una confianza de 95%				
Hidrocoloide*Concentración*Día	N	Media	Agrupación	
GAA 0.5 1	10	273.720	A	
GAA 0.5 28	10	211.307	B	
GAA 0.5 42	10	202.468	B C	
κ-car 0.5 14	10	193.902	B C	
GAA 0.8 28	10	173.234	C D	
GAA 0.8 1	10	169.834	C D E	
GAA 0.5 14	10	155.285	D E F	
κ-car 0.5 1	10	153.245	D E F G	
GAA 0.8 14	10	150.798	D E F G H	
κ-car 0.5 28	10	147.942	D E F G H	
GAA 0.8 42	10	137.064	E F G H I	
κ-car 0.8 14	10	128.361	F G H I J	
GAA 1.5 42	10	123.194	F G H I J	
GAA 1.5 14	10	120.339	G H I J K	
κ-car 0.8 1	10	118.299	H I J K	
κ-car 1.5 28	10	111.908	I J K	
κ-car 1.5 1	10	108.917	I J K	
GAA 1.5 28	10	106.605	I J K	
κ-car 0.8 42	10	105.925	I J K	
κ-car 0.8 28	10	104.838	I J K	
κ-car 1.5 42	10	103.070	I J K	
κ-car 0.5 42	10	97.903	J K	
GAA 1.5 1	10	97.223	J K	
κ-car 1.5 14	10	88.249	K	

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

B.9 Análisis estadístico para la CRAS, segunda etapa

Resultados experimentales de CRA_s (%)					
Hidrocoloide	Concentración %	Día			
		1	14	28	42
k-carragenina	0.5	98.7449	99.3325	98.9210	96.4173
		98.3537	99.1391	98.7271	98.3192
		98.4932	98.7088	98.8240	97.2536
	0.8	99.3285	99.9440	98.8395	98.8360
		99.0588	99.4102	98.2861	98.2723
		99.0295	99.0966	98.5628	97.9790
	1.5	99.3195	99.5754	98.7071	99.0287
		99.3991	99.2347	98.5300	98.3036
		99.7810	99.4273	98.6078	98.6661
gelatina de alto acido	0.5	96.5876	98.8565	98.2844	97.2125
		96.9459	97.4309	97.2866	97.7978
		96.7704	96.6160	97.2047	98.1427
	0.8	97.5719	98.7088	98.7162	99.1170
		97.8351	99.8226	97.7075	98.1646
		97.7560	98.2955	98.7910	98.3072
	1.5	98.2367	99.6431	98.1965	96.7129
		98.9026	99.7692	98.4560	97.5083
		98.8124	99.5211	98.8340	97.7658

Análisis de varianza para la CRA _s					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}
Hidrocoloide	1	8.114	8.1139	35.48	3.93
Concentración	2	10.091	5.0457	22.06	3.08
Día	3	9.965	3.3218	14.53	2.69
Hidrocoloide*Concentración	2	1.024	0.5119	2.24	3.08
Hidrocoloide*Día	3	2.957	0.9855	4.31	2.69
Concentración*Día	6	3.470	0.5784	2.53	2.19
Hidrocoloide*Concentración*Día	6	5.518	0.9197	4.02	2.19
Error	48	10.977	0.2287		
Total	71	52.116			

Diferencia mínima significativa de Fisher, para la CRA _s , con una confianza de 95%			
Hidrocoloide*Concentración*Día	N	Media	Agrupación
gelana alto acilo 1.5 14	3	99.6445	A
κ-carragenina 1.5 1	3	99.4999	A B
κ-carragenina 0.8 14	3	99.4836	A B
κ-carragenina 1.5 14	3	99.4125	A B C
κ-carragenina 0.8 1	3	99.1389	A B C D
κ-carragenina 0.5 14	3	99.0602	A B C D
gelana alto acilo 0.8 14	3	98.9423	A B C D
κ-carragenina 0.5 28	3	98.8240	B C D
κ-carragenina 1.5 42	3	98.6661	C D
gelana alto acilo 1.5 1	3	98.6505	C D
κ-carragenina 1.5 28	3	98.6150	D
κ-carragenina 0.8 28	3	98.5628	D
κ-carragenina 0.5 1	3	98.5306	D
gelana alto acilo 0.8 42	3	98.5296	D
gelana alto acilo 1.5 28	3	98.4955	D E
gelana alto acilo 0.8 28	3	98.4049	D E F
κ-carragenina 0.8 42	3	98.3624	D E F G
gelana alto acilo 0.8 1	3	97.7210	E F G H
gelana alto acilo 0.5 42	3	97.7177	E F G H
gelana alto acilo 0.5 14	3	97.6345	F G H
gelana alto acilo 0.5 28	3	97.5919	G H
κ-carragenina 0.5 42	3	97.3300	H I
gelana alto acilo 1.5 42	3	97.3290	H I
gelana alto acilo 0.5 1	3	96.7680	I

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

C. Análisis estadístico tercera etapa

C.1 Análisis estadístico para el módulo de elasticidad, tercera etapa

Resultados experimentales del módulo de elasticidad (Pa), para salchichas de pechuga de pavo con GAA al 0.8%			
Tratamiento	Día		
	1	14	42
Sin alta presión hidrostática	328599	228903	270882
	311874	228903	267567
	318234	226680	265156
	308206	233891	263936
	313452	244713	252990
Con alta presión hidrostática	219492	195217	206101
	199375	187378	217649
	187185	178766	203241
	183691	176058	199034
	176196	182585	190059

Análisis de varianza para el módulo de elasticidad						
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}	
Tratamiento	1	45004957256	45004957256	445.70	4.26	
Día	2	10760195942	5380097971	53.28	3.40	
Tratamiento*Día	2	7924851612	3962425806	39.24	3.40	
Error	24	2423394819	100974784			
Total	29	66113399629				

Diferencia mínima significativa de Fisher, para módulo de elasticidad con una confianza de 95%				
Tratamiento*Día	N	Media	Agrupación	
Sin alta presión hidrostática 1	5	316073	A	
Sin alta presión hidrostática 42	5	264106	B	
Sin alta presión hidrostática 14	5	232618	C	
Con alta presión hidrostática 42	5	203217	D	
Con alta presión hidrostática 1	5	193188	D E	
Con alta presión hidrostática 14	5	184001	E	

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

C.2 Análisis estadístico para la ternera, tercera etapa

Resultados experimentales de ternera (N), para salchichas de pechuga de pavo con GAA al 0.8%			
Tratamiento	Día		
	1	14	42
Sin alta presión hidrostática	17	11	15
	18	10	13
	19	10	13
	17	9	14
	17	10	13
Con alta presión hidrostática	8	8	8
	8	8	8
	8	8	8
	8	9	7
	8	8	8

Análisis de varianza para la ternera					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}
Tratamiento	1	248.905	248.905	790.55	4.26
Día	2	71.721	35.861	113.90	3.40
Tratamiento*Día	2	75.794	37.897	120.36	3.40
Error	24	7.556	0.315		
Total	29	403.977			

Diferencia mínima significativa de Fisher, para la ternera, con una confianza de 95%					
Tratamiento*Día	N	Media	Agrupación		
Sin alta presión hidrostática 1	5	17.5738	A		
Sin alta presión hidrostática 42	5	13.5507	B		
Sin alta presión hidrostática 14	5	9.9143	C		
Con alta presión hidrostática 14	5	8.1306	D		
Con alta presión hidrostática 1	5	8.0090	D		
Con alta presión hidrostática 42	5	7.6168	D		

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

C.3 Análisis estadístico para la dureza, tercera etapa

Resultados experimentales de dureza (N), para salchichas de pechuga de pavo con GAA al 0.8%			
Tratamiento	Día		
	1	14	42
Sin alta presión hidrostática	65	43	54
	61	43	49
	60	45	49
	62	42	49
	63	46	49
Con alta presión hidrostática	40	33	38
	39	32	38
	39	32	38
	43	33	37
	38	29	35

Análisis de varianza para la dureza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}
Tratamiento	1	1867.20	1867.20	648.85	4.26
Día	2	848.18	424.09	147.37	3.40
Tratamiento*Día	2	164.45	82.23	28.57	3.40
Error	24	69.06	2.88		
Total	29	2948.90			

Diferencia mínima significativa de Fisher, para la dureza, con una confianza de 95%			
Tratamiento*Día	N	Media	Agrupación
Sin alta presión hidrostática 1	5	62.0290	A
Sin alta presión hidrostática 42	5	50.1779	B
Sin alta presión hidrostática 14	5	43.8499	C
Con alta presión hidrostática 1	5	39.6484	D
Con alta presión hidrostática 42	5	37.2551	E
Con alta presión hidrostática 14	5	31.8179	F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

C.4 Análisis estadístico para la cohesividad, tercera etapa

Resultados experimentales de cohesividad, para salchichas de pechuga de pavo con GAA al 0.8%			
Tratamiento	Día		
	1	14	42
Sin alta presión hidrostática	0.573	0.580	0.642
	0.561	0.626	0.672
	0.584	0.584	0.643
	0.539	0.646	0.665
	0.571	0.625	0.639
Con alta presión hidrostática	0.610	0.652	0.708
	0.606	0.676	0.704
	0.637	0.610	0.708
	0.618	0.638	0.703
	0.634	0.571	0.720

Análisis de varianza para la cohesividad						
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}	
Tratamiento	1	0.013873	0.013873	25.93	4.26	
Día	2	0.039536	0.019768	36.96	3.40	
Tratamiento*Día	2	0.002493	0.001247	2.33	3.40	
Error	24	0.012838	0.000535			
Total	29	0.068740				

Diferencia mínima significativa de Fisher, para la cohesividad, con una confianza de 95%					
Tratamiento*Día	N	Media	Agrupación		
Con alta presión hidrostática 42	5	0.708332	A		
Sin alta presión hidrostática 42	5	0.652196	B		
Con alta presión hidrostática 14	5	0.629336	B C		
Con alta presión hidrostática 1	5	0.621127	C		
Sin alta presión hidrostática 14	5	0.612113	C		
Sin alta presión hidrostática 1	5	0.565463	D		

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

C.5 Análisis estadístico para la adhesividad, tercera etapa

Resultados experimentales de adhesividad, para salchichas de pechuga de pavo con GAA al 0.8%			
Tratamiento	Día		
	1	14	42
Sin alta presión hidrostática	22.2	2.0	6.9
	23.8	1.8	6.3
	24.5	1.7	6.1
	21.0	1.9	6.1
	22.5	1.8	6.0
Con alta presión hidrostática	3.2	5.1	1.2
	3.1	4.5	1.3
	3.4	5.4	1.3
	3.4	4.9	1.3
	2.9	4.8	1.4

Análisis de varianza para la adhesividad					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}
Tratamiento	1	384.69	384.694	1030.61	4.26
Día	2	591.28	295.638	792.02	3.40
Tratamiento*Día	2	661.64	330.821	886.28	3.40
Error	24	8.96	0.373		
Total	29	1646.57			

Diferencia mínima significativa de Fisher, para la adhesividad, con una confianza de 95%			
Tratamiento*Día	N	Media	Agrupación
Sin alta presión hidrostática 1	5	22.8157	A
Sin alta presión hidrostática 42	5	6.2787	B
Con alta presión hidrostática 14	5	4.9372	C
Con alta presión hidrostática 1	5	3.2066	D
Sin alta presión hidrostática 14	5	1.8595	E
Con alta presión hidrostática 42	5	1.3246	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

C.6 Análisis estadístico para la gomosidad, tercera etapa

Resultados experimentales de gomosidad (N), para salchichas de pechuga de pavo con GAA al 0.8%			
Tratamiento	Día		
	1	14	42
Sin alta presión hidrostática	37	29	29
	34	27	33
	35	29	32
	34	27	33
	36	29	31
Con alta presión hidrostática	25	19	27
	24	18	27
	24	19	25
	25	17	26
	23	20	24

Análisis de varianza para la gomosidad					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}
Tratamiento	1	592.13	592.132	390.55	4.26
Día	2	227.51	113.757	75.03	3.40
Tratamiento*Día	2	34.23	17.117	11.29	3.40
Error	24	36.39	1.516		
Total	29	890.27			

Diferencia mínima significativa de Fisher, para la gomosidad, con una confianza de 95%				
Tratamiento*Día	N	Media	Agrupación	
Sin alta presión hidrostática 1	5	35.0712	A	
Sin alta presión hidrostática 42	5	31.6580	B	
Sin alta presión hidrostática 14	5	28.1359	C	
Con alta presión hidrostática 42	5	25.6826	D	
Con alta presión hidrostática 1	5	24.0268	E	
Con alta presión hidrostática 14	5	18.4993	F	
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.				

C.7 Análisis estadístico para la superficie de la cámara A, tercera etapa

Resultados experimentales de la superficie de la cámara A, para salchichas de pechuga de pavo con GAA al 0.8%			
Tratamiento	Día		
	1	14	42
Sin alta presión hidrostática	832	763	590
	674	710	1004
	902	878	1697
	775	636	1735
	902	759	710
	857	749	718
	827	952	857
	1004	587	1762
	643	1338	1407
	538	578	1285
Con alta presión hidrostática	404	647	832
	587	718	717
	587	457	670
	494	734	647
	424	407	761
	449	469	775
	513	609	653
	514	583	955
	636	587	631
	808	612	734

Análisis de varianza para la superficie cámara A					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}
Hidrocoloide	1	1366035	1366035	25.88	4.26
Día	2	1037608	518804	9.83	3.40
Hidrocoloide*Día	2	145301	72651	1.38	3.40
Error	54	2850574	52788		
Total	59	5399518			

Diferencia mínima significativa de Fisher, para la cámara A, con una confianza de 95%				
Tratamiento*Día	N	Media	Agrupación	
Sin alta presión hidrostática 42	10	1176.47	A	
Sin alta presión hidrostática 1	10	795.32	B	
Sin alta presión hidrostática 14	10	795.05	B	
Con alta presión hidrostática 42	10	737.53	B C	
Con alta presión hidrostática 14	10	582.39	C	
Con alta presión hidrostática 1	10	541.59	C	

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

C.8 Análisis estadístico para la superficie de la cámara B, tercera etapa

Resultados experimentales de la superficie de la cámara B, para salchichas de pechuga de pavo con GAA al 0.8%			
Tratamiento	Día		
	1	14	42
Sin alta presión hidrostática	174	269	163
	218	171	75
	131	141	163
	163	114	90
	184	150	88
	196	239	133
	171	124	208
	141	90	141
	207	105	150
	114	105	159
Con alta presión hidrostática	131	61	98
	82	86	88
	82	49	68
	75	90	124
	109	61	82
	98	68	114
	124	68	114
	82	90	162
	90	54	147
	90	88	106

Análisis de varianza para la superficie de la cámara B					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F _{Tabla}
Hidrocoloide	1	53938	53938	41.06	4.26
Día	2	4769	2384	1.82	3.40
Hidrocoloide*Día	2	8330	4165	3.17	3.40
Error	54	70931	1314		
Total	59	137968			

Diferencia mínima significativa de Fisher, para la cámara B, con una confianza de 95%				
Tratamiento*Día	N	Media	Agrupación	
Sin alta presión hidrostática 1	10	169.834	A	
Sin alta presión hidrostática 14	10	150.798	A B	
Sin alta presión hidrostática 42	10	137.064	B C	
Con alta presión hidrostática 42	10	110.277	C D	
Con alta presión hidrostática 1	10	95.999	D E	
Con alta presión hidrostática 14	10	71.523	E	

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

C.9. Análisis estadístico para la CRAS, tercera etapa

Resultados experimentales de CRA_s (%), para salchichas de pechuga de pavo con GAA al 0.8%			
Tratamiento	Día		
	1	14	42
Sin alta presión hidrostática	97.5719	98.7088	99.1170
	97.8351	99.8226	98.1646
	97.7560	98.2955	98.3072
Con alta presión hidrostática	99.2187	99.1229	97.4416
	98.3471	99.2267	97.1996
	98.7829	99.8782	97.3206

Análisis de varianza para la CRA_s						
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	F_{Tabla}	
Tratamiento	1	0.0512	0.05116	0.24	4.26	
Día	2	5.0489	2.52447	11.85	3.40	
Tratamiento*Día	2	4.1600	2.08001	9.76	3.40	
Error	12	2.5564	0.21303			
Total	17	11.8165				

Diferencia mínima significativa de Fisher, para la CRA_s , con una confianza de 95%			
Tratamiento*Día	N	Media	Agrupación
Con alta presión hidrostática 14	3	99.4093	A
Sin alta presión hidrostática 14	3	98.9423	A B
Con alta presión hidrostática 1	3	98.7829	A B
Sin alta presión hidrostática 42	3	98.5296	B C
Sin alta presión hidrostática 1	3	97.7210	C D
Con alta presión hidrostática 42	3	97.3206	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

D. Fichas técnicas

D.1. Ficha técnica de ácido ascórbico

 Insumos y tecnología para la industria alimentaria	FICHA TECNICA ACIDO SORBICO	CI-260 / 012
		Versión 001
		Página 1 de 3
		Fecha de Emisión:16-05-13

SINGSINO GROUP LIMITED / SINOCEM NINGBO LTD.

Descripción

El ácido sórbico es un polvo cristalino blanco, que tiene punto de fusión de 132 a 135 grados centígrados, su punto de ebullición 228 grados centígrados, difícil de disolver en el agua, fácil de disolver en el alcohol y otros disolventes orgánicos.
Muy eficiente en el control de hongos, mohos, levaduras y bacterias aeróbicas.
Su peso molecular es 112.12 g/mol.

Áreas de aplicación

Industria alimentaria en general.

Beneficios

- Conservante, prolonga la vida útil del producto.
- Se utiliza principalmente como agente microbiano.

Dosis

1 gr por kg de producto terminado y/o según el producto a elaborar y su formulación.

Composición

Acido sórbico.

Especificaciones fisico-químicas

Aspecto:	Polvo cristalino blanco
Pureza :	99,0 a 101,0%
Humedad:	máx. 0,5%
Punto de fusión:	132-135 °C
Residuo de ignición:	máx. 0,2%
Aldehídos (como HCHO)	máx. 0,1%

Especificaciones microbiológicas

No aplica

 <p>Insumos y tecnología para la industria alimentaria</p>	<p>FICHA TECNICA ACIDO SORBICO</p>	CI - 260 / 012
		Versión 001
		Página 2 de 3
		Fecha de Emisión: 16-05-13

Especificaciones de metales pesados

Arsénico (As)	máx. 2ppm
Metales Pesados (Pb)	máx. 10ppm
Plomo	máx. 2 ppm
Mercurio	máx. 1 ppm

Datos nutricionales

No aplica.

Almacenamiento

Almacenar en lugares secos, frescos y oscuros. Evite el contacto con otros productos químicos o sustancias que lo puedan contaminar.

Vida útil 24 meses bajo condiciones de almacenamiento sugeridas. Se recomienda utilizar inmediatamente después de abrir.

Embalaje

25 kg neto en bolsas de papel kraft.

Pureza y legislación

Este producto se fabrica de acuerdo con las leyes y regulaciones para la producción de suplementos alimenticios bajo una inspección rigurosa.

Seguridad y manipulación

La hoja de seguridad del material esta disponible según se requiera.

Pais de origen

China

Certificación Kosher

Disponible según requerimiento.

 <p>cimpa S.A.S. Insumos y tecnología para la industria alimentaria</p>	<p>FICHA TECNICA ACIDO SORBICO</p>	CI - 260 / 012
		Versión 001
		Página 3 de 3
		Fecha de Emisión: 16-05-13

GMO

No aplica

Alérgenos

El producto no contiene ninguno de los ingredientes de la lista de alérgenos de la EC.



CIMPA S.A.S. declara que los resultados reportados en el presente certificado, son tomados de la información suministrada por nuestro Proveedor, por lo tanto se fundamenta en sus técnicas de análisis autorizadas. Dicha información se entrega a Nuestros Clientes de realizar sus propios análisis.

D.2. Ficha técnica de almidón waxy



Información Técnica

Cargill Tex 06201

DESCRIPCIÓN

Almidón estabilizado y entrecruzado de maíz ceroso (waxy)

MATERIA PRIMA

Maíz Ceroso (Waxy)

ETIQUETADO DEL PRODUCTO

Etiquetado del empaque	Adipato acetilado de dialmidón
Etiquetado del empaque EEUU	Almidón modificado para Alimentos (Food Starch modified)
Ingredientes (listados en orden decreciente)	100% (b s) Almidón modificado para Alimentos

CLASIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Código CN	3505 10 50
Código CN (no-UE)	3505 10 0040
No CAS	63798-35-6
No SIN	1422

PAÍS DE ORIGEN

Estados Unidos de América.

ESPECIFICACIONES

Especificaciones Fisicoquímicas

Parámetro		Unidades	Min	Típico	Máx	Texto
Humedad	-	%			12	(*)
pH lechada	20 g + 100 ml		4.5		6	(*)
Dióxido de azufre	-	mg/kg			9.9	(*)
Visc. Ácid. Brab US	U4.97%, pico	UB	625		875	
Visc. Buffer RVA	5.5% b.s. final	mPa s	940		1725	
Visc. Buffer RVA	5.5% b.s. cima	mPa s	925		1200	(*)

Especificaciones Microbiológicas

Parámetro		Unidades	Min	Típico	Máx	Texto
Cuenta total en placa	/g				10000	(*)
Levaduras	/g				500	(*)
Hongos	/g				500	(*)
Coliformes	/g				100	(*)
Esporas termofílicas	/10g				125	
Esporas de agriado plano	/10g				50	

(*) Parámetros reportados en el Certificado de Análisis necesarios para la aceptación del producto

Información dietética

Apto para	Certificado		Comentario
Halal	Si	Si	
Kosher	Si	Si	
Lacto-vegetarianos	Si	No	
Ovo-vegetarianos	Si	No	
Vegetarianos	Si	No	

Makymat S. A. de C. V.

Calle San Luis Tlatilco # 6-A, Col. San Luis Tlatilco, Naucalpan, Edo. de Méx. C.P. 53630
 Conm. +52 (55) 5312-9530 Fax: +52 (55) 5312-4298 e-mail: info@makymat.com

(Se conserva la del proveedor) Fecha: 17/Dic/2013
 Cargill Spec / Rev 06/2013/00009611/ Ver 06
 Pag 1/2





Alérgenos (Directrices legales)

Información de alérgenos

	Presencia	Comentario
Cereales conteniendo gluten y productos derivados	No	
Crustáceos y productos derivados	No	
Huevos y productos derivados	No	
Pescado y productos derivados	No	
Cacahuates y productos derivados	No	
Soya y productos derivados	No	
Leche y productos derivados (incluyendo lactosa)	No	
Nueces y productos derivados	No	
Apio y productos derivados	No	
Mostaza y productos derivados	No	
Semillas de Ajonjolí y productos derivados	No	
Dioxidio de azufre y sulfitos	No	** SO ₂ < 10 mg/kg
Lupino (altramuz)	No	
Moluscos y productos derivados	No	

** Dioxidio de azufre < 10ppm no requiere etiquetarse como alérgeno de acuerdo al 21 CFR sección 101.100 de la US FDA

La lista de alérgenos de arriba esta de acuerdo con el Annex II of Regulation (EU) n° 1169/2011 sobre la información alimentaria para el consumidor, con el Food Allergen Labeling and Consumer Protection Act (FALCPA), con el Health Canada, the Canadian Food Inspection Agency (CFIA)

Declaración GMO

Este ingrediente de Cargill se deriva de maíz que ha sido potencialmente modificado genéticamente.

Requerimientos legales:

Food Chemical Codex actual

Este producto cumple con:

FDA 21 CFR § 172.892, Food Starch Modified

EMPAQUE ESTÁNDAR

50 libras Bolsas de papel multicapas

CONDICIONES RECOMENDADAS DE ALMACENAMIENTO

Almacenar en interior, bajo condiciones secas

VIDA DE ANAQUEL PARA EL PRODUCTO EMPACADO

Vida de anaquel después de la fecha de producción (meses): 24

COMENARIOS SOBRE VIDA DE ANAQUEL

La vida de anaquel especificada sólo puede ser garantizada si son respetadas las condiciones de almacenamiento recomendadas mencionadas arriba.

FUNCIONALIDAD

- Almidón altamente versátil útil en una amplia variedad de aplicaciones
- Muy adecuado para sistemas neutros y ácidos
- Adaptable tanto a sistemas por lotes como en procesos continuos
- Estable cuando es sometido a calentamiento prolongado
- Buenas estabilidad en el almacenamiento en frío a ciclos de congelado-descongelado
- Textura corta y cremosa
- Buena claridad de la pasta
- Sabor suave

APLICACIONES

Este producto es un espesante versátil recomendado para productos preparados bajo condiciones de proceso moderadas, tales como:

- Rellenos para panadería y frutas (frescos, enlatados, en cubeta y congelados)
- Sopas, salsas y gravies (enlatados y congelados)
- Entradas congeladas
- Salsa Barbecue y de tomate
- Alimentos para bebés
- Alimentos enlatados para mascotas
- Etc

D.3. Ficha técnica de cloruro de sodio

SIGMA-ALDRICH®

sigma-aldrich.com

3050 Spruce Street, Saint Louis, MO 63103, USA

Website: www.sigmaaldrich.com

Email USA: techserv@sial.com

Outside USA: eurtechserv@sial.com

Product Specification

Product Name:
Sodium chloride - BioXtra, ≥99.5% (AT)

Product Number: **S7653** NaCl
CAS Number: 7647-14-5
MDL: MFCD00003477
Formula: ClNa
Formula Weight: 58.44 g/mol

Appearance (Color)	White to Off-White
Appearance (Form)	Powder
Infrared spectrum	Conforms to Structure
Solubility (Color)	Colorless to Faint Yellow
Solubility (Turbidity)	Clear to Hazy
1.25 g + 25 mL, ETOH	
Purity (Titration by NaOH)	≥ 99.0 %

TEST	Specification
Appearance (Color)	White
Appearance (Form)	Powder
powder to fine crystals with lumps	
Solubility (Color)	Colorless
Solubility (Turbidity)	Clear
1 M in H ₂ O	
Bromide (Br)	Pass
< / = 0.01%	
Iodide (I)	Pass
< / = 0.001%	
Insoluble Matter	Pass
Passes filter test	
Sulfate (SO ₄)	< 0.05 %
Potassium (K)	< 0.005 %
Phosphate (PO ₄)	< 0.0005 %
Aluminum (Al)	< 0.0005 %
Bismuth (Bi)	< 0.0005 %
Lead (Pb)	< 0.0005 %
Arsenic (As)	Pass
< / = 0.0001%	
Barium (Ba)	< 0.0005 %
Cadmium (Cd)	< 0.0005 %
Cobalt (Co)	< 0.0005 %
Copper (Cu)	< 0.0005 %

Sigma-Aldrich warrants, that at the time of the quality release or subsequent retest date this product conformed to the information contained in this publication. The current Specification sheet may be available at Sigma-Aldrich.com. For further inquiries, please contact Technical Service. Purchaser must determine the suitability of the product for its particular use. See reverse side of invoice or packing slip for additional terms and conditions of sale.

Product Specification

Product Name:
Sodium chloride - BioXtra, ≥99.5% (AT)

Product Number: **S7653** NaCl
 CAS Number: 7647-14-5
 MDL: MFCD00003477
 Formula: ClNa
 Formula Weight: 58.44 g/mol

TEST	Specification
Strontium (Sr)	< 0.0005 %
Zinc (Zn)	< 0.0005 %
Calcium (Ca)	< 0.002 %
Chromium (Cr)	< 0.0005 %
Magnesium (Mg)	< 0.0005 %
Manganese (Mn)	< 0.0005 %
Iron (Fe)	< 0.0001 %
Lithium (Li)	< 0.0005 %
Molybdenum (Mo)	< 0.0005 %
Nickel (Ni)	< 0.0005 %
A260 UV Absorption 1 M in H ₂ O	< 0.01
A280 UV Absorption 1 M in H ₂ O	< 0.01
pH 1 M in H ₂ O at 20 deg C	5.0 - 8.0
Titration with AgNO ₃	≥ 99.5 %
Recommended Retest Period 6 years	-----

Specification: PRD.2.ZQ5.10000006430

Sigma-Aldrich warrants, that at the time of the quality release or subsequent retest date this product conformed to the information contained in this publication. The current Specification sheet may be available at Sigma-Aldrich.com. For further inquiries, please contact Technical Service. Purchaser must determine the suitability of the product for its particular use. See reverse side of invoice or packing slip for additional terms and conditions of sale.

D.4. Ficha técnica de gelana de alto acilo

PRODUCT DATA SHEET



KELCOGEL® HS-B GELLAN GUM

Document No: 601-IX

Effective Date: 04 Jun 2012

Description	KELCOGEL HS-B is a high acyl gellan gum for use in stabilizing neutral pH soy beverages. (Note: KELCOGEL HS-B is not recommended for use in neutral pH dairy applications.)
Features	<ul style="list-style-type: none">· pseudoplastic rheology (i.e., shear thinning)· low protein reactivity· functional in soy milk or beverages containing soy products· easy to disperse and hydrate
Benefits	<ul style="list-style-type: none">· excellent suspension of cocoa and insoluble calcium ingredients· minimal contribution to mouthfeel viscosity· compatible with a wide variety of neutral pH soy beverages· results in products with excellent shelf life stability· compatible with equipment typically used in soy beverage processing plants· can be used in combination with carrageenan to tailor suspension performance and mouthfeel
Typical Applications	<ul style="list-style-type: none">· flavored soy beverages· coffee and tea soy beverages· nutritional soy-based beverages
Typical Use Level	KELCOGEL HS-B is typically used at 0.10 – 0.12%.
Dispersion/Hydration	KELCOGEL HS-B can be dispersed readily into soy milk or other soy-based beverage systems using common mixing devices. The product can be activated by heat treatments such as HTST, UHT, batch pasteurization and retort processes.
Standard Packaging	Packed in 25-kg multiwalled, valve-filled bags. All packaging materials comply with relevant UK, EU, and United States food contact legislation.
Ingredient/Labeling	KELCOGEL HS-B gellan gum Sucrose, CAS: 57-50-1 Food grade gellan gum, CAS: 71010-52-1; E418 For use as a stabilizer and thickener Kosher approved; Halal approved
Regulatory Information	The ingredients of this product comply with the following regulations and standards: Sucrose (sugar): <i>Food Chemicals Codex</i> , 21 CFR § 184.1854 (USA) Gellan gum: <i>Food Chemicals Codex</i> , 21 CFR § 172.665 (USA), <i>Canadian Food and Drug Law</i> (Item G.2, Table IV), JECFA, the purity criteria in the current EC Directive, 1829/2003/EC, and <i>Japan's Specifications and Standards for Food Additives</i> .
Storage Conditions/ Shelf Life	Store in a roofed and well-ventilated area in the unopened original package. Functional properties of the product are guaranteed to conform with the stated sales specifications for 730 days from the date of manufacture when stored under these conditions. Product quality should be re-evaluated prior to use if this "Best Before" date has been exceeded.
Quality System	Manufactured according to a Quality System registered to ISO 9001:2008.

KELCOGEL[®] HS-B GELLAN GUM

Document No.: 601-H

Effective Date: 04 Jun 2012

METHODS OF TESTING (Full details of test methods are available upon request)

Loss on Drying (KTM003)

Spread 3-5 g product evenly on a tared weighing pan and weigh accurately. Dry in an oven at 105°C for 2½ hours. Cool in a desiccator and reweigh.

Appearance

Qualitative evaluation.

Suspension (KTM292)

Please contact the CP Kelco Sales Representative.

Bacteria (KTM800)

Follow the procedures as given for microbial limit tests in the current edition of the *United States Pharmacopoeia*

Coliform (KTM801), Yeast and Mold (KTM803)

Follow procedures as given for microbial limits in the current edition of the U.S. Food and Drug Administration's *Bacteriological Analytical Manual for Foods*.

Salmonella spp. (KTM804), *Escherichia coli* (KTM802)

Test method is available upon request.

NOTE: CP Kelco reserves the right to use company test methodology.

The information contained herein is, to our best knowledge, true and accurate, but all recommendations or suggestions are made without guarantee, since we can neither anticipate nor control the different conditions under which this information and our products are used. Each manufacturer should evaluate their final products to determine compliance with all relevant federal, state and local regulations. Further we can disclaim all liability with regard to its customers' infringement of third party intellectual property including, but not limited to, patents. We recommend that our customers apply for licenses under any relevant patents. No statement herein or by our employees shall be construed to imply the non-existence of relevant patents or as a recommendation or inducement to infringe said patents. It is our policy, however, to assist our customers and to help in the solution of particular problems which may arise in connection with applications of our products.

KELCOGEL is a registered trademark of CP Kelco ApS and/or CP Kelco U.S. Inc.
© CP Kelco ApS 2005

www.cpkelco.com

CP Kelco
A HUBER COMPANY

e-mail: solutions@cpkelco.com

The Americas
CP Kelco
800-535-2687 phone
678-247-2752 fax

Europe/Middle East/Africa
CP Kelco France SARL
+33 (0) 1 49 03 78 00 phone
+33 (0) 1 49 03 78 29 fax

Asia Pacific
CP Kelco Singapore Pte. Ltd.
+65 6491 9100 phone
+65 6491 9101 fax

Page 2 of 2

D.5. Ficha técnica de gelana de bajo acilo

PRODUCT DATA SHEET



Document No: 302-X
Effective Date: 04 Apr 2011

KELCOGEL[®] F GELLAN GUM

Description	KELCOGEL F gellan gum is a fine mesh multifunctional gelling agent for use in foods and personal care applications. KELCOGEL F gellan gum is ideal for a variety of gelling, texturizing, stabilizing and film forming applications. It is recommended for dry mixes and high solids applications.
Features	<ul style="list-style-type: none">• excellent stability• high gel strength• heat stable• sparkling clarity• outstanding flavor release• fine mesh for improved hydration• easily combined with other hydrocolloids• fluid gel suspension• high compatibility with protein
Typical Applications	<ul style="list-style-type: none">• aspics• bakery fillings• beverages / fluid gels• confections• dairy products• dessert gels• non-standardized jams and jellies• batters and breading• bakery dry mixes• icings and frostings• fruit preparations• personal care
Typical Use Level	KELCOGEL F gellan gum forms gels at extremely low gum use levels - as low as 0.05%. Gel strength can be increased by manipulating both gum and ion concentration.
Dispersion/Hydration	Model gels are produced by adding KELCOGEL F gellan gum to tap water under shear, heating to 90°C, adding ions and cooling to set. Both monovalent and divalent ions can be used: K ⁺ , Na ⁺ , Ca ⁺⁺ and Mg ⁺⁺ . Sequestrants such as sodium citrate or phosphates may be required for hydration in hard water.
Standard Packaging	Packed in 25-kg Leverpak drums (or their equivalent) with polyethylene liners (21 CFR §177.1520). All packaging materials comply with relevant UK, EU, and United States food contact legislation.
Ingredient/Labeling	KELCOGEL F gellan gum Food grade gellan gum, CAS: 71010-52-1; E418 For use as a stabilizer and thickener Kosher approved; Halal approved
Regulatory Information	Gellan gum complies with requirements contained in the following regulations and standards: <i>Food Chemicals Codex</i> , 21 CFR § 172.665 (USA), <i>Canadian Food and Drug Law</i> (Item G.2, Table IV), JECFA, the purity criteria in the current EC Directive, 1829/2003/EC, and <i>Japan's Specifications and Standards for Food Additives</i>
Storage Conditions/ Shelf Life	Store in a roofed and well-ventilated area in the unopened original package. Functional properties of the product are guaranteed to conform with the stated sales specifications for 730 days from the date of manufacture when stored under these conditions. Product quality should be re-evaluated prior to use if this "Best Before" date has been exceeded.
Quality System	Manufactured according to a Quality System registered to ISO 9001:2008.

Specifications

<u>Property</u>	<u>Requirement</u>	<u>Test Method</u>
Particle Size	Tyler Standard Screen Scale, Ro-Tap	KTM146
- 80 mesh (180 µm)	Not less than 99% through	
- 100 mesh (150 µm)	Not less than 97% through	
Loss on Drying	Not more than 14%	KTM003
Powder Color	Not less than 77	KTM006
Solution pH		KTM005
- 1% gum in DI water	4.5 – 6.5	
Transmittance		KTM087
- 0.5% gum in 6 mM CaCl ₂ (490 nm)	Not less than 74%	
Isopropyl Alcohol	Not more than 750 mg/kg (ppm)	KTM520
Bacteria*	Not more than 10,000 cfu/g	KTM800
Yeast	Not more than 400 cfu/g	KTM803
Mold	Not more than 400 cfu/g	KTM803
Coliform	Negative by Most Probable Number (MPN)	KTM801
<i>Escherichia coli</i>	Absent in 25 g	KTM802
<i>Salmonella</i> spp.	Absent in 25 g	KTM804

* Total viable mesophilic aerobic count, 48 hr incubation

Specifications – Guaranteed to Comply

Testing to the following specifications is conducted on a skip-lot basis and may not be reported on the Certificate of Analysis. Product is guaranteed by CP Kelco to comply with compendial requirements applicable for each property.

<u>Property</u>	<u>Requirement</u>	<u>Test Method</u>
Identification	Pass	KTM519
Total Nitrogen	Not more than 3.0%	KTM516
Assay	3.3 – 6.8% CO ₂	KTM503
Ash	4.0 – 14.0%	KTM007
Heavy Metals	Not more than 20.0 mg/kg (ppm)	KTM514
Lead	Not more than 2.0 mg/kg (ppm)	KTM514
Arsenic	Not more than 2.0 mg/kg (ppm)	KTM514
Mercury	Not more than 1.0 mg/kg (ppm)	KTM514
Cadmium	Not more than 1.0 mg/kg (ppm)	KTM514
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absent in 1.0 g	KTM806
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Absent in 1.0 g	KTM807

METHODS OF TESTING (For test methods not listed, follow the applicable compendium. Full details of test methods are available upon request)

Particle Size (KTM146)

Shake 50 g product on 28 and 42 mesh (600 and 355 μm) Tyler Standard Screens for 20 minutes using a Ro-Tap sieve shaker.

Loss on Drying (KTM003)

Spread 3-5 g product evenly on a tared weighing pan and weigh accurately. Dry in an oven at 105°C for 2½ hours. Cool in a desiccator and reweigh.

Powder Color (KTM006)

Test method is available upon request.

Solution pH (KTM005)

Slowly add 3 g product to 297 mL deionized water in a 400-mL beaker while stirring at 800 rpm using a low-pitched, propeller-type stirrer. After stirring for 30 min, measure the pH of this solution using a pH meter.

Transmittance (KTM087)

Slowly add 1.50 g product to 250 g deionized water in a tared 400-mL beaker while stirring at 600-800 rpm. Heat to 70-75°C (158-168°F) and hold at this temperature for 15 minutes with continued stirring. Pipet 4.8 mL of a calcium chloride solution (prepared by dissolving 37.755 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ in 1 L of deionized water) into the heated solution and continue mixing for 1 to 2 minutes. Using deionized water at 80°C (176°F), adjust the weight of the solution to 301 g and mix for 30 seconds. Measure the transmittance of this solution using a Bausch and Lomb Spectronic 215, or other suitable spectrometer, at 490 nm. Use deionized water as the 100% transmittance standard. **Note:** After adding the solution to the cuvette, allow to cool to room temperature (approximately 1 hour) before measuring the transmittance.

NOTE: CP Kelco reserves the right to use company test methodology.

The information contained herein is, to our best knowledge, true and accurate, but all recommendations or suggestions are made without guarantee, since we can neither anticipate nor control the different conditions under which this information and our products are used. Each manufacturer should evaluate their final products to determine compliance with all relevant federal, state and local regulations. Further we can disclaim all liability with regard to its customers' infringement of third party intellectual property including, but not limited to, patents. We recommend that our customers apply for licenses under any relevant patents. No statement herein or by our employees shall be construed to imply the non-existence of relevant patents or as a recommendation or inducement to infringe said patents. It is our policy, however, to assist our customers and to help in the solution of particular problems which may arise in connection with applications of our products.

KELCOGEL[®] is a registered trademark of CP Kelco ApS and/or CP Kelco U.S., Inc. and may be registered or applied for in other countries.
© CP Kelco ApS 2003

www.cpkelco.com

CPKelco
A HUBER COMPANY

e-mail: solutions@cpkelco.com

The Americas

CP Kelco
800-535-2687 phone
678-247-2752 fax

Europe/Middle East/Africa

CP Kelco France SARL
+33 (0) 1 49 03 78 00 phone
+33 (0) 1 49 03 78 29 fax

Asia Pacific

CP Kelco Singapore Pte. Ltd.
+65 6491 9100 phone
+65 6491 9101 fax

Page 3 of 3

D.6. Ficha técnica de κ-carragenina



WG-17

DESCRIPTION

WG-17 is a refined kappa carrageenan that produces very strong, firm, clear gels in water. It is suitable for products where clarity and high gel strength are required. WG-17 reacts with additional potassium to produce extremely strong gels in water.

SPECIFICATIONS

Primary		
▪ Water Gel Strength-----	Minimum 450 g/cm ² (BHV Gel Tester) -----	WG001
Standard		
▪ Powder color -----	Cream to light tan -----	GEN001
▪ Powder Particle Size -----	90% through 200 Mesh -----	GEN002
▪ Moisture -----	Maximum 12% -----	GEN003
▪ pH (1.5% at 50°C) -----	7.0 to 11.0 -----	GEN004
Microbiological		
▪ Total plate count -----	Less than 5000 cfu/g -----	FDA BAM
▪ Molds and yeasts -----	Less than 100 cfu/g -----	FDA BAM
▪ E. coli -----	None Detected -----	FDA BAM
▪ Salmonella -----	None Detected -----	FDA BAM
▪ Staphylococcus aureus -----	None Detected -----	FDA BAM

Ingredients labeling: Carrageenan

Typical Use Level: 0.5% to 1.0% by weight of the final product

<p>™ Ingredients Solutions, Inc.</p>	<p>Main Office - R&D Center 631 Moosehead Trail Waldo, ME 04915 Tel: (207) 722-4172 Fax: (207) 722-4271 email: info@IngredientsSolutions.com web address: www.IngredientsSolutions.cc</p>
--------------------------------------	--

PROPERTIES AND INFORMATION

WG-17 is a *kappa* carrageenan with sufficient associated potassium to produce gels with high strength even in soft water. Kappa carrageenans form thermally reversible gels. They are also highly synergistic with locust bean gum, which increases the gel strength and makes the gels more elastic. When added to water carrageenan should first be blended with other dry ingredients for optimum dispersion and should be added to the liquid slowly with medium to high shear mixing for best results.

NUTRITIONAL ANALYSIS SUMMARY

(Call our Technical Service Department for a Full Nutritional Analysis Sheet)

Nutrient	Quantity (Dry per 100g)	Method
Calories	290	4-9-4 Rule
Total Fat	0 g	AOAC 945.44
Total Carbohydrate	70 g	21 CFR 101.9 (c) (6) FDA
Dietary Fiber, insoluble	<1.0 g	AIM/JECFA
Dietary Fiber, soluble	70 g	AOAC 985.29
Total Sugars	30 g	Per Formulation
Total Protein	2.0 g	AOAC 990.03 992.23
Sodium	2.3 g	AA/EPA Digests
Iron	20 ppm	AA/EPA Digests

* Carrageenan is soluble dietary fiber and is subject to the 4-9-4 rule. However, carrageenan is not digested and thereby non-caloric.

Technical Service

For assistance with this or any ISI carrageenan products, please contact our technical service representatives at **1-800-628-3166**.

Shelf Life & Storage

Fifty (50) lb., 3-ply, poly-lined paper bags. Store product in a cool, dry environment. When using recommended storage conditions, shelf life is two years in original, unopened packaging.

Regulatory

The carrageenan in this product meets the definitions and requirements for carrageenan as set forth in 21 C.F.R. 172.620 and 172.626 (augmented by material contained in the Federal Register of July 10, 1979:44 FR40343).

Warranty

Ingredients Solutions, Inc., warrants that its products are not misbranded or mislabeled at the time they are shipped from its plant or warehouse. ISI makes no other warranties, express or implied regarding its products. Application recommendations made by ISI are based on its research using specific formulations and ingredient sources and are believed to be accurate at the time of printing. However, ISI cannot guarantee the suitability of its products for a given use and suggests that customers review application suitability with a technical representative of ISI. ISI cannot warrant against possible infringement of third-party application patents and recommends that its customers review the relevant patent literature.

© Copy right 1994
Revision date: 02/08/10 kj

D.7. Ficha técnica de nitrito de sodio

SIGMA-ALDRICH[®]

sigma-aldrich.com

3050 Spruce Street, Saint Louis, MO 63103, USA
Website: www.sigmaaldrich.com
Email USA: techserv@sial.com
Outside USA: eurtechserv@sial.com

Product Specification

Product Number: 563218
CAS Number: 7632-00-0
MDL: MFCD00011118
Formula: NNaO2
Formula Weight: 69.00 g/mol



TEST	Specification
Appearance (Color)	White to Off-White
Appearance (Form) Crystals or Powder	Conforms to Requirements
Titration by KMNO4	≥98.0 %
ICP Major Analysis Confirms Na Component	Confirmed
Trace Metal Analysis	≤20.0 ppm
Purity 99.999% Based On Trace Metals Analysis	Conforms

Remarks:

Specification Date : 12/06/2010

Sigma-Aldrich warrants, that at the time of the quality release or subsequent retest date this product conformed to the information contained in this publication. The current Specification sheet may be available at Sigma-Aldrich.com. For further inquiries, please contact Technical Service. Purchaser must determine the suitability of the product for its particular use. See reverse side of invoice or packing slip for additional terms and conditions of sale.

1 OF 1

D.8. Ficha técnica de tripolifosfato de sodio

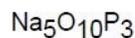
SIGMA-ALDRICH[®]

sigma-aldrich.com

3050 Spruce Street, Saint Louis, MO 63103, USA
Website: www.sigmaaldrich.com
Email USA: techserv@sial.com
Outside USA: eurtechserv@sial.com

Product Specification

Product Number: 238503
CAS Number: 7758-29-4
Formula: Na₅O₁₀P₃
Formula Weight: 367.86 g/mol



TEST	Specification
Aspecto	gránulos blanco
pH	9.5 - 10.3 a 1 g/l
Punto de fusión/ punto de congelación	Punto/intervalo de fusión: 622 °C (1,152 °F)

Sigma-Aldrich warrants, that at the time of the quality release or subsequent retest date this product conformed to the information contained in this publication. The current Specification sheet may be available at Sigma-Aldrich.com. For further inquiries, please contact Technical Service. Purchaser must determine the suitability of the product for its particular use. See reverse side of invoice or packing slip for additional terms and conditions of sale.

1 OF 1

D.9. Ficha técnica de funda para salchicha

TRIPAS ARTIFICIALES M. FLAVOR

TRIPAS ARTIFICIALES M.FLAVOR



TRIPAS ARTIFICIALES M.FLAVOR RING SMOKE



TRIPAS ARTIFICIALES M.FLAVOR FKN



Empresa: **FARBE**

La materia prima de las tripas artificiales recubiertas F. FLAVOR es una funda reducible de siete capas, con alta capacidad de sobrellenado (8-12%). El producto es susceptible de fácil relleno y compresión incluso en estado seco. Se recomienda para la producción de jamones, embutidos, fiambres, patés y quesos fundidos. Ofrecemos a nuestros socios aproximadamente 70 diferentes productos F. FLAVOR en tres categorías, para la producción a pequeña y gran escala.

Coberturas recomendadas:

Classic: Caramell (Black, Brown, Dark Brown), Smoke (Regular, Light, Hunyor, Toscana, Easy, Kaiser), Pepper- spice, Paprikana, Paprikana HOT, Paprika Gipsy, De pimiento, Chili Hot, De pimiento a la parrilla, Garlic, Garlic/ De pimiento, Garlic Roasted, Onion Roasted, Grill Roasted, Kipkruiden Exotique, Roast Chicken, Smoke Roasted.

Authentic: Chinese, Curry, Gyros, Grüner Spargel, Carrot, Provance, Sweet Smoke, Gyros, Red Colour, Red Orange, Yellow, Trüfle.

Dessert: Apple, Stewed Prunes, Choko&Cherry, Naranja, Cherry, Lemon, Cranberry, Walnut, Chestnut.

Tamaños: 18-170 mm.

Acabado: doblado* (20 m/Stick), en rollos/500 m/Reel), recortado. Las tripas artificiales recubiertas F. FLAVOR se doblan con especial suavidad (doblado en seco).

Caducidad: 12 meses.

Envase: conserva el aroma.