

Indice

Introducción	1
1. Antecedentes	1
2. Origen y situación de los productos cárnicos transformados	1
3. Métodos de conservación de la carne	3
4. Salado de productos cárnicos	4
5. Cinética de salado	6
6. Sistemas de medida de la composición de productos cárnicos salados	7
7. Objetivos	13
1. Análisis de la evolución de la transferencia de materia en función del medio de salado	13
1. Introducción	13
1.1. Influencia de la operación de salado en la estructura proteica de la carne	14
1.2. Estructura del músculo	14
1.1.3. Clasificación de las proteínas cárnicas	15
1.1.4. Efecto de la sal sobre las proteínas miofibrilares	15
1.1.5. Capacidad de retención de agua	15
1.1.5.1. Conceptos generales	15
1.1.5.2. Factores que influyen en la capacidad de retención de agua	17
1.2. Objetivos	18
1.2.1. Objetivo general	18
1.2.2. Objetivos específicos	18
1.3. Pan de trabajo	19
1.4. Materiales y métodos	20
1.4.1. Generalidades	20
1.4.2. Análisis de la evolución de la transferencia de materia en función del medio de salado	21
1.4.2.1. Cinética de salado de muestras	21
1.4.3. Análisis de la estructura de la carne	21
1.4.4. Salado	22
1.4.5. Rehidratación	23
1.4.6. Análisis fisicoquímicos	23
1.4.6.1. Humedad	23
1.4.6.2. Cloruros	24
1.4.6.3. Grasa	25
1.4.6.4. Análisis de microestructura	26
1.4.6.5. Calorimetría diferencial de barrido (DSC)	26
1.4.6.6. Textura	27
1.4.6.7. Color	28
1.4.6.8. Análisis Estadístico	28
1.5. Resultados y discusión	28
1.5.1. Análisis de la evolución de la transferencia de materia en función del medio de salado	28
1.5.1.2. Comprobación de los balances de materia durante el salado	29
1.5.1.3. Variación de masa durante el salado	32
1.5.1.4. Evolución de la variación de masa de agua y sal en la muestra durante el salado	34

1.5.2. Evolución del estado de la estructura de la matriz proteica en función de la concentración de sal	37
1.5.2.1. Análisis microestructural	37
1.5.2.2. Análisis calorimétrico	43
1.5.2.3. Análisis de la textura	46
1.5.2.4. Análisis del color durante el salado	50
1.5.2.5. Estudio de la rehidratación de muestras con salmuera de distinta concentración	53
1.5.2.6. Variación de la masa durante la rehidratación	54
1.5.2.7. Estudio de los cambios sufridos por la matriz proteica de la carne salada almacenada en refrigeración	58
1.6. Conclusiones	61
1.7. Bibliografía	64
2. Estudio de la determinación de las propiedades dieléctricas de la carne salada como método de análisis y control	69
2.1. Introducción	69
2.1.1. Conceptos básicos relacionados con las propiedades dieléctricas de los materiales	72
2.1.2. Factores que influyen en las propiedades dieléctricas	74
2.2. Objetivos	74
2.3. Plan del trabajo	75
2.3.1. Salado	75
2.3.2. Medida de las propiedades dieléctricas	75
2.3.3. Medidas de conductividad	76
2.3.4. Medidas de parámetros fisicoquímicos	76
2.4. Materiales y métodos	76
2.4.1. Generalidades	77
2.4.2. Salado	78
2.4.3. Medida de conductividad	78
2.4.4. Medida de Propiedades Dieléctricas	81
2.4.4.1. Calibración del equipo	82
2.4.5. Medida de Propiedades Físico-químicas	82
2.5. Resultados y discusión	82
2.5.1. Análisis de la influencia de las propiedades dieléctricas en muestras de carne saladas en salmuera	83
2.5.2. Análisis estadístico entre propiedades dieléctricas (ϵ' y ϵ'') en muestras de carne saladas en salmuera y en sal sólida	84
2.5.3. Figuras comparativas entre propiedades dieléctricas (ϵ' y ϵ'') en muestras de carne saladas en salmuera y en sal sólida	84
2.6. Conclusiones	105
2.7. Bibliografía	107
3. Desarrollo y puesta a punto de un equipo para la determinación del contenido de sal en carne salada basado en la medida de la conductividad eléctrica y jamón curado comercial	115
3.1. Introducción	115
3.1.1. Aplicaciones de la conductividad en alimentos	113
3.2. Objetivos	115

3.3. Plan del trabajo	116
3.3.1. Salado	117
3.3.2. Calibración del conductímetro Jamonímetro	117
3.3.2.1. Salmueras	118
3.3.3. Medida de la conductividad eléctrica (CE)	118
3.3.3.1. Evolución de la conductividad en carne triturada con adición controlada de sal	118
3.3.3.2. Medidas de la evolución de la composición en la carne durante el salado y el post-salado	119
3.3.3.3. Medidas de conductividad en Jamón curado	119
3.3.3.4. Medidas en continuo de la evolución de los valores de conductividad de carne durante el salado	120
3.3.4. Medidas de parámetros fisicoquímicos	120
3.4. Materiales y métodos	121
3.4.1. Salado	121
3.4.2. Equipo de medida de conductividad eléctrica (Jamonimetro)	122
3.4.2.1. La celda	125
3.4.2.2. Medidas	125
3.4.2.3. Sistema de medida	126
3.4.3. Calibración del Conductímetro Jamonímetro CJ(V1 y V2)	127
3.4.4. Medidas de propiedades físico-químicas	128
3.5. Resultados y discusión	129
3.5.1. Resultados obtenidos con el CJ(V1)	129
3.5.1.1. Calibración con salmueras	129
3.5.1.2. Evolución de la conductividad en carne triturada con adición controlada de sal	131
3.5.1.3. Medidas de evolución de la composición en carne durante el salado y post-salado	135
3.5.2. Conductividad Jamonímetro CJ(V2)	142
3.5.2.1. Calibración con salmueras	142
3.5.2.2. Evolución de la conductividad en carne triturada con adición controlada de sal	144
3.5.2.3. Medidas de evolución de la composición de la carne durante el salado Jamonimetro V.2	145
3.6. Conclusiones	151
3.7. Bibliografía	152
4. Medida de la densidad en carne fresca, congelada y salada como indicador de su composición (X_w , X_g , X_{NaCl} , $X_{proteina}$)	157
4.1. Introducción	157
4.1.1. Control de la composición de las piezas de carne antes y después del salado	159
4.2. Objetivos	160
4.3. Plan de trabajo	160
4.3.1. Evaluación del empleo de la medida de densidad de la carne fresca y congelada en la clasificación en función del contenido en grasa	16
4.3.2. Determinación de la composición de la carne en base a la densidad del producto fresco y congelado	160
4.3.3. Determinación de la relación entre la composición de carne de cerdo (semimembranoso) salada y su densidad	161
4.3.4. Determinación de la relación entre la composición de grasa de cerdo (semimembranoso) salada y su densidad	161
4.3.5. Herramienta para la predicción de la evolución de la composición de la carne durante el proceso de salado	161
4.4. Materiales y métodos	162

4.4.1. Materias Prima	162
4.4.2. Equipos empleados	163
4.4.3. Caracterización fisicoquímica de materias primas y productos	164
4.4.3.1 Determinación de densidades mediante el método de Arquímedes	164
4.4.3.2.1. Determinación de proteínas	165
4.4.3.3. Análisis estadístico	165
4.5. Resultados y discusión	167
4.5.1. Relación entre la densidad de muestras de carne fresca, de distinta procedencia y su composición	167
4.5.2. Relación entre la composición de muestras de carne de cerdo fresca y su densidad	171
4.5.3. Cambio en la densidad de las muestras debido al proceso de congelación	172
4.5.3.1. Densidad absoluta de la muestra congelada	172
4.5.3.2. Variación relativa de densidad tras la congelación	175
4.5.4. Densidad de la carne salada	177
4.5.5. Estudio de la bondad de los ajustes obtenidos como herramienta para la predicción de la evolución de la composición de la carne durante el proceso de salado	183
4.6. Conclusiones	192
4.7. Bibliografía	193
Conclusiones generales y recomendaciones	195
Bibliografía	197