

**ELABORACION DE UN CORTE DE CARNE DE RES CON LA INCLUSIÓN DE
FIBRA DIETÉTICA A PARTIR DE SALVADO DE QUINUA
(*ChenopodiumQuinoaWill*) MEDIANTE LA TÉCNICA DE
REESTRUCTURACIÓN DE CARNES EN FRÍO CON ALGINATO DE SODIO**

**DIANA CAROLINA BASTIDAS ARGOTI
ROBERTO ANDRES MADROÑERO BOTINA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
SAN JUAN DE PASTO
2014**

**ELABORACION DE UN CORTE DE CARNE DE RES CON LA INCLUSIÓN DE
FIBRA DIETÉTICA A PARTIR DE SALVADO DE QUINUA
(*ChenopodiumQuinoaWill*) MEDIANTE LA TÉCNICA DE
REESTRUCTURACIÓN DE CARNES EN FRÍO CON ALGINATO DE SODIO**

**DIANA CAROLINA BASTIDAS ARGOTI
ROBERTO ANDRES MADROÑERO BOTINA**

**Trabajo de grado, presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingenieros Agroindustriales**

**Asesora:
VERONICA JARRIN
Ingeniera Agroindustrial**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
SAN JUAN DE PASTO
2014**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1^{ro} del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

Firma del Presidente de tesis

Ing. Andrés Marcillo.

PH.D Henry Jurado.

San Juan de Pasto, Mayo de 2014

DEDICATORIA

A Dios mi Señor todo poderoso, que me ha dado vida y salud, para no desfallecer y no perder la fe, dándome fuerza y entusiasmo para sacar este proyecto de vida adelante, pese a las dificultades, y mucho más por el tener esperanza en esta investigación.

A mi padre Luis Bastidas Machado, por estar ahí apoyándome siempre, con sus buenos consejos para mi vida. A mi madre Rocío Argotí Álvarez, por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su amor y por ser tal y como es; papitos los amo con todas las fuerzas de mi corazón.

A mis hermanos, Tahina y Daniel por ofrecerme siempre su complicidad, colaboración y cariño.

A mi pequeña sobrina Asirí, que por su ternura y encanto, logra sacarme cada día una sonrisa a sí yo este enojada

A mi familia por su colaboración en las dificultades, que con su apoyo y cariño logre salir adelante en toda mi formación profesional.

A mi compañero Andrés Madroñero Botina, por su perseverancia y esfuerzo en todas las fases de desarrollo de este trabajo, por su amistad y colaboración.

A mi asesora y profesores, por cada una de sus enseñanzas.

A mis compañeros, amigos y a todas las personas que estuvieron conmigo a lo largo de este camino, quienes me regalaron experiencias enriquecedoras e hicieron de momentos y lugares los recuerdos más hermosos de mi vida.

Mil y mil gracias a todos.

Diana Carolina Bastidas Argotí.

DEDICATORIA

A mis Padres, Familia y Grandes Amigos.

Andrés Madroño

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus sinceros agradecimientos a:

Universidad de Nariño

Ing. Verónica Jarrin, por su asesoría y colaboración en la formulación y desarrollo del trabajo.

A los Jurados del trabajo de grado Ph.D Henry Jurado y Ing. Andrés Marcillo, por las recomendaciones realizadas durante el desarrollo del trabajo.

Laboratorios Especializados Universidad de Nariño

Laboratorios de Física

Funcionarios Planta Piloto

Ing. Diego Trejo

Ing. James Perenguez

Ing. William Díaz

Grupo de evaluación sensorial

A todas aquellas personas que de una u otra manera participaron y colaboraron en el desarrollo y culminación de esta investigación.

CONTENIDO

	Pág.
1. ANTECEDENTES.....	25
2. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	27
3. JUSTIFICACIÓN.....	29
4. OBJETIVOS.....	31
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	31
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	31
5. MARCO TEÓRICO.....	32
5.1 COMPONENTES ENDÓGENOS DE LA CARNE.....	32
5.2 PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CARNE BOVINA.....	33
5.3 CONSUMO MUNDIAL DE CARNE BOVINA.....	33
5.4 AGRONEGOCIO DE LA CARNE BOVINA EN COLOMBIA.....	33
5.5 PRODUCCIÓN DE CARNE EN COLOMBIA.....	34
5.6 CONSUMO DE CARNE BOVINA EN COLOMBIA.....	34
5.7 LA INDUSTRIA CÁRNICA EN NARIÑO.....	35
5.8 REESTRUCTURADOS CÁRNICOS.....	36
5.9 TIPOS DE REESTRUCTURADOS.....	36
5.9.1 Reestructurado congelado.....	36
5.9.2 Reestructurado pre cocido o cocido.....	36
5.9.3 Reestructurado refrigerado.....	36
5.10 SISTEMAS DE REESTRUCTURACIÓN EN FRIÓ.....	37
5.10.1 Alginato.....	37
5.10.3 Transglutaminasa.....	38
5.11 ALGINATO.....	39
5.11.1 Clasificación.....	40
5.11.2 Aplicaciones.....	41
5.12 PROCEDIMIENTO PARA LA REESTRUCTURACIÓN DE CARNE CON ALGINATO DE SODIO.....	41
5.12.1 Reducción del tamaño de la materia prima cárnica.....	42
5.12.2 Mezclado de los ingredientes.....	42
5.12.3 Tiempo de reacción.....	43

5.13	ANÁLISIS DE CALIDAD DE LOS REESTRUCTURADOS CÁRNICOS..	43
5.13.1	Parámetros fisicoquímicos.	43
5.13.2	Parámetros microbiológicos.	44
5.13.3.1	Textura.....	44
5.13.3.2	Sabor y aroma.	45
5.13.3.3	Color.	45
5.14	GENERALIDADES DE LA QUINUA.....	46
5.15	LA FIBRA DIETÉTICA.....	47
5.15.1	Celulosa.	47
5.15.2	Hemicelulosa.	48
5.15.3	Pectinas.	48
5.15.4	Lignina.	48
5.15.5	Ceras epiteliales	48
5.15.6	Mucílagos.....	48
5.15.7	Agar.	49
5.15.8	Gomas.	49
5.16	EFFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA FIBRA.....	49
5.16.1	Tránsito intestinal.....	49
5.16.2	Efecto sobre los lípidos sanguíneos.....	49
6.	MATERIALES Y MÉTODOS	50
6.1	FORMULAR FILETES REESTRUCTURADOS MEDIANTE 3 NIVELES DE INCLUSIÓN DE ALGINATO DE SODIO (0.6%, 0.8% Y 1%) EN LA ELABORACIÓN DE LOS CORTES DE CARNE REESTRUCTURADA CON SALVADO DE QUINUA.....	50
6.1.1	Ubicación.	50
6.1.2	Obtención de la materia prima.	50
6.1.3	Reducción del tamaño de partícula.....	51
6.1.4	Formulaciones.	51
6.1.4.1	Alginato y carbonato de calcio.	52
6.1.4.2	Salvado de quinua.	52
6.1.4.3	Agua y ácido etilendiaminotetracético (EDTA).....	52
6.1.5	Elaboración del reestructurado.....	53
6.1.5.1	Incorporación de los ingredientes.	53
6.1.5.2	Formación y moldeado del reestructurado.	54

6.1.5.3	Porcionado del reestructurado.	55
6.2	VALORAR LA FUERZA DE LIGADO EN LOS CORTES DE CARNE REESTRUCTURADA, SEGÚN LOS PORCENTAJES DE INCLUSIÓN PLANTEADOS Y FRENTE A UN CORTE DE CARNE PATRÓN	58
6.3	COMPARAR LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA EN LOS CORTES DE CARNE REESTRUCTURADA, EN PROCESOS DE DESCONGELACIÓN Y COCCIÓN.	59
6.3.1	Capacidad de retención de agua en descongelación.	59
6.3.2	Capacidad de retención de agua en cocción.	60
6.4	EVALUAR LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES, FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LOS CORTES DE CARNE REESTRUCTURADA SEGÚN LOS PORCENTAJES DE INCLUSIÓN PLANTEADOS Y FRENTE A UN CORTE DE CARNE PATRÓN.	61
6.4.1	Evaluación sensorial.	61
6.4.1.1	Análisis sensorial del producto crudo.	61
6.4.1.2	Análisis sensorial del producto cocido.	62
6.4.2	Análisis fisicoquímicos.	63
6.4.3	Pruebas microbiológicas.....	63
6.4.4	Análisis de costos.	64
6.4.4.1	Balace de materia.....	64
6.4.4.2	Balace de energía.....	64
6.5	DISEÑO EXPERIMENTAL	65
7.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	66
7.1	RESULTADOS DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO	66
7.2	RESULTADOS FORMULACIÓN.....	67
7.3	RESULTADOS DE RESISTENCIA MECANICA.....	67
7.3.1	Resultados comparativos entre las muestras..	70
7.3.2	Análisis estadístico	70
7.3.2.1	Análisis de la varianza y Prueba LSD Fisher resistencia mecánica.	70
7.4	RESULTADOS CAPASIDAD DE RETENCION DE AGUA EN DESCONGELACION.....	71
7.4.1	Análisis estadístico	72
7.4.1.1	Análisis de la varianza y Prueba LSD Fisher descongelación.....	72
7.5	RESULTADOS CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA EN COCCION	74

7.5.1	Análisis estadístico	75
7.5.1.1	Análisis de la varianza y Prueba LSD Fisher cocción.....	75
7.6	ANÁLISIS SENSORIAL DEL PRODUCTO CRUDO.....	77
7.6.1	Evaluación por preferencia entre los tratamientos.....	84
7.7	RESULTADOS ANALISIS SENSORIAL EN PRODUCTO COCIDO	86
7.7.1	Análisis sensorial del color.....	86
7.7.1.1	Análisis estadístico.....	86
7.7.2	Análisis sensorial del sabor.88	
7.7.2.1	Análisis estadístico.....	88
7.7.3	Análisis sensorial de olor.....	89
7.7.3.1	Análisis estadístico.....	90
7.7.4	Análisis sensorial para textura.....	91
7.7.4.1	Análisis estadístico.....	91
7.7.5	Comparación global de los atributos sensoriales.....	92
7.8	RESULTADOS COSTOS DEL PRODUCTO.....	94
7.8.1	Balance de materia.....	96
7.8.1.1	Mermas en los procesos.....	97
7.8.1.1.1	Reducción del tamaño de partícula.....	98
7.8.1.1.2	Mezclado	98
7.8.1.1.3	Embutido.....	98
7.8.1.2	Calculo del rendimiento en cada tratamiento.....	99
7.8.2	Comparación de costos de materias primas.....	99
7.8.3	Balance de energía.....	100
7.8.3.1	Balance energía molino.....	100
7.8.3.2	Balance energía embudidora.....	101
7.8.3.3	Balance energía empacadora al vacío.....	101
7.8.3.4	Consumo energético total.....	102
7.8.4	Costo del consumo energético para cada tratamiento.....	103
7.8.5	Costos de producción de los filetes reestructurados.....	104
7.9	RESULTADOS ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS.....	105
7.9.1	Análisis de resultados parámetros fisicoquímicos.....	107
7.9.1.1	Parámetro de pH.....	107
7.9.1.2	Parámetro de humedad.....	107

7.9.1.3	Parámetro de cenizas.....	108
7.9.1.4	Parámetro de proteína.....	108
7.9.1.5	Parámetro de fibra.....	108
7.10	RESULTADOS ANALISIS MICROBIOLOGICO.....	109
7.10.1	Análisis de resultados microbiológicos.....	109
7.10.1.1	Recuento de Staphylococcus coagulasa positiva.....	109
7.10.1.2	Recuento de esporas Clostridium sulfito reductor.....	110
7.10.1.3	Detección de Salmonella spp.....	110
7.13.3	Recuento de Escherichia coli.....	110
8.	CONCLUSIONES.....	112
9.	RECOMENDACIONES.....	113
	BIBLIOGRAFIA.....	114

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cortes de Carne Bovina.....	32
Figura 2. Molienda y tamizado de quinua	51
Figura 3. Carne de cogote de res molida	53
Figura 4. Fase 1 carne, salvado de quinua, agua, alginato de sodio y EDTA....	54
Figura 5. Fase 2 agua y carbonato de calcio	54
Figura 6. Masa de reestructurado en embutidora y producto enmoldado	55
Figura 7. Reestructurado gelificado.....	56
Figura 8. Montaje experimental de probetas.....	59
Figura 9. Muestra de reestructurado para el ensayo de perdida de agua en descongelación.....	60
Figura 10. Muestra de reestructurado en el ensayo de perdida de agua por cocción.....	60
Figura 11. Muestras de los reestructurados para análisis sensoriales en estado crudo.....	61
Figura 12. Muestras de reestructurado crudo para análisis sensorial	62
Figura 13. Muestras de reestructurado cocido para analisis sensorial	62

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Clasificación de moléculas y compuestos derivados del ácido algínico	41
Cuadro 2. Requisitos de composición y formulación para productos cárnicos procesados crudos frescos	43
Cuadro 3. Requisitos microbiológicos para productos cárnicos procesados crudos frescos congelados o no.....	44
Cuadro 4. Composición química de granos de quinua y de cereales en base seca	47
Cuadro 5: Formulaciones de reestructurado cárnico y salvado de quinua con diferentes inclusiones de alginato de sodio.	52
Cuadro 6. Las condiciones Iniciales en el experimento.....	58
Cuadro 7. Insumos, cantidades y costos para la elaboración de los Tratamientos.....	64
Cuadro 8. Formulación estándar para los diferentes tratamientos.....	65
Cuadro 9. Pruebas de plataforma para materias primas e insumos	66
Cuadro 10. Factores experimentales resistencia mecánica tratamiento 1	68
Cuadro 11. Factores experimentales, resistencia mecánica tratamiento 2.....	69
Cuadro 12. Factores experimentales, resistencia mecánica tratamiento 3.....	69
Cuadro 13. Factores Experimentales, resistencia mecánica tratamiento 4	69
Cuadro 14. Cuadro comparativa de resistencia mecánica de los cuatro tratamientos.....	70
Cuadro 15. Cuadro ANOVA	70
Cuadro 16. Pruebas de Múltiple Rangos Método: 95,0 porcentajes LSD	70
Cuadro 17. Cuadro comparativa de retención de agua en descongelación de los cuatro tratamientos.	72
Cuadro 18. Porcentaje de pérdida de agua para los cuatro tratamientos	72
Cuadro 19. Cuadro Anova	72
Cuadro 20. Pruebas De Múltiple Rangos Método: 95,0 Porcentaje Lsd	73
Cuadro 21. Cuadro comparativa de retención de agua en cocción de los cuatro tratamientos.....	74
Cuadro 22. Porcentaje de pérdida de agua para los cuatro tratamientos	74
Cuadro 23. Cuadro ANOVA	75

Cuadro 24. Pruebas de Múltiple Rangos Método: 95,0 porcentajes LSD	75
Cuadro 25. Resultado estadístico para la prueba de olor	80
Cuadro 26. Resultado estadístico para la prueba de Apariencia	83
Cuadro 27. Resultado estadístico para la prueba de preferencia	85
Cuadro 28. Resultados análisis sensoriales para el color	86
Cuadro 29. ANOVA para satisfaccion por tratamientos.....	86
Cuadro 30. Pruebas de rangos multiples para satisfaccion por tratamientos Método: 95,0 porcentaje LSD.....	87
Cuadro 31. Resultados análisis sensoriales para el sabor	88
Cuadro 32. ANOVA para satisfacción por tratamientos.....	88
Cuadro 33. Pruebas de Múltiple Rangos para satisfaccion por tratamientos	88
Cuadro 34. Resultado análisis sensorial para el olor	89
Cuadro 35. ANOVA para satisfacción por tratamientos.....	90
Cuadro 36. Pruebas de Múltiple Rangos para satisfacción por tratamientos Método: 95,0 porcentaje LSD.....	90
Cuadro 37. Resultado análisis sensorial para la textura	91
Cuadro 38. ANOVA para satisfacción por tratamientos.....	91
Cuadro 39. Pruebas de Múltiple Rangos para satisfacción por tratamientos Método: 95,0 porcentaje LSD.....	92
Cuadro 40. Cuadro de medias de los parámetros analizados en los Cuatro tratamientos.....	93
Cuadro 41. Calculo de costos en materia prima para en tratamiento 1	94
Cuadro 42. Calculo de costos en materia prima para en tratamiento 2	94
Cuadro 43. Calculo de costos en materia prima para en tratamiento 3	95
Cuadro 44. Mermas en el proceso de molienda de carne	96
Cuadro 45. Mermas en el proceso de mezclado	96
Cuadro 46. Mermas en el proceso de embutido.....	97
Cuadro 47. Mermas estimadas para los diferentes tratamientos.	98
Cuadro 48. Rendimiento de los tratamientos.....	99
Cuadro 49. Costo en materias primas de cada tratamiento	99
Cuadro 50. Consumo energético molino.....	101
Cuadro 51. Consumo energético embutidora.	101
Cuadro 52. Consumo energético empacadora al vacío.	102
Cuadro 53. Consumo energético total	102

Cuadro 54. Costo del consumo energético en los tratamientos	103
Cuadro 55. Costo en materias primas y consumo energético para cada tratamiento.....	104
Cuadro 56. Resultados análisis fisicoquímicos para el tratamiento 4 testigo	105
Cuadro 57. Resultados análisis fisicoquímicos para el tratamiento 2.....	106
Cuadro 58. Comparación de resultados para los análisis fisicoquímicos del tratamiento 4 testigo y el tratamiento 2	106
Cuadro 59. Evaluación microbiológica inicial para el tratamiento 2.	109
Cuadro 60. Evaluación microbiológica inicial para el tratamiento 4 (patrón).....	109

LISTA DE DIAGRAMAS

	Pág.
Diagrama 1. Diagrama de flujo para elaboración del reestructurado	57
Diagrama 1. Resultados del atributo de olor para el tratamiento uno.....	79
Diagrama 2. Resultados del atributo de olor para el tratamiento dos.....	79
Diagrama 3. Resultados del atributo de olor para el tratamiento tres.....	80
Diagrama 4. Comparación entre tratamientos para la prueba de olor.....	81
Diagrama 5. Resultados del atributo de apariencia para el tratamiento uno.....	82
Diagrama 6. Resultados del atributo de Apariencia para el tratamiento dos.....	82
Diagrama 7. Resultados del atributo de apariencia para el tratamiento tres.....	82
Diagrama 8. Comparación entre tratamientos para la prueba de apariencia	83
Diagrama 9. Comparación de preferencias entre tratamientos	85
Diagrama 10. Costos de materia prima para cada tratamiento	96
Diagrama 11. Consumo energetico de cada tratamiento.....	100
Diagrama 12. Costos totales de cada tratamiento	101
Diagrama 13. Diagrama comparativo de resultados fisicoquimicos	103

LISTA DE GRAFICAS

Pág.

Grafica 1. Grafica de medias para análisis de resistencia mecánica	71
Grafica 2. Grafica de medias para pérdidas de agua en descongelación	73
Grafica 3. Grafica de medias para pérdidas de agua en Cocción.	75
Grafica 4. Grafica de comparacion para el tratamiento 1.	75
Grafica 5. Grafica de comparacion para el tratamiento 2.	75
Grafica 6. Grafica de comparacion para el tratamiento 3.	75
Grafica 7. Grafica de comparacion para el tratamiento 4.	75
Gráfica 8. Gráfica de medias para el color.....	87
Gráfica 9. Gráfica de medias para el sabor.....	89
Gráfica 10. Gráfica de medias para el olor.....	90
Gráfica 11. Gráfica de medias para la textura.....	92
Grafica 12. Gráfico de araña de comparación global.....	93

RESUMEN

Recientemente se han desarrollado nuevas tecnologías orientadas a optimizar la rentabilidad de los productos cárnicos aprovechando recortes de poco valor comercial por medio de técnicas de reestructuración.

Con el objeto de comparar tres niveles de inclusión de alginato de sodio y carbonato de calcio en productos cárnicos reestructurados con salvado de quinua (*Chenopodium Quinoa Will*) y un patrón filete de centro de pierna de res (*bíceps femoral*) se llevaron a cabo análisis físicos, fisicoquímicos y organolépticos para determinar los efectos en la diferencia de la inclusión del alginato y el carbonato en los atributos anteriormente mencionados.

Para lo cual se planteó el diseño experimental completamente al azar, asumiendo las diferencias entre las medias de los tres tratamientos y el tratamiento patrón en las variables de respuesta de los análisis propuestos.

En cuanto a la resistencia mecánica los resultados de los tratamientos uno (0,6% de alginato – 0,4% de calcio) y dos (0,8% de alginato – 0,6% de calcio) no presentan diferencias estadísticamente significativas con un valor p menor a 0,0001.

Los tratamientos tres (1,0% de alginato – 0,8% de calcio) y tratamiento cuatro (corte de centro de pierna) presentan diferencias estadísticamente significativas con un valor p mayor a 0,05 con valores medios de 5,7 N y 8,5 N respectivamente.

Con respecto a la estabilidad térmica en descongelación los resultados de los tratamientos dos (0,8% de alginato – 0,6% de calcio) y cuatro (corte de centro de pierna) no presentan diferencias estadísticamente significativas.

El tratamiento tres (1,0% de alginato – 0,8% de calcio) presentó los mejores resultados con una media de 1,76 % de pérdida de agua, el tratamiento uno (0,6% de alginato – 0,4% de calcio) presentó un resultado desfavorable con una pérdida de agua de 10,7 % presentando diferencias estadísticamente significativas en los dos tratamientos.

La estabilidad térmica en cocción presentó resultados similares en los tratamientos dos (0,8% de alginato – 0,6% de calcio), tres (1,0% de alginato – 0,8% de calcio) y cuatro (corte de centro de pierna), puesto que, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí.

El tratamiento uno (0,6% de alginato – 0,4% de calcio) presentó diferencias significativas con los demás tratamientos con un valor medio de 26,9 % de pérdida de agua, siendo este el que obtuvo los peores resultados.

y estabilidad térmica el tratamiento tres (1,0 % alginato de calcio y 0,8 % carbonato de calcio) alcanzó los mejores resultados, solamente superado por el patrón comparativo.

En los análisis sensoriales en estado crudo en cuanto al olor no se encontraron diferencias significativas en los tratamientos, pero la muestra más aceptada fue en el tratamiento dos (0,8% de alginato – 0,6% de calcio). Con respecto a la apariencia los evaluadores no encontraron diferencias significativas en los tratamientos, sin embargo el tratamiento más aceptado fue también el dos (0,8% de alginato – 0,6% de calcio).

Los resultados de los análisis sensoriales en estado cocido en cuanto al color en los cuatro tratamientos no se encontraron diferencias estadísticamente significativas con un valor p mayor a 0,05.

En cuanto al sabor en los tratamientos uno (0,6% de alginato – 0,4% de calcio), dos (0,8% de alginato – 0,6% de calcio) y tres (1,0% de alginato – 0,8% de calcio), no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí.

El tratamiento cuatro (corte de centro de pierna de res) presentó diferencias significativas con los demás tratamientos con un valor medio de 4 de aceptación, siendo este el que obtuvo los mejores resultados.

Con respecto al olor en los tratamientos uno (0,6% de alginato – 0,4% de calcio), dos (0,8% de alginato – 0,6% de calcio) y tres (1,0% de alginato – 0,8% de calcio), no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí.

El tratamiento cuatro (corte de centro de pierna de res) presentó diferencias significativas con los demás tratamientos con un valor p menor a 0,05. Para la textura los cuatro tratamientos no se encontraron diferencias estadísticamente significativas con un valor p mayor a 0,05. En cuanto a los costos de producción el tratamiento tres (1,0% de alginato – 0,8% de calcio) fue el más costoso con un valor de \$ 9650 por kilogramo de producto, en cuanto a los tratamientos uno (0,6% de alginato – 0,4% de calcio) y dos (0,8% de alginato – 0,6% de calcio) presentaron valores similares \$ 8829 y \$ 9094 respectivamente.

Equiparando los resultados obtenidos en las diferentes pruebas se determinó que el tratamiento dos (0,8 % alginato y 0,6 % calcio) fue el más viable; al cual se le realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos conjuntamente con el patrón comparativo, encontrando que este tratamiento y el patrón comparativo se encuentran dentro de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos permisibles en la NTC 1325 para cárnicos crudos.

Palabras claves: Producto reestructurado, alginato de sodio, carbonato de calcio, resistencia mecánica, estabilidad térmica, propiedades fisicoquímicas.

ABSTRACT

Recently new targeted technologies have been developed to optimize the profitability of products meat taking cuts of little commercial value through restructuring techniques 2) in order to compare three levels of inclusion of alginate sodium and calcium carbonate in meat restructured with bran quinoa and a pattern Center leg of beef fillet were conducted analysis physical, physico-chemical and organoleptic to determine the effects on the difference of the inclusion of the alginate and carbonate in the above mentioned attributes. For which the experimental design was completely at random, assuming the differences between the averages of the three treatments and treatment pattern in the response of the proposed analysis variables. In terms of mechanical resistance results from treatments one (0.6% of alginate - 0.4% calcium) and two (0.8% of alginate - 0.6% calcium) do not present different meaningful statistics with a value less than 0.0001 P. Three treatments (1.0% alginate - 0.8% of calcium) and treatment four (center leg cut) are statistically significant with a P-value greater than 0.05 with average values of 5.7 N 8.5 N respectively. With respect to the thermal stability at thawing results from the treatments two (0.8% of alginate - 0.6% of calcium) and four (cut from center of leg) did not show statistically significant difference. The treatment three (1.0% alginate - 0.8% calcium) present the best results with a measure of 1.76% loss of water, the treatment one (0.6% of alginate - 0.4% calcium) present an unfavorable outcome with a loss of 10.7% water presenting statistically significant differences in the two treatments. Thermal stability in cooking presented similar results in the two treatments (0.8% of alginate - 0.6% of calcium), three (1.0% alginate - 0.8% of calcium) and four (cut from center of leg), since there were no statistically significant differences between if. Treatment one (0.6% alginate - 0.4% calcium) present significant differences with the other treatments with an average of 26.9% loss of water, this being that obtained the worst results. And thermal stability the treatment three 1.0% 0.8% calcium carbonate and calcium alginate reached the best results, only surpassed by the comparative pattern. In sensory analysis in raw state in terms of smell is encintaron no significant differences in treatments, but the most accepted sample was in treatment two (0.8% of alginate - 0.6% of calcium). With respect to the appearance the evaluated found no significant differences in treatments, however the most accepted treatment was also the two (0.8% of alginate - 0.6% of calcium)

The results of sensory analysis Cooked State in color in the four treatments no statistically significant difference with a p value greater than 0.05 were found. As to the flavor in one treatment (0.6 % alginate - 0.4 % calcium) , two (0.8 % alginate - 0.6 % calcium) and three (1.0 % alginate - 0.8 % calcium) , no statistically significant differences were found together .

Four treatment (center cut beef leg) presented significant differences with other treatments with an average value of 4 acceptance and this which obtained the best results .

With regard to odor in one treatment (alginate 0.6% - 0.4 % of calcium) two (0.8 % alginate - 0.6 % calcium) and three (1.0 % alginate - 0.8 % calcium) no statistically significant differences were found together .

Four treatment (center cut beef leg) presented significant differences with other treatments with a p value less than 0.05.

Texture for the four treatments, no statistically significant differences with greater than 0.05 were found.

As regards production costs treatment three (1.0 % alginate - calcium 0.8%) was the most expensive with a value of \$ 9,650 per kilogram of product, in terms of treatments one (0.6 % alginate - 0.4 % calcium) and two (0.8 % alginate - calcium 0.6%) were similar \$ 8829 and \$ 9094 values respectively.

Equating the results obtained in the various tests is determined that treatment two (0.8% calcium alginate and 0.6%) was the more feasible; which he underwent chemical and microbiological analysis together with the comparative pattern , finding that this treatment and comparative pattern are within the permissible chemical and microbiological parameters in ISO 1325 for raw meat .

Conclusions words: Product restructured sodium alginatecalcium carbonate, mechanical strength, thermal, and ability, physical and chemical properties.

INTRODUCCIÓN

Una manera para modificar la composición de los cárnicos y obtener nuevos productos, deriva de los procesos de investigación y formulación. En este sentido se han llevado a cabo numerosos estudios, realizados principalmente en derivados cárnicos escaldados, crudos y productos reestructurados entre otros.

En los mercados mundiales se han desarrollado nuevas tecnologías orientadas a optimizar la rentabilidad de los productos cárnicos como lo son la reestructuración de trimmings de res con la incorporación de alginatos, enzima transglutaminasa o el empleo de altas presiones, aprovechando recortes de poco valor comercial por medio de técnicas de reestructuración. Estas novedosas tecnologías ya han sido aprobadas para su utilización en Estados Unidos y en Japón y su interés se basa en la demanda creciente de productos cárnicos listos para consumo o de rápida cocción, en porciones individuales y con menor contenido de grasa y sal que los productos habituales, como así también en la transformación de cortes y recortes de bajo valor comercial en nuevos productos de elevado valor agregado, aumentando, de este modo, el rendimiento económico del beneficio y desposte de la carne de res.¹

Los métodos de reestructuración utilizados principalmente se basan en la utilización de calor, aditivos tales como sal y fosfatos y acción mecánica (masajeo) para la solubilización de proteínas que actuaban como ligantes.

Los sistemas de reestructuración en frío, mediante la utilización de gelificantes o enzimas específicas, abren la posibilidad a los alimentos crudos y congelados.

Una de las técnicas de reestructuración se basa en la utilización de alginatos, los cuales son compuestos extraídos de las algas cafées que son usados como agentes espesantes y gelificantes. En 1986 se comenzó a utilizar alginato para unir piezas de carne cruda, para formar un filete reestructurado sin la utilización de sal, fosfatos alcalinos o la necesidad de congelar antes de rebanar. El alginato forma una estructura estable con la carne, en un tiempo que oscila entre 12-16 horas a temperaturas de refrigeración (gelificación en frío), la cual no se desintegra en los procesos de cocción.²

El uso principal de esta tecnología está orientado a la obtención de un alimento listo para consumo que sea similar a un músculo intacto, lo cual no lo transforma en un reemplazo de los cortes musculares intactos de alta calidad sino que es un medio para expandir el mercado de los productos y derivados cárnicos.

¹ COLOMBIA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural. agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena Cárnica bovina de Colombia. Bogotá D.C.: s.n. 2009. p.156.

²SOLIS, Alberto. Alginato para Reestructuración de carne; En: Revista NUTRER.COM. Bogotá, 2006.

Por otro lado, esta tecnología permite obtener derivados cárnicos funcionales condicionando la presencia de determinados compuestos, así pues, se puede lograr incrementar la proporción de aquellos que exhiben efectos beneficiosos, o limitar el contenido de aquellos otros con implicaciones negativas para la salud.

“La principal forma de modificar la composición fisicoquímica de estos alimentos surge de la enorme posibilidad de introducir cambios en los ingredientes (cárnicos y no cárnicos) utilizados en su elaboración”.³

El objetivo de este trabajo fue en primer lugar la elaboración de cortes de carne de res con la inclusión de fibra insoluble proveniente de salvado de quinua mediante la técnica de reestructuración de carnes en frío con alginato de sodio y en segundo lugar la evaluación de estos cortes mediante parámetros físicos, fisicoquímicos, organolépticos, microbiológicos y de costos de producción.

³JIMÉNEZ COLMENERO, F y NOVAIS, Antonio. ponencia nuevos alimentos en el sector cárnico. En IV Jornada de nutrición humana y dietética. Los nuevos alimentos del principio de siglo. Madrid: Instituto del Frío (CSIC), 2006.

1. ANTECEDENTES

“Los primeros ensayos para ligar trozos de carne se encaminaron a elaborar productos que tras un moldeado fueron congelados y conservados a baja temperatura (-20 °C), hasta el momento en que son sometidos a un proceso de cocinado (gelificación por calor) y consumidos. Pero este tipo de productos congelados suelen ser más frágiles y lábiles, y por tanto más difíciles de manejar.”⁴

“Posteriormente al inicio de los años 70, el Dr. Roger Mandigo, profesor investigador en la Universidad de Nebraska-Lincoln, en EE. UU., fue el primero en estudiar la carne en hojuelas y en trozos para elaborar productos que semejaran el músculo intacto”.⁵ No obstante la conveniencia de este tipo de productos su mercado estaba limitado a productos pre cocidos.

“Después se empieza a estudiar la reestructuración de carne en frío y se emplean métodos químicos, biológicos y físicos. Entre los diversos aditivos utilizados en los procesos de reestructuración en frío destacan el alginato sódico, la transglutaminasa de origen microbiano (MTGasa) y el complejo fibrina-trombina”.⁶

Los tratamientos de alta presión en tecnología de alimentos también se han estudiado por provocar mínimas modificaciones en las estructuras cárnicas que pueden ser aprovechadas para la gelificación, dado que las altas presiones pueden afectar la conformación de las proteínas y permitir la desnaturalización, agregación o gelificación de estas.⁷

“La gelificación en frío mediante alginatos fue aplicada por primera vez en la patente desarrollada por Schmidt y Means en el año de 1986 para unir piezas de carne cruda para formar un filete reestructurado sin la necesidad de utilizar sal, fosfatos y la necesidad de aplicar un tratamiento térmico antes de rebanar”.⁸

⁴ SERRANO AGULLO, Asunción. Desarrollo de reestructurados cárnicos potencialmente funcionales mediante la incorporación de nuez. Memoria doctoral. Madrid.: Universidad Complutense de Madrid. Facultad de farmacia. Departamento de bromatología, 2007.

⁵ROCHA MCGUIRE, Ana. Fabricación de productos reestructurados; En: revista CARNETEC.COM. Bogotá, 2009

⁶VELAZCO, Jesús. Reconstitución de la carne. Productos reestructurados sin tratamiento térmico. En: revista CARNETEC.COM. Bogotá, 2006

⁷MORENO CONDE, María Elena. Reestructuración en frío de músculo de pescado mediante la incorporación de alginato sódico y transglutaminasa microbiana. Memoria doctoral. Madrid.: Universidad Complutense de Madrid: Facultad de veterinaria. Departamento de nutrición, bromatología y tecnología de los alimentos, 2009. 19 p.

⁸SOLIS, Op. Cit.,

“También se han realizado estudios sobre carne reestructurada con alginato de sodio y un posterior análisis sensorial.⁹ Como también la combinación de alginato de sodio y alta presión isostática en la reestructuración de filetes de pescado”.¹⁰

“Se han realizado estudios sobre la influencia del tamaño y la forma de la partícula cárnica en las características de textura, color y estabilidad del producto obtenido.”¹¹

“El uso del alginato de sodio en Colombia se ha basado en investigaciones encaminadas a mejorar la retención de humedad y textura derivados cárnicos cocidos tipo jamón y mortadela.”¹²

Con respecto a la incorporación de ingredientes no cárnicos a los derivados cárnicos algunos ensayos han sido desarrollados mediante la incorporación de oligosacáridos y fibra dietética (soluble e insoluble) como por ejemplo fibra de cítricos, trigo, melocotón, arroz, centeno, avena, cebada) o avellana, entre otras.¹³

“En el departamento de Nariño la quinua se ha investigado como extensor sustituto de la proteína de soya en derivados cárnicos cocidos como la salchicha para mejorar sus características funcionales”.¹⁴

Por ello, con el desarrollo de esta investigación se pretende resolver la siguiente pregunta:

¿Cuál es el efecto del alginato de sodio y el carbonato de calcio en la elaboración de un corte de carne de res, con la inclusión de fibra dietética a partir de salvado de quinua mediante la técnica de reestructuración de carnes en frío?

Así pues, se pretende investigar los efectos fisicoquímicos, y sensoriales en derivados cárnicos reestructurados con alginato de sodio y la inclusión de salvado de quinua en su formulación.

⁹BIGATTI, Martin, *et al.* Evaluación sensorial de milanesas preparadas a partir de carne reestructurada. Buenos Aires: Instituto Tecnología de Alimentos.Centro Agroindustria, 2004.

¹⁰MORENO, Op. Cit.

¹¹COFRADES, Susana, *et al.* Restructured beef with different proportions of walnut as affected by meat particle size. En: European Food Research and Technology, 2004: 230-236.

¹² PEREZ, Amparo, *et al.* Influencia del alginato de sodio sobre la Sinérgica de Jamon cocido. Rev.Fac.Nal.Agr. Medellin: s.n. 2010.

¹³SERRANO, Op. Cit.

¹⁴ ACHICANOY, Carolina & PORTILLA, Cristian. Plan empresarial para la creación de una planta productora de embutidos funcionales con inclusión de harina de quinua (*ChenopodiumQuinoa*). en el municipio de Pasto-Nariño. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño, 2013.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sector cárnico, tanto por la contribución de la carne y sus derivados a la dieta como por su importancia económica, ocupa un papel muy destacado en la industria de la alimentación, puesto que, es la principal fuente de proteína para una población mundial de más de 6770 millones de personas de donde, la carne de vacuno ocupa el tercer lugar en la ingesta mundial de carne, contribuyendo con el 24% de dicho consumo (la de mayor consumo es la de cerdo, con un 36%, seguida de la carne de aves de corral con aproximadamente 33%).¹⁵

“El consumo de carne no procesada en los hogares colombianos se calcula que absorbe alrededor del 75% de la producción nacional (para el año 2007). La producción restante se destina a exportaciones (8%), producción de embutidos y otros alimentos procesados (5%) y preparación de alimentos en restaurantes (12%).”¹⁶

“La distribución de carne para los hogares es realizada principalmente por los expendios tradicionales, carnicerías especializadas y los supermercados”.¹⁷

“En estos establecimientos hay una diferenciación entre cortes finos (lomo y pierna) provenientes de los cuartos traseros de la canal y los cortes económicos provenientes de los cuartos delanteros de la canal de res. En Colombia para el año 2008 la demanda de estos cortes finos fue de 60.000.000 de toneladas”.¹⁸

Así pues, estarían disponibles los cortes de los cuartos delanteros de la canal de res considerados como de menor calidad, ya que, del beneficio de una canal de res se producen los músculos que están entre el cuello y la quinta costilla, incluyendo los músculos de las patas delanteras. Estos músculos se caracterizan por tener grandes contenidos de grasa y tejido conectivo intramuscular, lo cual determina una gran variabilidad en palatabilidad y suavidad de los músculos individuales y además limita los márgenes de ganancia que se pueden obtener a través de su venta. Debido a que estos músculos constituyen cerca del 33% de la canal de la res, se restringe las ganancias de cerca de un tercio de la canal.¹⁹

Además la carne de res (proveniente de estos músculos) que se utiliza en la industria se ha reducido debido a la introducción de carne de pollo mecánicamente deshuesada que en la actualidad el ingrediente más

¹⁵ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. Panorama del mercado mundial de carne. Perspectivas alimentarias. 2009

¹⁶ COLOMBIA MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Op. Cit.

¹⁷ *Ibíd.*

¹⁸ *Ibíd.*

¹⁹ AMADOR, I.; PALACIOS, A. y MALDONADO, M. Cartilla Guía “Sistema ICTA de Clasificación de Canales y Carne Bovina”. Convenio 258. Bogotá: Ministerio de Agricultura - IICA, 1995.

importante para fabricar embutidos en Colombia debido a su menor costo frente a la carne de vacuno y porcino, ya que esta carne mecánicamente separada tiene un costo aproximado de \$ 2500, la carne industrial de res \$ 4600 y la carne industrial de porcino \$ 5200.²⁰

El cultivo de quinua fue abundante en el pasado; sin embargo esta casi abandonado en las sabanas. “En los últimos cinco años diversas entidades públicas y privadas han empezado a promocionar el cultivo y han propiciado acciones encaminadas a recuperar el cultivo de quinua y a conformar su cadena productiva, pues a pesar de sus beneficios, sus productos y subproductos, están siendo poco valorados y aun no hay un trabajo conjunto ni coordinado entre productores, transformadores y comercializadores.”²¹

²⁰ PLANTA DE PROCESAMIENTO DE CARNES PORKILANDIA.; Datos de costos de materias primas. Archivos 2011

²¹ ACHICANOY & PORTILLA. Op Cit.

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La investigación sobre nuevas tecnologías en el procesamiento de derivados cárnicos, ha propiciado el desarrollo de productos reestructurados mediante métodos físicos, químicos y microbiológicos para la reestructuración en frío. Con respecto a los métodos de químicos de reestructuración se han llevado a cabo estudios con alginato de sodio y carbonato de calcio para determinar los niveles de inclusión óptimos que favorezcan las propiedades mecánicas y no desmejoren los atributos sensoriales de estos productos.

En el contexto nacional el uso de alginato de sodio en derivados cárnicos se ha dado en investigaciones tendientes a mejorar la calidad de la textura y la retención de humedad en los procesos de cocción en jamones y mortadelas.

En Nariño se han relacionado trabajos con el uso de harina de quinua en derivados cárnicos funcionales.

Por lo anterior se hace necesario el desarrollo de una alternativa de investigación que abarque la utilización de alginato de sodio y carbonato de calcio en filetes de res reestructurados en frío con fibra dietética que generen alternativas para el aprovechamiento de los cortes carne de res de bajo valor comercial en la industria cárnica del departamento de Nariño.

4. JUSTIFICACIÓN

El sacrificio legal de ganado representa para el departamento y la ciudad un sector de gran importancia su economía, dado que para el año 2013 según datos estadísticos de FRIGOVITO llego a 16510 cabezas²² de las cuales se derivan actividades económicas como: la comercialización de carnes y vísceras la fabricación de derivados cárnicos, la industria del cuero y la industria del transporte además de otras que se componen indirectamente del beneficio bovino.

“Del beneficio de la canal de res se derivan una serie de músculos en los cuales se restringen las ganancias. No obstante los músculos provenientes de los cuartos delanteros de la res tienen un rendimiento promedio de 33% de músculo magro que tiene un bajo valor comercial”.²³

En el departamento de Nariño no se han efectuado investigaciones relacionadas con el aprovechamiento de estos cortes con bajo valor comercial utilizando técnicas modernas de reestructuración en frío.

El uso de la quinua en derivados cárnicos se ha encaminado en la utilización de la harina como extensor sustituto de la proteína de soya, pero se ha dejado de lado un subproducto importante el cual es el salvado de quinua que posee fibra dietaria en su composición.

En este sentido se da la importancia y pertinencia de la investigación en la formulación de derivados cárnicos reestructurados en frío con alginato de sodio y carbonato de calcio con la inclusión de salvado de quinua, puesto que, estos resultados aclaran el panorama acerca del uso de estos insumos en variables de respuesta de parámetros físicos, fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales.

Además se implementan técnicas y productos desconocidos en la región permitiendo la diversificación en temas de investigación para que los resultados obtenidos sirvan de base para futuros trabajos.

Por otro lado con el desarrollo de esta investigación se genera una posibilidad interesante para la diversificación de derivados cárnicos en la región, ya que, se da valor a los cortes de bajo valor comercial que permitan mejorar el consumo, a partir de la oferta de productos funcionales y con ciertos atributos de conveniencia y de bajo costo.

Por estas razones se justifica el llevar a cabo este proyecto.

²² FRIGOVITO S.A., Datos de sacrificio de ganado mayor y menor año 2013.

²³AMADOR, Op. Cit., p.17.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar un corte de carne de cogote de res *Spleniuscapitis* y *Semispinaliscapitis*, con la inclusión de fibra dietética a partir de salvado de quinua (*chenopodiumquinoa*) mediante la técnica de reestructuración de carnes en frío con alginato de sodio y carbonato de calcio.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Formular filetes reestructurados mediante 3 niveles de inclusión de alginato de sodio (0.6%, 0.8% y 1%) y carbonato de calcio (0.4%, 0.6% y 0.8%) en la elaboración de los cortes de carne reestructurada con salvado de quinua.
- Valorar las características físicas en cuanto a fuerza de ligado y estabilidad térmica en cocción y descongelación en los cortes de carne reestructurada, según los porcentajes de inclusión planteados y frente a un corte de carne patrón (centro de pierna de res *biceps femoral*).
- Evaluar las características físicas sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de los cortes de carne reestructurada según los porcentajes de inclusión planteados y frente a un corte de carne patrón.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 COMPONENTES ENDÓGENOS DE LA CARNE

“Se define como carne la parte muscular esquelética de los animales de abasto, incluyendo tejido conectivo y adiposo que haya sido declarada apta para el consumo humano por la inspección oficial antes y después del beneficio. Además, se considera carne el diafragma y los músculos maceteros de cerdo, no así, los demás subproductos de origen animal.”²⁴

Figura 1. Cortes de Carne Bovina.



Fuente: esta investigación

“La composición química promedio del tejido muscular del bovino, libre de grasa subcutánea, consiste de agua (70-73%), proteína (18-21%), lípidos (1.5-13%), carbohidratos (0.5–1.5) % y cenizas (1%), pero son muchos los factores que afectan esta composición, particularmente la alimentación y la genética de los animales.”²⁵

²⁴INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y DE CERTIFICACIÓN; Industrias alimentarias: Productos cárnicos procesados no enlatados. NTC 1325. 5ta actualización. Bogotá, 2008.

²⁵AMADOR, Ignacio. SEMINARIO TALLER TECNOLOGIA DEL MANEJO, CONSERVACION Y CORTE DE LA CARNE BOVINA Y PORCINA.FEDEGAN Y ASOCARNICAS. San Juan De Pasto. 2010. 4 p.

6.2 PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CARNE BOVINA

La producción mundial de carne de bovino en 2008, estimada por USDA, es de 60,4 millones de toneladas de carne en canal. El 48% es producido en países desarrollados y el 52% restante en países en desarrollo.²⁶

Por países o bloques económicos, la producción de carne se concentra en Estados Unidos, Brasil y la Unión Europea. Entre los tres producen el 50,5%.

El conjunto de los principales países productores en el mundo incrementó su oferta en cerca de 6,5 millones de toneladas en los últimos diez años. Los crecimientos grandes están en Brasil y China, con 6,1 millones de toneladas, lo cual representa el 93,1% del aumento total.²⁷

6.3 CONSUMO MUNDIAL DE CARNE BOVINA

“El consumo de carne en 2007, a nivel mundial, fue de 218 millones de toneladas. De este total, hay 100,8 millones de toneladas de carne porcina, 64.2 millones de toneladas de carne aviar y 52.6 millones de toneladas de carne vacuna (46,3%, 29,5% y 24,2%, respectivamente)”.²⁸

En 2007, Estados Unidos fue el principal consumidor de carnes (117kg/hab/año), seguido por Argentina (101 kg/hab./año) y Australia (93 kg/hab./año). En años anteriores, Argentina ocupaba el quinto lugar en el consumo mundial de carnes (96 kg/hab./año), detrás de Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda y Canadá.²⁹

6.4 AGRONEGOCIO DE LA CARNE BOVINA EN COLOMBIA

La ganadería colombiana ocupa el tercer lugar en términos de inventario en Suramérica, después de Argentina y Brasil. En el continente americano le corresponde el quinto lugar, y en el mundo ocupa el duodécimo lugar. En 2007, el hato sumaba 23.5 millones de cabezas; la producción de carne en toneladas equivalente canal en 2008 fue de 911.000 toneladas y en ese mismo año las exportaciones de carne y ganado en pie estuvieron en el orden de 750 millones de dólares, prácticamente a un único mercado, el de Venezuela, con una composición alta en valor agregado (carne deshuesada y en canal).³⁰

²⁶FEDERACION COLOMBIANA DE GANADEROS FEDEGAN. EL AJEDREZ MUNDIAL DE LA CARNE. Bogotá D.C.: 2008.

²⁷ Ibid.

²⁸ Ibid.

²⁹ Ibid.

³⁰ Ibid.

6.5 PRODUCCIÓN DE CARNE EN COLOMBIA

En cuanto a volumen de sacrificio, Colombia ocupa, igualmente, el tercer lugar en Suramérica, el sexto en el continente americano y el décimo quinto a nivel mundial. La producción de carne bovina para el período 2002-2008 registra crecimiento sostenido (2.4% anual), aumentando la oferta de carne en más de 141.000 toneladas en dicho lapso. El sacrificio formal, por su parte, creció pero en menor proporción (1.4% anual), lo cual significa que los índices de productividad del sector ganadero han mejorado sustancialmente.³¹

“Por otro lado de la cadena productiva de la carne se desprenden una serie de actividades industriales directamente relacionadas tales como: la matanza de ganado, la carne y vísceras de res, preparación y conservación de carnes como son las pre cocidas, enlatadas, embutidos, etc.”³²

“También de esta industria se generan importantes subproductos, muchos de los cuales son elementos centrales para otras cadenas productivas, como es el cuero para la marroquinera, el sebo para la industria de jabones y la sangre para la producción de concentrados para animales”.³³

“Estas actividades industriales representan el 2,3% de la producción bruta de la industria manufacturera del país y el 3,3% del valor agregado creado por la industria nacional y generan en forma directa casi 21.000 empleos”.³⁴

“En esta perspectiva se infiere que la ganadería vacuna y los productos industriales que se derivan de ella siguen pesando en forma significativa en la producción agrícola y agroindustrial del país”.³⁵

6.6 CONSUMO DE CARNE BOVINA EN COLOMBIA

“El consumo total nacional de carnes de res, pollo y cerdo en el período 1990 – 2007 hapasado de 37,5 kg a 43,4 kg, unatendencia positiva que refleja el crecimiento económico del país”.³⁶

“Si bien ha habido un crecimiento del consumo total de carnes, la composición por especie ha sufrido cambios importantes. El consumo per cápita de carne bovina en

³¹ Ibid.

³² ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA FAO. CARNE Y PRODUCTOS CARNICOS. Grupos de productos.

³³ COLOMBIA MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Op. Cit.

³⁴ FEDERACION COLOMBIANA DE GANADEROS FEDEGAN. Plan estratégico de la ganadería colombiana. Por una ganadería moderna y solidaria. Bogotá D.C.: 2008, 24 p.

³⁵ COLOMBIA. Ministerio de agricultura y desarrollo rural. Op. Cit., 13 p.

³⁶ Ibid.

Colombia en el período señalado experimentó una reducción progresiva, pasando de 26,4 en 1990 a 18,2Kg, en 2007”.³⁷

“De la producción de carne bovina en Colombia, se estima que para 2007 se destinó un 5% a consumo industrial y 6% a exportaciones. Alrededor del 85% de la demanda interna de carne no procesada corresponde al consumo de hogares y cerca del 15% al negocio de preparación de comidas, restaurantes y casinos”.³⁸

“La distribución de carne para los hogares es realizada principalmente por los expendios tradicionales, carnicerías especializadas y los supermercados”.³⁹

“En estos establecimientos hay una diferenciación entre cortes finos (lomo y pierna) provenientes de los cuartos traseros de la canal y los cortes económicos provenientes de los cuartos delanteros de la canal de res. En Colombia para el año 2008 la demanda de estos cortes finos fue de 60.000.000 de toneladas”.⁴⁰

Por otro lado se están produciendo algunos cambios en las tendencias de consumo en las que cada vez se presta mayor atención a aquellos aspectos de los alimentos que se considera pueden mejorar la salud de los consumidores a través de la dieta. Este marco está favoreciendo la aparición de nuevos derivados cárnicos, entre los cuales ocupan un papel muy destacado los alimentos funcionales que constituyen el principal impulsor del desarrollo de nuevos productos alimentarios.

“El incremento de la demanda de productos saludables y más nutritivos como consecuencia de consumidores cada día más informados y exigentes, contribuye a la necesidad continua de nuevos productos y a una variedad más diferenciada de los mismos”.⁴¹

6.7 LA INDUSTRIA CÁRNICA EN NARIÑO

En el departamento de Nariño el inventario bovino al finalizar el año 2010 fue de 388963 cabezas y el sacrificio legal para este mismo periodo fue de 32756 cabezas según datos de la secretaria de agricultura y medio ambiente del departamento de Nariño”.⁴²

³⁷ *Ibíd.*

³⁸ *Ibíd.*

³⁹ *Ibíd.*

⁴⁰ *Ibíd.*

⁴¹ TRESPALACIOS. Op. Cit.

⁴² CONSOLIDADO AGROPECUARIO NARIÑO 2010. SECTOR PECUARIO. Inventario bovino. p.110.

El sacrificio legal de ganado bovino en el municipio de Pasto para el año 2013 llego a 16510 cabezas⁴³ de las cuales se derivan actividades económicas como: la comercialización de carnes y vísceras la fabricación de derivados cárnicos, la industria del cuero y la industria del transporte además de otras que se componen indirectamente del beneficio bovino.

6.8 REESTRUCTURADOS CÁRNICOS

Se consideran reestructurados aquellos productos elaborados a partir de materias primas cárnicas que tras un cierto proceso de desintegración estructural (troceado, picado, etc.), son sometidas a diversos tratamientos de reestructuración, a fin de impartirles las características propias de los productos que pretenden imitar: filetes, porciones magras, carne para asar, etc.

“Suelen ser comercializados como productos crudos (refrigerados o congelados) y pre cocidos o cocidos. La elaboración de los reestructurados se fundamenta en procesos tecnológicos que permiten obtener productos con diferente composición química, tamaño de partícula e ingredientes no cárnicos, dando lugar a productos diferentes de la carne de la que proceden” .⁴⁴

6.9 TIPOS DE REESTRUCTURADOS

6.9.1 Reestructurado congelado. “Son productos sometidos a procesos de molienda y moldeado y que posteriormente son congelados y conservados a baja temperatura (-20 °C), hasta el momento en que son sometidos a un proceso de porcionado para luego ser cocinado (gelificación por calor) y consumidos” .⁴⁵

6.9.2 Reestructurado pre cocido o cocido. “Este tipo de producto sufre un tratamiento térmico (gelificación por calor) después de la extracción de las proteínas mediante la adición de cloruro de sodio y fosfatos para su posterior moldeado, que permite obtener auténticos productos terminados, listos para su consumo (cocinado) o productos intermedios que han de someterse a un ligero proceso culinario antes de su consumo (pre cocido).”⁴⁶

6.9.3 Reestructurado refrigerado. El uso de sistemas de ligado en frío resulta en productos que pueden ofrecerse a los consumidores crudos y refrigerados.

⁴³ FRIGOVITO, Op. Cit.

⁴⁴ SERRANO, Op. Cit., Pp. 59, 60.

⁴⁵ *Ibíd.*

⁴⁶ *Ibíd.*

El ligado en frío también da a los procesadores la oportunidad de extraer más valor de músculos de forma irregular y de músculos poco utilizados. “Muchos de estos productos pueden elaborarse combinando pedazos de carne o músculos enteros con aditivos y embutiéndolos en una funda. Después de un período de tiempo dependiendo del aditivo bajo refrigeración para que se desarrolle el ligado, las barras de carne no del todo congeladas, pero lo suficientemente sólidas, pueden ser prensadas para darles una forma adecuada usando una prensa para carne, y posteriormente rebanadas”.⁴⁷

6.10 SISTEMAS DE REESTRUCTURACIÓN EN FRÍO

6.10.1 Alginato. Este producto es un sistema ligador capaz de formar un gel en frío. Se combina alginato de sodio con carbonato de calcio y un ácido orgánico durante el proceso de mezclado para originar el gel que pega pequeños pedazos de carne formando una masa de mayor tamaño.

El alginato es un hidrocoloide o goma que se obtiene a partir de varios tipos de algas de color pardo de la clase *Phaeophyceae*. Su estructura química está formada por una molécula de polisacárido compuesta con unidades de ácido D-manurónico y L-gulurónico.

El ácido gulurónico tiene afinidad por los cationes divalentes como el calcio, por lo que el gel es fácil de formar si se agregan este tipo de cationes a la solución acuosa. Debido a que este gel no requiere de la aplicación de calor para formarse, recibe el nombre de gel en frío. Además, no es reversible térmicamente, por lo que un producto hecho con alginato no se "derrite".

“Por lo general, los alginatos no se emplean en grandes cantidades, dado que ejercen su actividad a baja concentración. Habitualmente, el rango en el que se suelen añadir a los alimentos oscila entre 0.2- 1.0%, aunque en muchos casos se administran hasta el 2.0% y siempre acompañados de la fuente de calcio que se estime conveniente”.⁴⁸

El segundo componente clave del sistema ligador de alginato es el carbonato de calcio. La principal función de este compuesto es proveer iones de calcio para que interactúen con las unidades de ácido gulurónico. Como el gel se forma casi instantáneamente por interacciones químicas entre estos compuestos, puede ocurrir una solidificación prematura de la mezcla cárnica si se encuentran disponibles muchos iones de calcio en el primer paso del mezclado. Por esto, es

⁴⁷ Ibíd.

⁴⁸VELAZCO, Op. Cit.

esencial que se tenga una adecuada distribución, solubilidad y cantidad de la fuente de calcio.

Las fuentes de calcio suelen añadirse en concentraciones entre 0.2-0.75%. “La función del ácido orgánico, es ajustar el pH y disolver el carbonato de calcio.”⁴⁹

6.10.2 Compuesto Fibrinógeno-trombina. Este producto es extraído del plasma de los bovinos. Cuando la enzima fibrinógeno reacciona con la trombina, otra enzima, se crea la fibrina. La fibrina es un gel que naturalmente ocurre cuando el fibrinógeno es activado por la enzima trombina formando un coágulo de sangre. Este ligado natural no tiene sabor residual.

El proceso de ligado ocurre en dos fases. La reacción de conversión de fibrinógeno a fibrina debe ser lenta con el fin de que haya suficiente tiempo para que se complete el paso de formación inicial del molde. La segunda etapa es la relativa al ligado de los pedazos de carne mediante la formación del gel y del entrecruzamiento molecular.

Como ambos procesos dependen del nivel de trombina y su aplicación es controlable, se sugiere hacer experimentación específica para aplicación, para evitar la formación del gel prematuramente (antes de la colocación en el molde) y puesto que puede romperse más adelante en un paso subsiguiente (embutido, por ejemplo). En términos generales, de 10 a 15 minutos son suficientes para lograr el mezclado y el moldeo del producto.

“Una vez moldeado el producto comenzará a formarse en un gel que aumenta su fuerza hasta un punto máximo que ocurre como a las 6 horas. después del moldeado”.⁵⁰

6.10.3 Transglutaminasa. “Lastransglutaminasas (TGasas) son una familia de proteínas presentes en la mayoría de los tejidos y fluidos extracelulares de los vertebrados e involucradas en numerosos procesos biológicos tales como: coagulación sanguínea, cicatrización de heridas, queratinización de la epidermis y endurecimiento de la membrana de los eritrocitos. Se han encontrado en mamíferos, pescados, plantas y microorganismos. El papel fisiológico de las TGasas parece ser considerablemente diverso y varias enfermedades se han relacionado con deficiencias o sobreproducción de estas enzimas en el organismo humano”.⁵¹

⁴⁹ Ibíd.

⁵⁰ Ibíd.

⁵¹ MORENO, Op Cit., p.35.

Actualmente la transglutaminasa es industrialmente producida en cantidades comerciales por la fermentación de la levadura *Streptomyces mobaraensis* o extraída de la sangre de los animales destinados a la alimentación humana.

En productos cárnicos, la transglutaminasa cataliza el ligado intermolecular entre los aminoácidos glutamina y lisina de las proteínas de la carne, fortaleciendo la estructura de la matriz proteica. “Cabe aclarar que la mayor actividad enzimática se lleva a cabo cuando el producto se cocina, mas su actividad durante el proceso de formado es suficiente para mantener los pedazos de carne unidos, aún durante el rebanado o el corte.”⁵²

6.11 ALGINATO

Los alginatos son las sales del ácido algínico. Se extraen de una gran variedad de algas pardas de la familia de las “feoficeas”. Estas algas son de gran tamaño y son conocidas como Macroalgas o Kelp. Pueden llegar a medir entre 1 a 2,5 metros de longitud e incluso algunas pueden llegar a medir hasta 8 metros o más, como es el caso de las *Macrocystis* sp. Las algas pardas crecen en todas las regiones de aguas frías del mundo, desde el hemisferio norte hasta el hemisferio sur. Entre ellas existe una gran variedad de especies que varían en tamaño y forma, así como en el porcentaje y calidad del alginato que producen. Todas estas algas marinas conviven a temperaturas de agua de 13-20°C y viven y crecen constantemente en la zona costera inter y submareal, desde y bajo el nivel de las mareas, llegando hasta los 20 o 30 metros de profundidad.⁵³

Entre ellas destacan *Laminaria hyperborea*, que prolifera en zonas cercanas a las costas de Noruega, donde incluso se recoge en forma mecanizada en aguas poco profundas, donde además es posible encontrar *Laminaria digitata*, presente también en el Cantábrico. La *Laminaria japonica*, se cultiva en China y Japón y la *Macrocystis pyrifera* en aguas del Pacífico junto con algunas especies de los géneros *Lessonia*, *Ecklonia*, *Durvillaea* y *Ascophyllum*. Las algas contienen entre el 20% y el 30% de alginato sobre su peso seco.⁵⁴

Los primeros estudios llevados a cabo sobre la extracción de alginatos de las algas datan de finales del siglo XIX. Su nombre lo deben al químico británico E.C. Stanford, cuyos estudios determinaron que los alginatos poseían varias propiedades muy interesantes para la industria en general puesto que podían emplearse como espesantes y formadores de geles y de películas. “A partir de estos estudios iniciales se propusieron varias aplicaciones industriales, aunque la producción a gran escala no fue desarrollada hasta mucho después cuando

⁵²VELAZCO, Op. Cit.

⁵³ROMERO, Carlos., et al. Propiedades del alginato y aplicaciones en alimentos. Temas seleccionados de ingeniería de alimentos. Madrid: Universidad de Puebla. Puebla, 2013. 88p

⁵⁴ Ibid.

Krefting en 1896, obtuvo ácido algínico puro y con posterioridad se fueron determinando muchas de las propiedades de las sales de este ácido. Sin embargo, la producción comercial de alginatos no comenzó hasta el año 1929 y tuvo un notable incremento después de la Segunda Guerra Mundial con la instalación de empresas extractoras de estas sustancias en todo el mundo”.⁵⁵

Los alginatos disponibles en el mercado se comercializan en su mayoría en forma de sales hidrosolubles, libres de celulosa, blanqueadas y purificadas. Entre ellos se incluyen el ácido algínico, alginato de sodio, alginato de potasio, alginato de amonio, alginato de calcio y el alginato de propilenglicol. Pero además, también se producen compuestos combinados, tales como: alginato de amonio-calcio y alginato de sodio-calcio.

Algunos de estos compuestos, principalmente el ácido algínico y sus sales de sodio, calcio y potasio, se ofrecen en tres calidades diferentes en función de los procesos de purificación y blanqueado que sufren durante su producción. Estas calidades son:

✓ “Calidad alimentaria: la presentan los productos completamente libres de celulosa, de coloración blanca o ligeramente amarilla.

✓ Calidad farmacéutica: son productos libres de celulosa y totalmente blancos. Es la calidad más pura.

✓ Calidad técnica: la presentan los productos usualmente libres de celulosa, aunque pueden contener cierta proporción; son de color variable (blancos, amarillos o marrones). Por lo general se emplean principalmente en la industria textil, de pinturas, papeles calco, maderas aglomeradas, etc”.⁵⁶

6.11.1 Clasificación. Dentro de la lista de aditivos se presenta la siguiente clasificación de moléculas y compuestos derivados del ácido algínico:

⁵⁵ *Ibíd.*

⁵⁶ MORENO, Op. Cit.

Cuadro 1. Clasificación de moléculas y compuestos derivados del ácido algínico

Designación del aditivo	Nombre	Formula	Característica
E-400	Ácido algínico	(C ₆ H ₈ O ₆) _n	Insoluble en agua
E-401	Alginato sódico	(C ₆ H ₇ NaO ₆) _n	Soluble en agua
E-402	Alginato potásico	(C ₆ H ₈ KO ₆) _n	Soluble en agua
E-403	Alginato amónico	(C ₆ H ₁₁ NO ₆) _n	Soluble en agua
E-404	Alginato cálcico	(C ₁₂ H ₁₄ CaO ₁₂) _n	Insoluble en agua
E-405	Alginato de propilenglicol (PGA)	(C ₉ H ₁₄ O ₇) _n esterificado	Soluble en agua

Fuente: www. bdnhome.com

“En tecnología de alimentos se emplean principalmente el **alginato** sódico (E-401) por su capacidad gelificante y el **alginato** de propilenglicol (E-405) que pese a notener capacidad de formar geles, es empleado como suspensor y estabilizante de espumas.”⁵⁷

6.11.2 Aplicaciones. Las aplicaciones de los alginatos en la tecnología alimentaria se conocen desde la década de los 60 del pasado siglo. Empezó a emplearse en la formación de películas para recubrir productos elaborados a partir de recortes de ternera frescos con el fin de prolongar su vida útil, en productos cárnicos de cerdo e incluso en productos pesqueros.⁵⁸

2 En la actualidad los alginatos gozan de gran cantidad de aplicaciones, aunque entre ellas caben destacar: los sistemas de reestructuración de carnes en frío, estabilizante de espumas de cervezas y bebidas de frutas, etc.”⁵⁹

6.12 PROCEDIMIENTO PARA LA REESTRUCTURACIÓN DE CARNE CON ALGINATO DE SODIO

El proceso de elaboración de reestructurados cárnicos implica operaciones de adecuación de la materia prima cárnica, reducción del tamaño de la misma, mezcla con los distintos ingredientes y moldeado del producto, entre las más importantes.

⁵⁷ *Ibíd.*

⁵⁸ ROMERO, Op Cit.

⁵⁹ *Ibíd.*

6.12.1 Reducción del tamaño de la materia prima cárnica. “La reducción del tamaño de partícula además de disminuir la dureza, incrementa el área superficial facilitando el acceso y extracción de las proteínas miofibrilares. El grado de fraccionamiento de los productos puede ser muy diverso e incluso puede haber varios tipos en un mismo producto, lo que proporciona un aspecto diferente al ofrecido por una carne picada tradicional. Puede encontrarse desde un picado fino hasta pequeños músculos enteros, o un desmenuzado o picado más o menos grueso, cubos y láminas o copos de carne. El tamaño de partícula entre 0,8-1,5 cm da como resultado productos más parecidos al músculo entero”⁶⁰.

Este proceso de desintegración se debe llevar a cabo a temperaturas controladas, para evitar la pérdida de aptitud tecnológica de las proteínas miofibrilares.

“El proceso de desintegración de la carne afecta a diversas características del producto reestructurado (textura, capacidad de retención de agua, propiedades sensoriales, etc.)”⁶¹

6.12.2 Mezclado de los ingredientes. El proceso de mezclado de la carne e ingredientes tiene diferentes funciones: poner en contacto de manera homogénea todos los componentes que formarán el producto final, aumentando además la ruptura de las fibras musculares, lo que favorece la liberación de los componentes intracelulares.

Este proceso se suele llevar a cabo en mezcladoras de cuba horizontal, dotadas de palas que se mueven lentamente y en trayectorias opuestas, provocando un efecto de amasado.

Este proceso no debe degradar en exceso la estructura de las porciones cárnicas, debiendo ser controlada la temperatura inicial y final del proceso, así como el tiempo de mezclado.

“También es importante tener en cuenta el orden en la incorporación de los distintos ingredientes, por ejemplo en el caso que se adicione grasa (o cualquier ingrediente con elevada proporción de grasa), se debe hacer después de haber mezclado la porción cárnica magra con el agua, las sales y permitir la solubilización de proteínas”⁶².

⁶⁰RAMÍREZ, Jorge, *et al.* Efecto del tipo de carne de res sobre la pérdida por cocción, resistencia al corte y palatabilidad sobre bistés reestructurados. *En*: Revista científica, 2001 FCV-LUZ/VOL XI, N° 2. p. 109-116.

⁶¹ COFRADES, Susana, *et al.* Restructured beef with different proportions of walnut as affected by meat particle size. *En*: European Food Research and Technology, 2004: 231p.

⁶² SALINAS ROCA, Álvaro. Desarrollo de un producto reestructurado a partir de carne de res de bajo valor comercial. Trabajo de grado ingeniero en industria alimentaria. Honduras. Zamorano. Carrera agroindustria alimentaria, 2007. 3 p.

6.12.3 Tiempo de reacción. “El tiempo de mezcla de los ingredientes es un factor limitante que va a influir en la calidad del producto final. El trabajo mecánico de mezclado no debe degradar demasiado la estructura de la carne. La reducción inicial del tamaño de la carne da lugar a cierta destrucción de la pared celular y liberación de agua, con la agitación adicional (mezclado) se intensifica la extracción de la proteína, que van a favorecer la ligazón. La agitación prolongada degrada aún más la estructura muscular y aumenta la posibilidad de retención de agua. En general cortos periodos de mezcla dan como resultado texturas blandas y friables, mientras que mezclas excesivas dan como resultado texturas muy elásticas”.⁶³

6.13 ANÁLISIS DE CALIDAD DE LOS REESTRUCTURADOS CÁRNICOS

Los productos reestructurados según la NTC 1325 se clasificarían como especialidades cárnicas que son productos cárnicos procesados que no corresponden a las definiciones de productos cárnicos contenidas en esta norma. De acuerdo con el proceso tecnológico al que se han sometido se clasifican en crudos, pre cocidos o cocidos. Sus requisitos de composición y formulación corresponden mínimo a la categoría estándar. Pueden ser formados con gelatina (*aspic*), rellenos, embutidos, apanados, rebozados, ahumados otros.⁶⁴

Entonces los productos reestructurados deben cumplir con las características fisicoquímicas y microbiológicas estipuladas para productos crudos estándar según la norma técnica colombiana 1325.

6.13.1 Parámetros fisicoquímicos

Cuadro 2. Requisitos de composición y formulación para productos cárnicos procesados crudos frescos

PARÁMETRO	Premium		Seleccionada		Estándar	
	% Min	% Max	% Min	% Max	% Min	% Max
Proteína (N x 6,25)	14		12		10	
Grasa		40		40		40
Humedad más grasa		86		88		90
Almidón		1		5		8
Proteína no cárnica		0		3		6

Fuente: NTC 1325 año 2008

⁶³ SERRANO, Op. Cit.

⁶⁴ ICONTEC. NTC 1325 Op. Cit.

6.13.2 Parámetros microbiológicos:

Cuadro 3. Requisitos microbiológicos para productos cárnicos procesados crudos frescos congelados o no.

REQUISITO	N	m	M	C
Recuento de <i>Staphylococcus</i> coagulasa positiva, UFC/g	3	100	300	1
Recuento de esporas <i>Clostridium</i> sulfito reductor, UFC/g	3	100	300	1
Detección de <i>Salmonella spp</i> , /25 g	3	Ausencia	-	-
Recuento de <i>Escherichiacoli</i> , / g	3	100	400	1

n = número de muestras que se van a examinar
m = índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad
M = índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad
c = número de muestras permitidas con resultados entre m y M.

Fuente: NTC 1325 año 2008

6.13.3 Parámetros organolépticos. Para el consumidor, los atributos más importantes de los derivados cárnicos los constituyen sus características organolépticas (textura, bouquet, aroma, forma y color). Son éstas las que determinan las preferencias individuales por determinados productos.

Las características organolépticas son las siguientes:

6.13.3.1 Textura. “La textura es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista, el oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación.” No se puede hablar de la textura de un alimento como una propiedad única de éste, sino que hay que referirse a los atributos o a las propiedades de textura de ese alimento.”⁶⁵

“La textura de los derivados cárnicos se halla principalmente determinada por el contenido en agua y grasa y por los tipos y proporciones relativas de algunas. Los cambios en la textura están producidos por la pérdida de agua o grasa, la formación o rotura de las emulsiones, la hidrólisis de los carbohidratos poliméricos y la coagulación o hidrólisis de las proteínas”.⁶⁶

⁶⁵GARRIZ, Carlos. Calidad organoléptica de la carne vacuna, influencia de factores bilógicos y tecnológicos. Fac. Agr y vet. mnrn. Buenos Aires. 2011. 5 p.

⁶⁶LOPEZ MALDONADO, Ingrid. Efecto del tiempo de maduración y edad cronológica sobre características organolépticas de carne de res de puerto rico. Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado en maestría ciencia y tecnología de alimentos. Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico, 2009. 7 p.

6.13.3.2 Sabor y aroma. La sensación básica de sabor se encuentra fuertemente matizada por la presencia de innumerables compuestos complejos de naturaleza orgánica.

Los derivados cárnicos crudos contienen mezclas complejas de componentes volátiles que imparten aromas característicos. Durante el proceso de elaboración estos componentes pueden llegar a perderse reduciéndose entonces la intensidad del bouquet o destacándose otros componentes de éste y del aroma.⁶⁷

También se producen, por acción del calor, las radiaciones ionizantes, la oxidación, o la actividad de las enzimas sobre las proteínas grasas o carbohidratos, componentes aromáticos volátiles diversos.

Algunos ejemplos de este fenómeno son la que se produce entre los grupos carbonílicos y los productos de la degradación de los lípidos, o la hidrólisis de los lípidos a ácidos grasos y su posterior transformación en aldehídos, ésteres y alcoholes.

El aroma de los alimentos se halla determinado por una compleja combinación de centenares de compuestos, algunos de los cuales actúan de forma sinérgica.⁶⁸

6.13.3.3 Color. Muchos de los pigmentos naturales de los alimentos se destruyen durante el tratamiento térmico, por transformaciones químicas que tienen lugar como consecuencia de cambios en el pH, o por oxidaciones durante el almacenamiento. Como consecuencia de ello, el alimento elaborado pierde su color característico y por tanto, parte de su valor. Los pigmentos sintéticos son más estables, por lo que a menudo se agregan al alimento antes de la elaboración.

El color es el atributo percibido inicialmente por el consumidor y por tanto fundamental en la elección, por lo que su preservación es objeto de mucho cuidado para que el alimento tenga el color que el consumidor espera, que no es siempre el natural. Por ejemplo, la mioglobina de la carne, que expuesta al oxígeno adquiere el característico color rojo, mientras que en atmósferas pobres en oxígeno se vuelve parda, dando un aspecto mucho menos atractivo. Para impedir los efectos favorecedores de la proliferación de microorganismos de una atmósfera rica en oxígeno, se puede envasar la carne en presencia de una pequeña cantidad de monóxido de carbono (CO) que se une a la mioglobina con más fuerza que el oxígeno dando un color rojo muy vivo.⁶⁹

⁶⁷SERRANO. Op. Cit., p. 54

⁶⁸Ibíd.

⁶⁹ROCHA MCGUIRE, Ana. El uso de antioxidantes para mantener el color de la carne fresca; En: revista carnetec.com; 2008

6.14 GENERALIDADES DE LA QUINUA

La Quinoa es un producto natural de Bolivia, tiene como nombre científico *Chenopodium Quinoa Wild*, planta cultivada en el altiplano boliviano desde la época de los Incas, es de tipo quenopodiácea cereal, que produce una semilla comestible pequeña de 2.63 mm de diámetro, sus raíces son pivotantes con muchas ramificaciones y su altura varía entre 100 y 230 cm. Es un grano redondo semiaplanado de color blanco amarillento.

Es una planta típica de las alturas, resistente a las heladas y se adapta mejor a ambientes secos húmedos. Tiene un ciclo vegetativo corto, de cuatro y medio a seis meses.⁷⁰

En Colombia se tiene nociones de que algunas tribus de la meseta Cundiboyacense y del sur del país cultivaron la quinoa. Este cultivo comenzó a perder importancia desde la época de la conquista, tanto así que hoy en día se desconoce casi por completo en el país. Sin embargo, aún se cultiva y consume en algunos sectores de Nariño.⁷¹

En los últimos años la quinoa se ha constituido en un alimento de gran demanda por sus bondades nutritivas.

“Los estudios al respecto revelan que el grano de esta cereal contiene un elevado contenido proteico que fluctúa entre 13 a 20% (dependiendo de la variedad) la cual supera cualitativamente y cuantitativamente a otros cereales como el arroz, avena, cebada etc.”⁷²

Su valor como alimento radica en la composición interna de su proteína, por su contenido de aminoácidos esenciales como la fenilalanina, histidina, lisina entre otros. Su aporte en grasas es también considerable no solamente por el valor energético que proporciona, sino por el contenido de ácidos grasos insaturados, los cuales son más saludables para el organismo.

“Además su contenido de fibra dietética es alto dependiendo de la variedad. La fibra del grano de quinoa se puede incorporar a alimentos de nutrición animal y a productos dietéticos para la nutrición humana. En la actualidad hay un interés creciente en la fibra alimentaria debido a que las dietas altas en fibra se consideran saludables”.⁷³

⁷⁰MONTOYA RESTREPO, Alexandra, *et al.* Análisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de quinoa en Colombia. Innovar, En: Revista de ciencias administrativas y sociales. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2005.

⁷¹ MONTAÑEZ. Op. Cit.

⁷² MONTOYA. Op. Cit.

⁷³ *Ibíd.*

“Su aporte de micro-nutrientes es también importante, así encontramos vitaminas y oligoelementos que forman parte importante de su composición, los cuales cumplen funciones vitales y específicas en las células y tejidos, por los papeles que juegan dentro del metabolismo”.⁷⁴

De igual manera porcentaje de fibra dietética en quinua es alto comparado con otros cereales.

Cuadro 4. Composición química de granos de quinua y de cereales en base seca

Elemento	QUINUA	ARROZ	CEBADA	MAIZ	TRIGO
Proteína %	16,3	7,6	10,8	10,2	14,2
Grasa %	4,7	2,2	1,9	4,7	2,3
Carbohidratos totales %	76,2	80,4	80,7	81,1	78,4
Fibra cruda %	4,5	6,4	4,4	2,3	2,8
Cenizas %	2,8	3,4	2,2	1,7	2,2
Energía (Kcal/Kg)	399	372	383	408	392

Fuente: VALORACION NUTRICIONAL DE 10 VARIETADES DE QUINUA (*Chenopodium Quinoa Will*).⁷⁵

6.15 LA FIBRA DIETÉTICA

Con el nombre de fibra dietética se agrupa a una serie de sustancias de origen vegetal, no digeribles por enzimas propias del organismo humano.⁷⁶ A continuación se enlistan dichas sustancias y se describen algunas de sus características.

6.15.1 Celulosa. Es un polímero lineal de glucosa con enlaces glucosídicos β - 1,4. Es el componente más abundante de las paredes de las células vegetales donde se encuentra asociado con la hemicelulosa y la pectina. La celulosa es el componente principal de la madera, al algodón y el papel en todos sus tipos. Se encuentra en zanahorias, col, verduras y cereales integrales”.⁷⁷

⁷⁴TORREZ, María, GUZMAN, Amelia y CARBAJAL, Roger. Valoración nutricional de 10 variedades de quinua (*Chenopodium Quinoa Will*). En: Revista BIOFARBO. Bolivia, 2002.

⁷⁵Ibíd.

⁷⁶SILVA MONTOYA, Daniel. Documentación y estandarización de la técnica para la determinación de la fibra en productos alimenticios para el laboratorio de aguas y alimentos de la universidad tecnológica de Pereira. Trabajo de grado para optar para el título de tecnólogo químico. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de tecnología química, 2007.

⁷⁷RAMIREZ BERNAL, Inés. Análisis de alimentos. Academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales. 3ra Edición. Bogota: s.n. 1998.

6.15.2 Hemicelulosa. Con este nombre se agrupa a una serie de moléculas formadas por polímeros de hexosas y/o pentosas, las cuales se hallan íntimamente asociadas a la celulosa (de ahí el nombre de hemicelulosa). “Entre los más conocidos se encuentran los polímeros llamados xiloglucanas, arabinogalactanas y ramnogalacturonanas cuyos monosacáridos principales son: xilosa y glucosa, arabinosa y galactosa y en el último caso ramnosa y ácido galacturónico. Se les encuentra en cereales integrales y verduras en general.”⁷⁸

6.15.3 Pectinas. Son carbohidratos complejos formados por unidades repetidas de ácido galacturónico. La transformación en el laboratorio del grupo carboxilo del ácido galacturónico en metilester, da lugar al polímero que recibe el nombre de ácido pectínico, siendo esta forma, la llamada pectina soluble, que se usa para hacer mermeladas y jaleas en combinación con adecuadas cantidades de fruta, ácido orgánico y azúcar. Las pectinas se encuentran en las paredes celulares y la porción carnosa de la fruta, verduras y plantas comestibles.

“La parte carnosa y blanca de la cáscara de cítricos como la toronja y la naranja, así como en la manzana, el membrillo y el tejocote; contienen abundantes cantidades de pectina (cerca del 20% de su peso seco). La pectina comercial proviene de estas fuentes”.⁷⁹

6.15.4 Lignina. “Es el principal componente no carbohidratos de la pared celular de las plantas. Es un polímero de p-coumarilo, coniferilo y alcohol sinapílico. Tiene mínima capacidad para absorber agua. Se le encuentra principalmente en la cascarilla de los cereales y en la alfalfa”.⁸⁰

6.15.5 Ceras epicuticulares. “Forman parte de la capa exterior de muchos frutos, hojas y semillas: están constituidas por hidroxiácidos de cadena larga. Se halla en manzanas”.⁸¹

6.15.6 Mucílagos. Son polímeros principalmente de ácidos urónicos. “Tienen la capacidad de retener grandes cantidades de agua formando un gel muy viscoso y gelatinoso. Los más conocidos son los del nopal, la sábila y el *Plantagopsillium*”.⁸²

⁷⁸ *Ibíd.*

⁷⁹ *Ibíd.*

⁸⁰ *Ibíd.*

⁸¹ *Ibíd.*

⁸² *Ibíd.*

6.15.7 Agar.“El de las algas marinas es un polímero de d y l galactosa. En algunos tipos de agar se encuentra la galactosa esterificada al ácido sulfúrico. El componente polimérico de las algas no marinas como la espirulina del vaso de Texcoco, es el ácido algínico, otras como el Kelp, contienen unidades repetidas de ácido manurónico”.⁸³

6.15.8 Gomas.“Entre las cuales se encuentra la goma arábica, son unidades repetidas de d-galactosa alternando con d-glucurónico, también contienen algo de arabinosa, ramnosa o manosa. Otras son: la goma guar, la goma karaya, la goma tragacanto y la de pino”.⁸⁴

6.16 EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA FIBRA

La fibra soluble, constituida por pectinas gomas y mucílagos, bajan los niveles de colesterol sanguíneo, bajan la insulinemia y la glucemia, pueden unir ácidos biliares, y retardan el vaciamiento gástrico. La celulosa y la hemicelulosa forman parte de la fibra insoluble, tienen como función ligar agua, por tanto incrementan el peso de las heces, pueden atrapar ácidos biliares, reducen la presión colónica intraluminal y el tiempo de tránsito intestinal. La lignina (que es totalmente insoluble e indigerible) y el agar son posibles antioxidantes, atrapan agua, pueden secuestrar minerales traza, y afectan los esteroides fecales.⁸⁵

6.16.1 Tránsito intestinal.“La ingesta diaria de fibra en adecuadas cantidades trae como consecuencia inmediata reducción en el tiempo de tránsito intestinal, por tanto aumento en la frecuencia de las evacuaciones, reduciéndose de cada 24 ó 36 horas a cada 8 ó doce horas (dos o tres evacuaciones al día) con el consecuente abatimiento de la putrefacción intestinal y la desaparición del estreñimiento”.⁸⁶

6.16.2 Efecto sobre los lípidos sanguíneos. La celulosa y su derivado, la carboximetilcelulosa, el salvado de trigo, la goma karaya y la lignina, no alteran significativamente los niveles de colesterol sérico, triglicéridos o LBD en individuos saludables y normolipémicos. “En cambio las pectinas y los mucílagos son efectivos tanto en normolipémicos como en hiperlipémicos. El salvado de avena disminuye el colesterol y los triglicéridos en sangre”.⁸⁷

⁸³ *Ibíd.*

⁸⁴ *Ibíd.*

⁸⁵ ALVAREZ E Y SANCHEZ P. LA FIBRA DIETETICA. EN: Nutrición hospitalaria.2006.62p.

⁸⁶ *Ibíd.*

⁸⁷ *Ibíd.*

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 FORMULAR FILETES REESTRUCTURADOS MEDIANTE 3 NIVELES DE INCLUSIÓN DE ALGINATO DE SODIO (0.6%, 0.8% Y 1%) EN LA ELABORACIÓN DE LOS CORTES DE CARNE REESTRUCTURADA CON SALVADO DE QUINUA.

7.1.1 Ubicación. El presente estudio se llevó a cabo en la Planta de procesamiento de carnes de Porkilandia de la ciudad de Pasto, las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas del producto terminado fueron realizadas en los laboratorios especializados de la universidad de Nariño sede torobajo.

7.1.2 Obtención de la materia prima. Para la elaboración del producto se utilizó carne de res del corte de cogote correspondiente a los músculos *Spleniuscapitis* y *Semispinaliscapitis*.

Para el patrón comparativo se utilizó el corte de centro de pierna de res (tajado para preparar a la plancha) correspondiente al músculo *cuádriceps femoral*.

A estos productos se les realizó análisis iniciales de:

- pH
- Temperatura de ingreso a planta
- Organolépticas: olor, color, textura y apariencia.

Posteriormente fueron almacenadas en condiciones de refrigeración entre 0 y 4 °C en un cuarto frío COLFRISER 6 Hp el cual garantiza estas condiciones.

La quinua se obtuvo del mercado público de Tulcán república del Ecuador. Esta fue de la variedad *Chilpi* la cual tiene un porcentaje de fibra de 6,04%.⁸⁸

Para la extracción del salvado de quinua se realizó una molienda fina en un molino de discos, para luego ser tamizado con el juego de tamiz de Taylor en la malla 100 tomando como producto de interés el salvado que no pasa por la luz de este tamiz, en la planta piloto de la facultad de ingeniería agroindustrial de la universidad de Nariño sede Torobajo.

⁸⁸ *Ibíd.*

Figura 2. Molienda y tamizado de quinua



Fuente: esta investigación

El Alginato de sodio, el carbonato de calcio y el ácido etilendiaminotetracético (EDTA) se adquirieron en la casa comercial TECNAS de Medellín la cual entrego fichas técnicas de estos productos. (Ver anexo A).

7.1.3 Reducción del tamaño de partícula.“La carne fue troceada en un molinod de carnes marca Torrey referencia m 32 mediante un disco de 15 mm, puesto que, tamaños de partícula entre 8mm y 15 mm dan como resultado productos más parecidos al músculo entero“.⁸⁹

7.1.4 Formulaciones.Para la realización del siguiente estudio se elaboraron 12 ensayos de 1600 g de producto, teniendo en cuenta tres diferentes formulaciones variando en un 0.6, 0.8 y 1% los niveles de alginato de sodio y en 0.4, 0.6 y 0.8% los niveles de calcio en los tratamientos, dado que, a estas concentraciones se consigue una máxima fuerza de ligado y una mínima decoloración de la carne.⁹⁰. En la Cuadro 5 se especifican los diferentes tratamientos con la correspondiente cantidad de carne, agua, salvado de quinua y acidodiácetiltetraacético (EDTA) los cuales se mantuvieron constantes en todos los tratamientos.

Dónde:

T0= Patrón (100% carne de res)

T1= Inclusión de 0.6% de alginato de sodio y 0.4 de carbonato de calcio.

T2= Inclusión de 0.8% de alginato de sodio y 0.6 de carbonato de calcio.

T3= Inclusión de 1% de alginato de sodio y 0.8 de carbonato de calcio.

⁸⁹ COFRADEZ, Op. Cit.

⁹⁰ VELAZCO, Op. Cit.

Cuadro 5. Formulaciones de reestructurado cárnico y salvado de quinua con diferentes inclusiones de alginato de sodio.

MATERIA PRIMA	Cantidades en gramos			
	T0	T1	T2	T3
Bola de res	1700			
Cogote de res		1445	1445	1445
Salvado de quinua		80	80	80
Agua		145	145	145
Alginato de sodio		18	24	30
Carbonato de calcio		8	12	16
EDTA		0.5	0.5	0,5

Fuente: Esta investigación

Según balances de materia El índice de humedad/proteína en todos los ensayos es igual a 4,39 y El índice de grasa/proteína en todos los ensayos es igual a 0,27.

Como en ningún tratamiento se utiliza sal (cloruro de sodio) el índice de sal es igual a cero.

La fuente de sal en los reestructurados es el carbonato de calcio y este reacciona con el alginato de sodio.

Los balances de materia de los diferentes tratamientos se muestran en el (Anexo B).

7.1.4.1 Alginato y carbonato de calcio. Para el estudio se realizan tres formulaciones variando el porcentaje de alginato de sodio entre el 0,6 % y el 1% y el porcentaje de calcio entre el 0,4 % al 0,8% respectivamente en los tratamientos

7.1.4.2 Salvado de quinua. El porcentaje de salvado de quinua será constante en los tratamientos y es del 5 % del producto final.

7.1.4.3 Agua y ácido etilendiaminotetracético(EDTA). El agua añadida a los tratamientos será de un 10% con relación a la totalidad de la carne, ya que, para lograr un buen efecto ligante se requiere de un 10% y hasta un 25% de agua añadida.⁹¹

⁹¹BIGATTI, Martin, *et al.* Evaluación sensorial de milanesas preparadas a partir de carne reestructurada. Instituto Tecnología de Alimentos. Centro Agroindustria. Buenos aires: s.n. 2004 p.

Además al 10% del agua añadida se adicionara con EDTA para cada tratamiento, y de esta manera lograr secuestrar los iones de calcio presentes en el agua logrando que estos no provoquen una gelificación anticipada del alginato.⁹²

7.1.5 Elaboración del reestructurado. La recepción de materias primas se realizó evaluando características organolépticas como son: color, olor y textura. Medición de pH el cual debe estar dentro de un rango de 5,8 a 6,2 y temperatura que debe mantenerse por debajo de los 4 °C, la limpieza de la carne se realizó retirando grasa superficial y tejido conectivo para luego trocear la carne formando cubos de un tamaño aproximado de 5 cm, para emplear el molino de carnes TORREY M 32 (ver anexo C) con un disco de 8 mm.

Figura 3. Carne de cogote de res molida



Fuente esta investigación

7.1.5.1 Incorporación de los ingredientes. “La carne molida se la agrego a una recipiente ancho, posteriormente se incorporó el 75% del agua, el porcentaje de salvado de quinua, el porcentaje de alginato correspondiente a la formulación y el agente secuestrante (fase 1), para luego ser mezclada durante 20 min hasta que se incorporen homogéneamente los ingredientes; además de lograr un ablandamiento del producto, puesto que, en estudios sobre el efecto del tipo de músculo y el tiempo de masaje se determinó que la suavidad de la carne mejoró en 20% después de 18 minutos de masaje”.⁹³

⁹² Ibíd.

⁹³ SALINAS, Op. Cit.

Figura 4. Fase 1 carne, salvado de quinua, agua, alginato de sodio y EDTA



Fuente esta investigación

“Después de mezclada la fase uno se procedió a agregar la mezcla comprendida por el 25 % del agua restante y el carbonato de calcio correspondiente a cada tratamiento (fase 2). Se mezcló por 5 minutos para que interaccionen el alginato de sodio y el carbonato de calcio”.⁹⁴

Figura 5. Fase 2 agua y carbonato de calcio



Fuente esta investigación

6.1.5.2 Formación y moldeado del reestructurado. Luego del contacto entre el alginato y el carbonato de calcio se embutió la masa en una funda sintética de 4 pulgadas de diámetro, mediante una embudadora marca RAMONES (ver anexo D) posteriormente se introdujo la masa embutida en moldes elaborados con pvc. (Ver anexo E).

⁹⁴MORENO, Op. Cit.

Figura 6. Masa de reestructurado en embudidora y producto emoldado



Fuente esta investigación

Para lograr la presión requerida en los ensayos y para eliminar el error debido a esta variable, los moldes se metieron en empaques de poliamida de 3 micras tamaño 20 cm de anchó por 30 cm de largo para ser empacados al vacío con una presión constante de $-1,5$ atm en una empacadora marca WEBOMATIC E 115 Basic. La ficha técnica de la empacadora al vacío se encuentra en el (Anexo F).

Posteriormente se rotularon los ensayos y se llevaron a refrigeración en un cuarto fríoCOLFRISER ver ficha técnica (Anexo G) a una temperatura de $1,8$ °C durante 15 horas, puesto que para que se forme un gel fuerte son necesarias temperaturas de refrigeración entre 0°C y 4°C .⁹⁵

7.1.5.3 Porcionado del reestructurado.El porcionado del reestructurado se realizó de la siguiente manera:

- Una muestra de 1700 g por cada tratamiento se destinaron para análisis fisicoquímicos y microbiológicos.
- Tres muestras de 300 g por cada tratamiento se destinaron para análisis de capacidad de retención de agua en cocción.
- Tres muestras de 300 g por cada tratamiento se destinaron para análisis de capacidad de retención de agua en descongelación.
- Tres muestras de 700 g por cada tratamiento se destinaron para análisis sensorial de grado de satisfacción.
- Tres muestras de 300 g por cada tratamiento se destinaron para análisis de fuerza de ligado.

⁹⁵ Ibid.

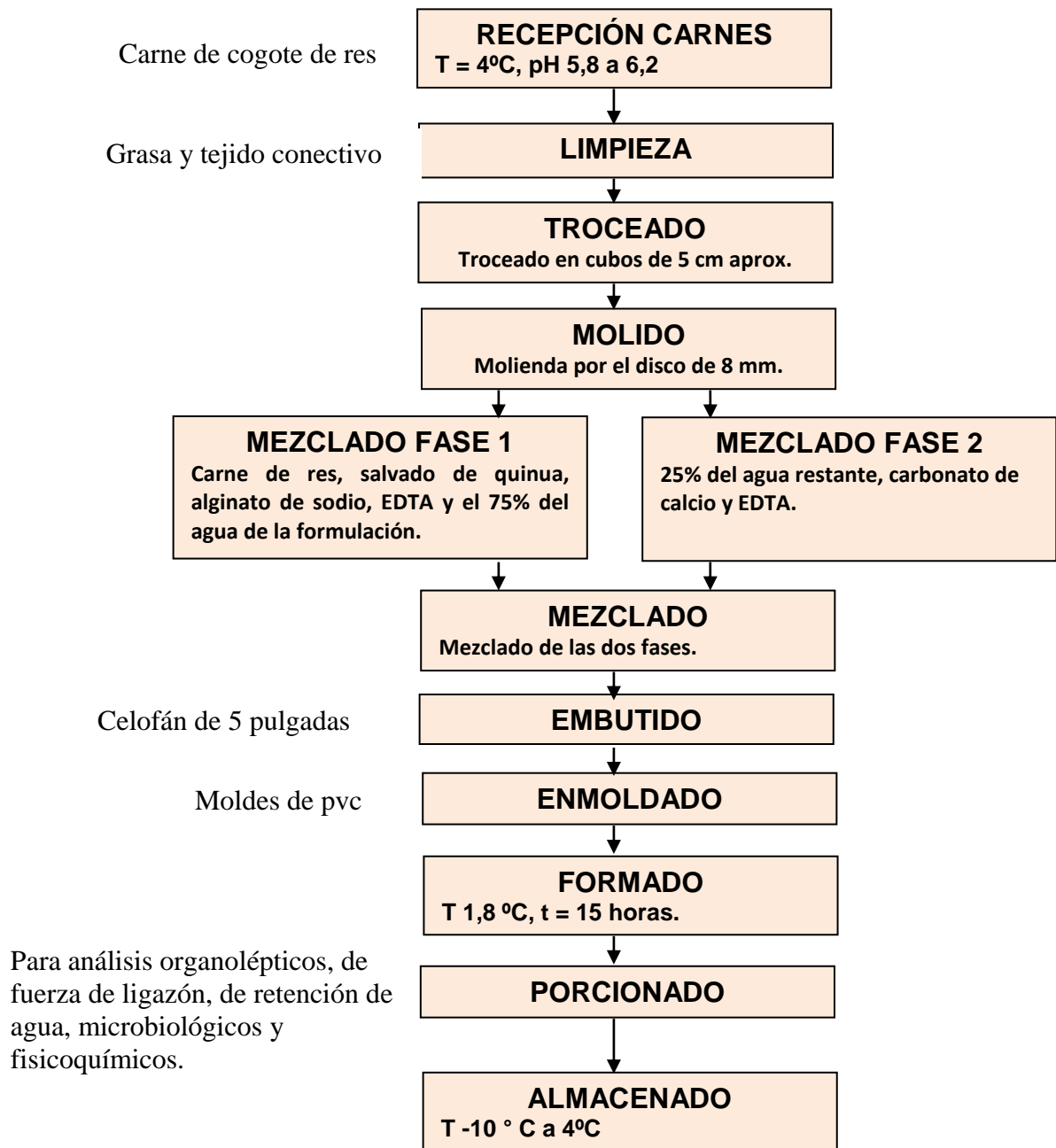
Figura 7. Reestructurado gelificado



Fuente esta investigación

Seguidamente se rotularon las muestras y se almacenaron en refrigeración hasta que se realizaron los respectivos análisis.

Diagrama 1. Diagrama de flujo para elaboración del reestructurado



7.2 VALORAR LA FUERZA DE LIGADO EN LOS CORTES DE CARNE REESTRUCTURADA, SEGÚN LOS PORCENTAJES DE INCLUSIÓN PLANTEADOS Y FRENTE A UN CORTE DE CARNE PATRÓN

Para la realización de las pruebas se realizó el método experimental de penetración en probetas en el cual se utilizaron se utilizaron argollas de bronce de masas conocidas, esto implica que el diámetro de la muestra analizada corresponde al doble del diámetro del disco de prueba.

Además el peso total de la muestra junto con la cuerda de suspensión y la argolla de prueba es del orden de 0.29New.

Para llevar a cabo esta técnica se colocaron trozos de carne reestructurada sobre un aplicador en el que quedan perfectamente sujetas el cual, posee un probeta posteriormente, se atraviesan con una argolla de bronce de masa conocida y se determina los valores máximos de masas aplicadas a las muestras hasta llegar al límite de rotura. Conociendo estas masas se aplicó la fórmula $\text{peso} = \text{masa} * \text{gravedad}$ obteniendo los resultados de la fuerza máxima soportada por los tratamientos hasta el momento de ruptura.⁹⁶

Cuadro 6. Las condiciones Iniciales en el experimento

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD DE MEDIDA
Temperatura muestras	(4+-0,1)	°C
Temperatura ambiente	(21+-0,1)	°C
Aceleración de la gravedad	9,78	m=s2
Presión atmosférica	(560+-0,1)	mmHg
Diámetro de las argollas	(2,2+-0,1)	Cm
Diámetro de las muestras	(4,4+-0,1)	Cm
Grosor de las muestras	(1,0+-0,1)	Cm
Fecha	12 de septiembre de 2013	
Hora	De 9:00 am a 1:00 pm	

Fuente: esta investigación

⁹⁶ Ibíd.

Figura 8. Montaje experimental de probetas



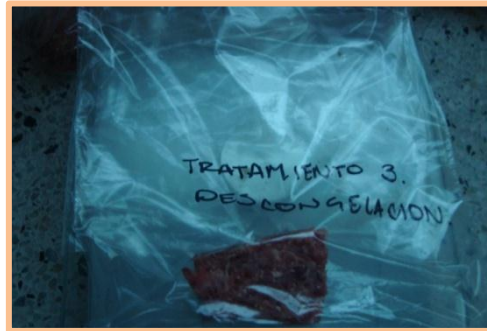
Fuente: esta investigación

7.3 COMPARAR LOS VALORES DE AGUA LIBRE EN LOS CORTES DE CARNE REESTRUCTURADA, EN PROCESOS DE DESCONGELACIÓN Y COCCIÓN.

7.3.1 valores de agua libre en descongelación. Para determinar los valores de agua libre se tomaron 30 gramos de carne reestructurada de cada ensayo y del corte de carne patrón, se empacaron y se congelaron durante 24 horas en un congelador INDUCOL CIC – 28PB a una temperatura promedio de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Ver anexo H), posteriormente fueron descongelados a temperaturas de refrigeración (de 0°C a 4°C), luego se retiraron las muestras de las bolsas y se secaron con un papel filtro sin ejercer presión alguna, y se pesaron para determinar el porcentaje de agua liberada en descongelación. El resultado de esta técnica se expresa como el porcentaje que supone el peso perdido respecto del peso inicial de la muestra.⁹⁷ Este ensayo se realizó cinco veces por cada muestra.

⁹⁷RODRIGUEZ, Laura. Evaluación de recubrimientos comestibles proteicos aplicados al Salmon del Atlántico (Salmo Salas) CONGELADO Memoria doctoral. España.: Universidad Santiago de Compostela. Facultad de ciencias., 2011.

Figura 9. Muestra de reestructurado para el ensayo de pérdida de agua en descongelación



Fuente: esta investigación

7.3.2 valores de agua libre en cocción. “Para determinar las pérdidas por cocción Se pesaron 30 g del reestructurado y del corte de carne patrón en una balanza con precisión de $\pm 0,05$ g y se hicieron cinco réplicas. Unavez pesada la muestra, se introdujo en una bolsa de polietileno sin cerrar, colocándola en un baño con agua a 90°C , cuidando que el agua no penetrara en lasbolsas. En cada muestra se midió la temperatura en el centro de cada pieza mediante un termómetro de punzón, sacándolas del baño una vez que alcanzaron 75°C . Se dejaron enfriar durante 15 minutos en aguacorriente a 15°C . Las muestras se sacaron de las bolsas, secándolas ligeramente conpapel de filtro (sin presionar en absoluto) y se pesaron. El resultado de esta técnica se expresa como el porcentaje que supone el peso perdido respecto del peso inicial de la muestra.”⁹⁸

Figura 10. Muestra de reestructurado en el ensayo de pérdida de agua por cocción.



Fuente: esta investigación

⁹⁸ *Ibíd.*

7.4 EVALUAR LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES, FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LOS CORTES DE CARNE REESTRUCTURADA SEGÚN LOS PORCENTAJES DE INCLUSIÓN PLANTEADOS Y FRENTE A UN CORTE DE CARNE PATRÓN.

7.4.1 Evaluación sensorial. La evaluación sensorial de los cortes de carne reestructurada y el corte patrón se realizó basándose en las características de olor, color, sabor y textura, correspondientes a estos tratamientos mediante dos ensayos.

7.4.1.1 Análisis sensorial del producto crudo. En este ensayo se analizaron parámetros de textura, olor y preferencia en las muestras de reestructurados en estado crudo, utilizando una escala hedónica de tres puntos con los siguientes descriptores: Me gusta = 1, Ni me gusta ni me disgusta = 2 y No me gusta = 3.

Las muestras fueron cortadas en trozos de 2,5 cm, e identificadas con números aleatorios de tres cifras. La evaluación fue realizada en un área ventilada, de buena iluminación, libre de olores extraños, con un panel de 31 evaluadores no entrenados pero consumidores habituales de derivados cárnicos, a los cuales se les suministró una ficha de evaluación, este formato de encuesta utilizado para hacer la evaluación sensorial aparece en el (Anexo I). A estos resultados se les hizo un análisis estadístico de Frecuencia, Media, Varianza, Desviación típica, Error estándar y Coeficiente de variación. Por medio del programa estadístico EXCEL 2012.

Figura 11. Muestras de los reestructurados para análisis sensoriales en estado crudo



Fuente: esta investigación

7.4.1.2 Análisis sensorial del producto cocido. Este ensayo descriptivo cuantitativo se realizó con un panel de catadores no entrenados y utilizando una escala hedónica. La aceptación del consumidor hacia los reestructurados se evaluó basándose en las características de olor, color, sabor y textura, correspondiente a los tratamientos 1, 2, 3 utilizando una escala hedónica de 5 puntos con los siguientes descriptores: Me gusta mucho = 1, Me gusta = 2, Ni me gusta ni me disgusta = 3, Me gusta poco = 4 y No me gusta = 5.

Las muestras fueron preparadas a la plancha con aceite vegetal a una temperatura de 72°C registrada en el centro del producto, cortadas en trozos de 2,5 cm, e identificadas con números aleatorios de tres cifras.

Figura 12. Muestras de reestructurado crudo para análisis sensorial



Fuente esta investigación

Figura 13. Muestras de reestructurado cocido para analisis sensorial



Fuente esta investigación

La evaluación se realizó con un panel de 24 evaluadores no entrenados, a los cuales se les suministró una ficha de evaluación. Conforme a lo recomendado en la NTC 3925.⁹⁹ Este formato de encuesta utilizado para hacer la evaluación sensorial (ver Anexo J).

A estos resultados se les realizaron un análisis estadístico de LSD de Fisher mediante el programa estadístico STATGRAPHICS CENTURIÓN XV VERSIÓN II EN ESPAÑOL.

7.4.2 Análisis fisicoquímicos. Al ensayo que presente mejores resultados en las evaluaciones mecánicas, de capacidad de retención de agua, sensorial y de costos de producción se les realizara análisis fisicoquímicos.

Las pruebas a realizar serán las siguientes:

pH: Potenciómetro.

HUMEDAD: método Gravimétrico por estufa común.

CENIZAS TOTAL: método Gravimétrico por calcinación.

PROTEÍNA: método sistema Kjeldahl.

EXTRACTO ETereo: método Soxleth.

FIBRA CRUDA: Digestión ácido-básica.

Estos análisis se efectuaran en un laboratorio especializado en análisis de alimentos.

7.4.3 Pruebas microbiológicas. Al ensayo que presente mejores resultados en las evaluaciones mecánicas, de capacidad de retención de agua, sensorial y de costos de producción se les realizara análisis microbiológicos en el laboratorio de Microbiología de la universidad de Nariño sede Toro Bajo. Puesto que, un factor importante para la determinación de la vida útil de un producto son estos análisis.

Los análisis microbiológicos realizados fueron:

Recuento de *Staphylococcus coagulans* positiva, UFC/g

Recuento de esporas *Clostridium sulfito reductor*, UFC/g

Detección de *Salmonella* spp, /25 g

Recuento de *Escherichia coli*, / g

Estos parámetros se realizaron conforme lo requerido en la NTC 1325 para derivados cárnicos crudos.

⁹⁹INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y DE CERTIFICACIÓN; análisis sensorial: metodología, guía general. NTC 3925. 5ta actualización. Bogotá, 2002.

7.4.4 Análisis de costos. Para la determinación de los costos de los cortes de carne reestructurada y el corte de carne de bola se realizaron balances de materia y energía donde se tuvieron en cuenta los costos de las materias primas, insumos y kilowatts consumidos para determinar el costo por kilogramo de producto según el grado de inclusión de cada insumo en la formulación.

A continuación se describen los insumos utilizados, cantidades y costos para la elaboración de los tratamientos.

Cuadro 7. Insumos, cantidades y costos para la elaboración de los Tratamientos.

INSUMOS	CANTIDAD KG	VALOR \$
Carne de res (cogote)	1	8000
Carne de res (centro de pierna)	1	12000
Alginato de sodio	1	74000
Carbonato de calcio	1	36000
EDTA 39%	1	14000
Agua	1	3
Salvado de quinua	1	3000
Tripa alifan	1 metro	1500
Kw/hora	1	800*

* El costo del Kw/hora se toma del valor de la factura de energía eléctrica en la planta de procesos de Porkilandia donde se realizaron los ensayos.

Fuente: esta investigación.

7.4.4.1 Balance de materia. El balance de materia para los tres tratamientos de filetes reestructurados, se realiza en cada uno de los equipos que intervienen en la elaboración del producto obtenido para determinar el rendimiento y pérdidas en cada uno de los tratamientos. La base de cálculo es de 1 Kg.

7.4.4.2 Balance de energía. “El balance de energía se desarrolló para cada una de las etapas del proceso en donde existen consumos energéticos estos fueron calculados con la siguiente fórmula: **Consumo de energía (Q) = Potencia del motor x Tiempo de operación**”.¹⁰⁰

¹⁰⁰ MONTAÑEZ, Op. Cit.

7.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el diseño experimental de este proyecto se llevó a cabo un análisis completamente al azar, con lo cual se determinan los niveles de inclusión de quinua en cada uno de los tratamientos asumiendo las diferencias significativas entre las formulaciones, donde se evalúa la composición de los productos, teniendo en cuenta la muestra patrón y tres niveles de sustitución valorando cada una de las muestras por triplicado, se realizan un total de 9 ensayos, empleando el procedimiento y la formulación estándar para elaboración de filetes reestructurados.

Los ensayos se realizaron de acuerdo a las siguientes cantidades.

Cuadro 8. Formulación estándar para los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Carne 90/10 (g)	Agua (g)	Fibra (g)	Alginato (g)	Calcio (g)	Masa total
1 (0,6% A.)	1450	145	80	18	8	1701
2 (0,8% A.)	1450	145	80	24	12	1711
3 (1,0% A.)	1450	145	80	30	16	1721
4 Patrón	1700	-	-	-	-	1700

Fuente: esta investigación

El modelo estadístico a utilizar será: $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$

Dónde

:

Y_{ij} : Variable observada de acuerdo a la característica medida

μ : Medida general del grupo.

T_i : Efecto debido al tratamiento

E_{ij} : Error experimental debido al resultado individual de la muestra

I: 1.2.3

J: 1.2.3

8. RESULTADOS Y ANÁLISIS

8.1 RESULTADOS DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO

El producto obtenido se elabora con las normas técnicas y legales del INVIMA (decreto 3075 del 97)¹⁰¹ y el CONTEC (NTC 1325).¹⁰²

Las materias primas seleccionadas son adecuadamente escogidas para la elaboración de la salchicha, procurando que el producto sea confiable para el consumo humano, sin correr riesgos de alguna alteración o irregularidad que puedan perjudicar los análisis.

Las pruebas de plataforma para las materias primas e insumos se encuentran en la Cuadro 9.

Cuadro 9. Pruebas de plataforma para materias primas e insumos

Materia prima o insumo	pH	T°C	Lote	Vence	Características sensoriales
Carne de cogote de res	5,8	3°C			Olor, color y sabor característicos.
Carne de centro de pierna de res	5,8	3°C			Olor, color y sabor característicos.
Quinoa		Ambiente	-	-	Granos secos y frescos
Alginato de sodio		Ambiente	231778	2014/02/16	Conforme a la ficha técnica
Carbonato de calcio		Ambiente	241779	2014/02/18	Conforme a la ficha técnica
EDTA		Ambiente	231419	2014/03/20	Conforme a la ficha técnica

Fuente esta investigación

¹⁰¹DECRETO NÚMERO 3075 de diciembre de 1997. Ministerio de la Protección Social.

¹⁰²CONTEC 1325.Op. Cit.

8.2 RESULTADOS FORMULACIÓN

La formulación se basa en la NTC 1325 la cual traza estándares de calidad y permite clasificar el producto en un derivado cárnico procesado fresco Premium por contener un mínimo de proteína del 14%.

Según balances de materia El índice de humedad/proteína en todos los ensayos es igual a 4,39 y El índice de grasa/proteína en todos los ensayos es igual a 0,27.

Como en ningún tratamiento se utiliza sal el índice de sal es igual a cero.

Como el balance de agua representa el agua presente en el producto y la cantidad de agua que la fórmula es capaz de retener¹⁰³ entonces tenemos:

$$\begin{aligned} \text{Agua presente} &= \text{Kg de proteína} * 4 \\ \text{Agua presente} &= 0,26 * 4 \\ \text{Agua presente} &= 1,04 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agua añadida} &= \text{Kg agua tratamiento} + \text{Kg agua de materias primas} \\ \text{Agua añadida} &= 0,145 \text{ Kg} + 0,997 \\ \text{Agua añadida} &= 1,142 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balance de agua} &= 1,04 - 1,142 \\ \text{Balance de agua} &= - 0,102 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Este resultado indica que hay 0,102 Kg de agua que puede salir del producto en los procesos de cocción o en estados de congelación o refrigeración.

Estos índices son iguales en los tres tratamientos, puesto que, los valores de proteína y agua añadida no varían en estos.

La formulación se estandarizó teniendo en cuenta los ensayos que se realizaron según el nivel de inclusión de alginato de sodio y carbonato de calcio, determinado así la mejor inclusión, por calidad mecánica, organoléptica, de resistencia a tratamientos térmicos y de costos directos de producción.

8.3 RESULTADOS DE RESISTENCIA MECANICA

Los resultados obtenidos en el análisis de resistencia mecánica para cinco muestras de cada una de las tres formulaciones de filetes reestructurados en frío con alginato de sodio y el corte patrón de centro de pierna de res se muestra en los Cuadros 10, 11, 12, 13 y 14.

¹⁰³MONTAÑEZ, Op. Cit.

Resultados análisis de resistencia mecánica para el tratamiento 1 (0,6% alginato – 0,4% calcio)

Cuadro 10. Factores experimentales resistencia mecánica tratamiento 1

MUESTRA	MASA SOPORTADA (g)	MASA SOPORTADA (Kg)	FUERZA SOPORTADA (Kg*m/s²)
1	360	0,36	3,498
2	600	0,6	5,868
3	500	0,5	4,89
4	390	0,39	3,835
5	440	0,44	4,321

Fuente: esta investigación

Resultados análisis de resistencia mecánica para el tratamiento 2 (0,8% alginato – 0,6% calcio)

Cuadro 11. Factores experimentales, resistencia mecánica tratamiento 2

MUESTRA	MASA SOPORTADA (g)	MASA SOPORTADA (Kg)	FUERZA SOPORTADA (Kg*m/s ²)
1	480	0,48	4,69
2	482	0,482	4,725
3	422	0,422	4,132
4	410	0,41	4,025
5	535	0,535	5,25

Fuente: esta investigación

Resultados análisis de resistencia mecánica para el tratamiento 3 (1,0% alginato – 0,8% calcio)

Cuadro 12. Factores experimentales, resistencia mecánica tratamiento 3

MUESTRA	MASA SOPORTADA (g)	MASA SOPORTADA (Kg)	FUERZA SOPORTADA (Kg*m/s ²)
1	570	0,57	5,584
2	572	0,572	5,6
3	570	0,57	5,584
4	595	0,595	5,822
5	605	0,605	5,931

Fuente: esta investigación

Resultados análisis de resistencia mecánica para el tratamiento 1 (patrón comparativo corte de bola de res)

Cuadro 13. Factores Experimentales, resistencia mecánica tratamiento 4

MUESTRA	MASA SOPORTADA (g)	MASA SOPORTADA (Kg)	FUERZA SOPORTADA (Kg*m/s ²)
1	860	0,86	8,414
2	950	0,95	9,312
3	860	0,86	8,414
4	855	0,855	8,372
5	852	0,852	8,35

Fuente: esta investigación

8.3.1 Resultados comparativos entre las muestras. Los resultados de este ensayo se expresan como la fuerza máxima soportada (Newtons N) por los tres tratamientos y el patrón comparativo hasta el momento de su ruptura.

Cuadro 14. Cuadro comparativa de resistencia mecánica de los cuatro tratamientos

Muestra	T1 (N) 0,6 % alginato	T2 (N) 0,8% alginato	T3 (N) 1,0 % alginato	T4 (N) Patrón
1	3,49	4,69	5,58	8,42
2	5,86	4,72	5,6	9,31
3	4,89	4,13	5,58	8,41
4	3,83	4,02	5,82	8,37
5	4,32	5,25	5,93	8,35

Fuente: esta investigación

8.3.2 análisis estadístico:

8.3.2.1 Análisis de la varianza y Prueba LSD Fisher resistencia mecánica:

Cuadro 15. Cuadro ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	54,8316	3	18,2772	55,41	0,0000
Intra grupos	5,2778	16	0,329862		
Total (Corr.)	60,1094	19			

Fuente: esta investigación

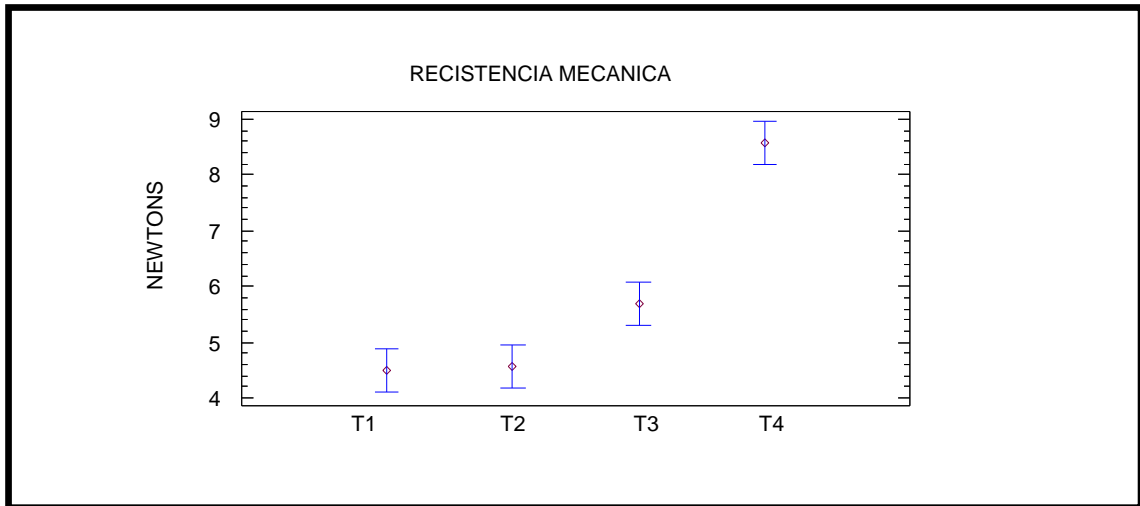
Cuadro 16. Pruebas de Múltiple Rangos Método: 95,0 porcentajes LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T 1 (0,6% alginato-0,4% calcio)	5	4,4824	A
T 2 (0,8% alginato-0,6% calcio)	5	4,5644	A
T 3 (1,0% alginato-0,8% calcio)	5	5,7046	B
T 4 (Patrón)	5	8,5746	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Fuente: esta investigación

Grafica 1. Grafica de medias para análisis de resistencia mecánica



Fuente: esta investigación

Las Cuadros 15 y 16 y la gráfica 1, indican que las medias de los tratamientos 1 (0,6% alginato-0,4% calcio) y 2 (0,8 % alginato- 0,6% calcio) no representan diferencias significativas con un valor $p < 0,0001$. Con respecto a los tratamientos 3 (1,0 % alginato-0,8% calcio) y 4 (patrón) los cuales no presentan diferencias estadísticamente significativas. .

Estos resultados nos permiten inferir que en los tratamientos 1 y 2 no se observan diferencias estadísticamente significativas, además de presentar una menor fuerza hasta el momento de ruptura lo cual los hace los menos convenientes en esta prueba y que el tratamiento 3 si presenta diferencias significativas teniendo una mayor estabilidad hasta el punto de ruptura lo cual nos indica que es el más óptimo en esta prueba, el tratamiento 4 (patrón) presenta altas diferencias con los tres tratamientos con un nivel del 95% de confianza.

8.4 RESULTADOS VALORES DE AGUA LIBRE EN DESCONGELACION.

La comparación de los resultados obtenidos en el análisis de retención de agua en descongelación para cinco muestras de cada una de las tres formulaciones de filetes reestructurados en frío con alginato de sodio y el corte patrón de centro de pierna se muestra en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Cuadro comparativa de agua libre en descongelación de los cuatro tratamientos

Muestra	T1 (g) 0,6 %alginato	T2 (g) 0,8% alginato	T3 (g) 1,0 % alginato	T4 (g) Patrón
1	27,6	28,3	29,3	28,7
2	25,3	28,1	29,3	28,2
3	27,1	28,1	29,5	28,3
4	26,4	28,4	29,4	28,5
5	27,5	28,3	29,8	28,1

Fuente: esta investigación

Los resultados de este ensayo se expresan como el porcentaje que supone el peso perdido respecto del peso inicial de la muestra, los porcentajes de pérdida de agua en el proceso de descongelación para los tres tratamientos y para el patrón se muestran en la Cuadro 18.

Cuadro 18. Porcentaje de pérdida de agua para los cuatro tratamientos

Muestra	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)	T4 (%) Patrón
1	8	5,6	2,3	4,3
2	15,6	6,3	2,3	6
3	9,6	6,3	1,6	5,6
4	12	5,3	2	5
5	8,3	5,6	0,6	6,3

Fuente: esta investigación.

8.4.1 Análisis estadístico:

8.4.1.1 Análisis de la varianza y Prueba LSD Fisher descongelación:

Cuadro 19. Cuadro Anova

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	201,97	3	67,3233	23,74	0,0000
Intra grupos	45,372	16	2,83575		
Total (Corr.)	247,342	19			

Fuente: esta investigación

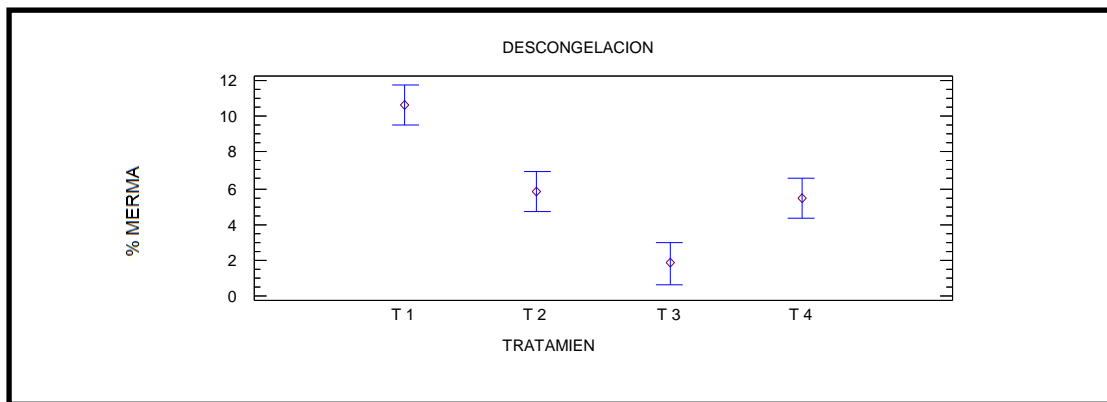
Cuadro 20. Pruebas de Múltiple Rangos Método: 95,0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T 3 (1,0% alginato-0,8% calcio)	5	1,76	A
T 4 (PATRON)	5	5,44	B
T 2 (0,8% alginato-0,6% calcio)	5	5,82	B
T 1 (0,6% alginato-0,4% calcio)	5	10,7	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Fuente: esta investigación

Grafica 2. Grafica de medias para pérdidas de agua en descongelación



Fuente: esta investigación

Las Cuadros 19 Y 20 y la gráfica 2, indican que las medias de los tratamientos 1(0,6% alginato-0,4% calcio) y 3 (1,0 % alginato-0,8% calcio) poseen una diferencia altamente significativa con un valor $p < 0,0001$. Con respecto a los tratamientos 2(0,8% alginato-0,6% calcio) y 4 (patrón) los cuales no presentan diferencias estadísticamente significativas. .

Esta diferencia nos permite inferir que el tratamiento 1 presenta un mayor porcentaje de pérdida de agua en descongelación lo cual lo hace el menos conveniente en esta prueba y que el tratamiento 3 presenta el porcentaje más bajo de pérdida de agua en descongelación lo cual nos indica que es el más óptimo en esta prueba. Los tratamientos 2 y el tratamiento 4 (patrón) no presentan diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95% de confianza.

Estos resultados son aplicables en la industria, ya que, sirven como parámetro de control de calidad en productos cárnicos frescos que se someten a procesos de congelación y almacenamiento y luego son descongelados para ser consumidos.¹⁰⁴

¹⁰⁴RODRIGUEZ, Op. Cit.

8.5 RESULTADOS VALORES DE AGUA LIBRE EN COCCION.

La comparación de los resultados obtenidos en el análisis de retención de agua en cocción para seis muestras de cada una de las tres formulaciones de filetes reestructurados en frío con alginato de sodio y el corte patrón de centro de pierna se muestra en la Cuadro 21.

Cuadro 21. Cuadro comparativa de agua libre en cocción de los cuatro tratamientos.

Muestra	T1 (g) 0,6 % alginato	T2 (g) 0,8% alginato	T3 (g) 1,0 % alginato	T4 (g) Patrón
1	23,2	27,4	28,1	28,5
2	26,4	27,6	27,7	29,1
3	19,8	27,1	28,5	28,4
4	23,5	25,8	27,6	30
5	16,7	27,9	28,4	28,2
6	23,6	27,3	28,5	27,8

Fuente: esta investigación

Los resultados de este ensayo se expresan como el porcentaje que supone el peso perdido respecto del peso inicial de la muestra, los porcentajes de pérdida de agua en el proceso de cocción para los tres tratamientos y para el patrón se muestran en la Cuadro 22.

Cuadro 22. Porcentaje de pérdida de agua para los cuatro tratamientos

Muestra	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)	T4 (%) Patrón
1	22,6	8,6	6,3	5
2	12	8	7,6	3
3	34	9,6	5	5,3
4	21,6	14	8	0
5	44,3	7	5,3	6
6	21,3	9	5	7,3

Fuente: esta investigación

8.5.1 Análisis estadístico:

8.5.1.1 Análisis de la varianza y Prueba LSD Fisher cocción:

Cuadro 23. Cuadro ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1626,37	3	542,124	12,72	0,0002
Intra grupos	682,076	16	42,6297		
Total (Corr.)	2308,45	19			

Fuente: esta investigación

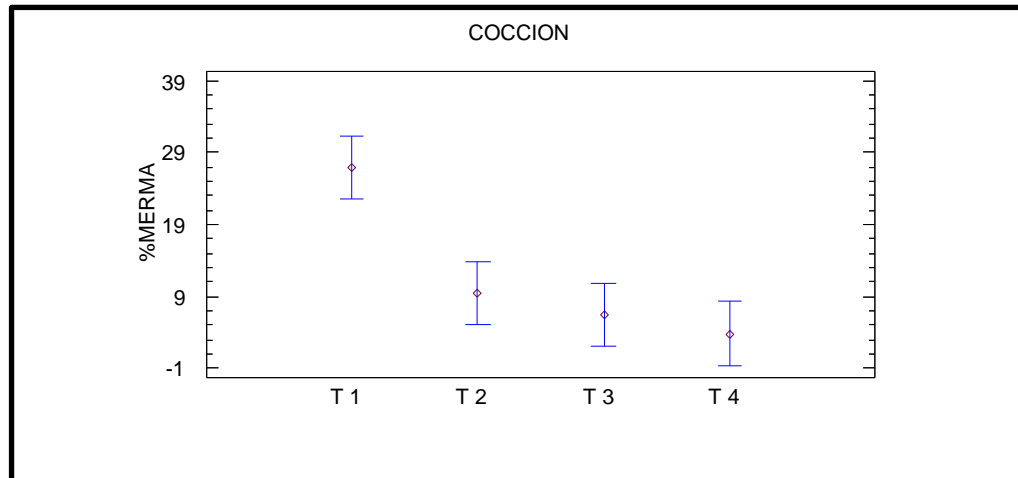
Cuadro 24. Pruebas de Múltiple Rangos Método: 95,0 porcentajes LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T 4	5	3,86	A
T 3	5	6,44	A
T 2	5	9,44	A
T 1	5	26,9	B

Fuente: esta investigación

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Gráfica 3. Gráfica de medias para pérdidas de agua en Cocción.



Fuente: esta investigación

Las Cuadros 23 Y 24 y la gráfica 3, indican que las medias del tratamientos 1 (0,6% alginato-0,4% calcio) poseen una diferencia altamente significativa con un valor $p < 0,05$. Con respecto a los tratamientos 2 (0,8% alginato-0,6% calcio), 3

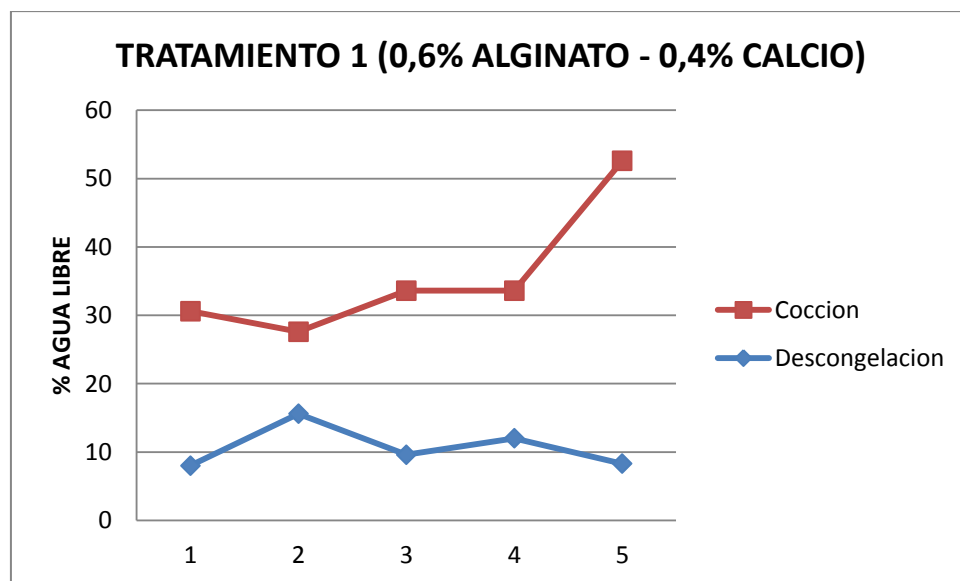
(1,0 % alginato-0,8% calcio)y 4 (patrón) los cuales no presentan diferencias estadísticamente significativas. .

Esta diferencia nos permite inferir que el tratamiento 1 presenta un mayor porcentaje de pérdida de agua en cocción lo cual lo hace el menos conveniente en esta prueba. Los tratamientos 2, 3 y el tratamiento 4 (patrón) no presentan diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95% de confianza.

Este análisis fue realizado por (RODRIGUEZ 2011) para determinar la influencia del alginato de sodio en el proceso de cocción de recubrimientos cárnicos con alginato de sodio en salmón.¹⁰⁵

8.5.2 Comparación en los procesos de descongelación y cocción en cada tratamiento. En las gráficas 4, 5, 6 y 7 se encuentra la comparación entre los resultados de agua libre en descongelación y cocción para cada tratamiento.

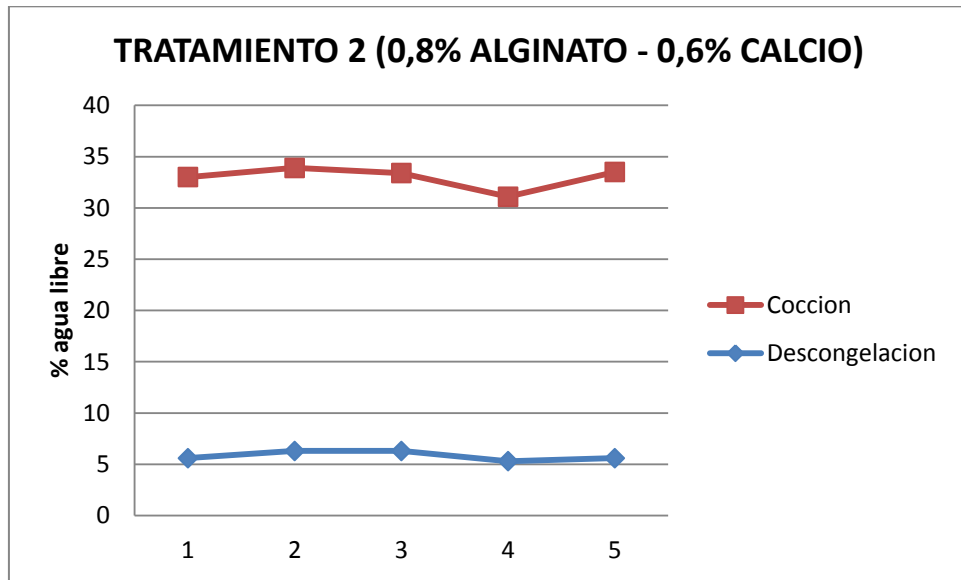
Gráfica 4. Grafica de comparación para el tratamiento 1.



Fuente: esta investigación

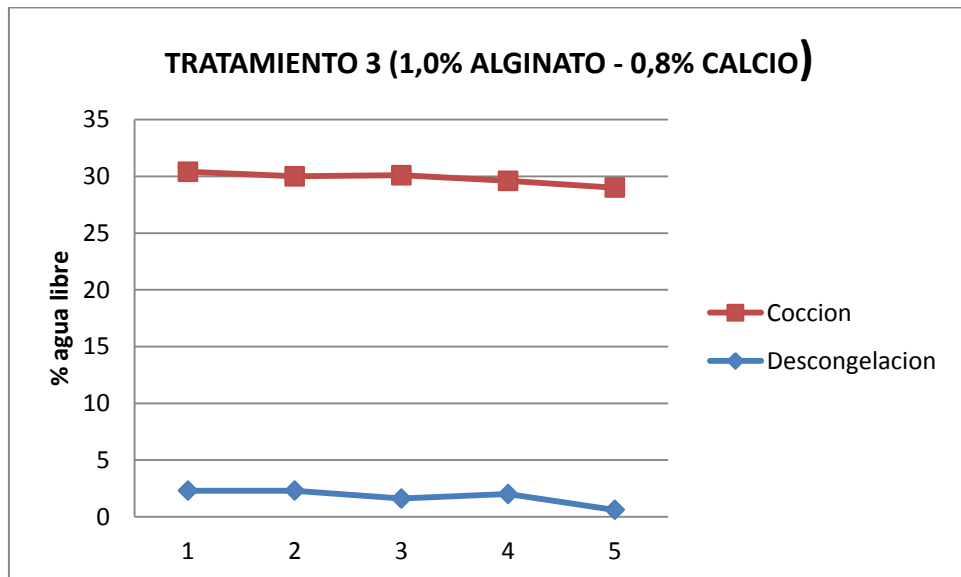
¹⁰⁵RODRIGUEZ, Op. Cit.

Grafica 5. Grafica de comparación para el tratamiento 2.



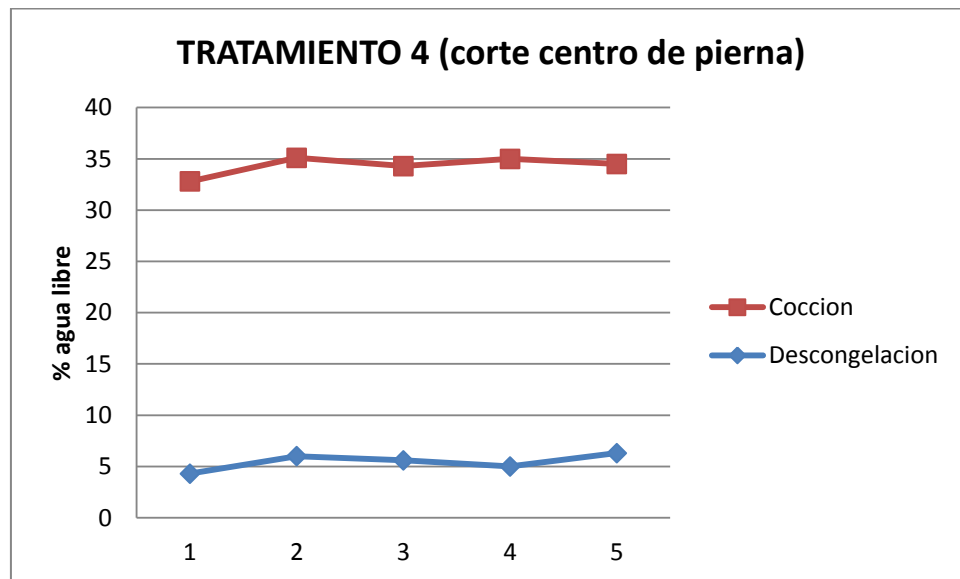
Fuente: esta investigación

Grafica 6. Grafica de comparación para el tratamiento 3.



Fuente: esta investigación

Grafica 7. Grafica de comparación para el tratamiento 4.



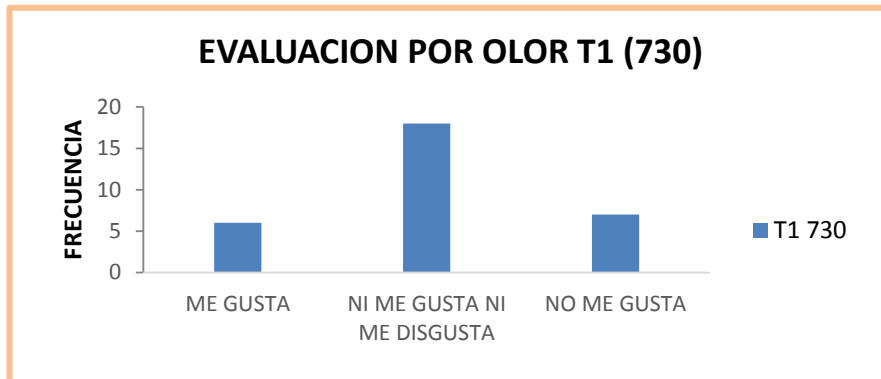
Fuente: esta investigación

8.6 ANÁLISIS SENSORIAL DEL PRODUCTO CRUDO.

El objetivo de evaluar, de acuerdo con un criterio personal – subjetivo, si la muestra presentada es aceptada o rechazada para su consumo se realizó evaluando características cualitativas de los filetes reestructurados en estado crudo como fueron su olor y apariencia por medio de una encuesta aplicada a 31 personas no entrenadas, estudiantes de octavo semestre de ingeniería agroindustrial pertenecientes a la asignatura de evaluación sensorial. Practicando análisis estadístico para hallar diferencia.

Los resultados de la evaluación por el atributo del olor de los tratamientos 1, 2 y 3 se muestran en los Diagramas 1, 2 y 3 respectivamente

Diagrama 1. Resultados del atributo de olor para el tratamiento uno.



Análisis estadístico
Frecuencia = 31
Media = 2,03226
Moda = 2,0
Varianza = 0,43
Desviación típica = 0,65
Error estándar = 0,11
Coef. de vari.=32,35%

Fuente: esta investigación

Diagrama 2. Resultados del atributo de olor para el tratamiento dos.



Análisis estadístico
Frecuencia = 31
Media = 1,90
Moda = 2,0
Varianza = 0,49
Desviación típica = 0,70
Error estándar = 0,12
Coef. de vari. = 36,79%

Fuente: esta investigación

Diagrama 3. Resultados del atributo de olor para el tratamiento tres



Análisis estadístico
 Frecuencia = 31
 Media = 2,12
 Moda = 2,0
 Varianza = 0,58
 Desviación típica = 0,76
 Error estándar = 0,13
 Coef. de vari. = 35,85%

Fuente: esta investigación

La comparación para los tratamientos 1, 2,3 se presenta a continuación en la Cuadro 25 donde se evaluó el olor.

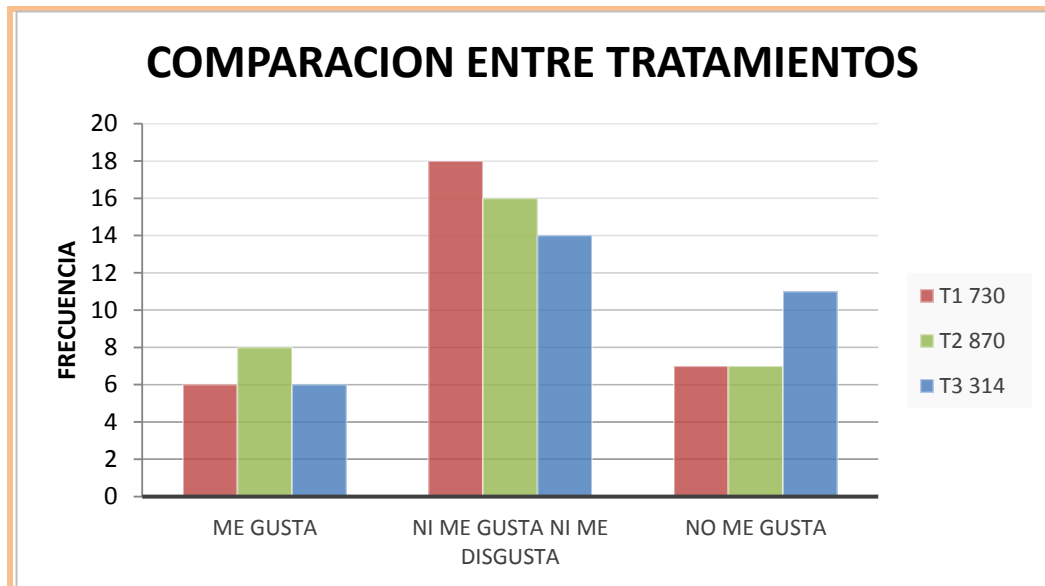
Cuadro 25. Resultado estadístico para la prueba de olor

EVALUACIÓN POR OLOR			
Muestra	T1 (730)*	T2 (870)*	T3 (314)*
Me gusta	6	8	6
Ni me gusta ni me disgusta	18	16	14
No me gusta	7	7	11

* Los números 730, 870 y 314 son números asignados aleatoriamente a los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente.

Fuente: esta investigación

Diagrama 4. Comparación entre tratamientos para la prueba de olor



Fuente: esta investigación

Los evaluadores no encontraron preferencias significativas en el olor de los tratamientos, puesto que, en cada uno de estos la mayor frecuencia se da en que las muestras no gustan ni disgustan.

La muestra más aceptada en cuanto al olor fue el tratamiento 2, el cual tiene un porcentaje de inclusión de alginato del 0,8 % y del 0,6% de calcio en su formulación registrando una frecuencia de ocho evaluadores a los que les gusta la muestra y seis evaluadores a los cuales no les gusta.

La comparación de resultados de la evaluación por el atributo apariencia de los tratamientos 1, 2 y 3 se muestran en los gráficos 5, 6 y 7 respectivamente

Diagrama 5. Resultados del atributo de apariencia para el tratamiento uno



Análisis estadístico
 Frecuencia = 31
 Media = 1,93
 Moda = 2,0
 Varianza = 0,46
 Desviación típica = 0,67
 Error estándar = 0,12
 Coef.de vari. = 35,13%

Fuente: esta investigación

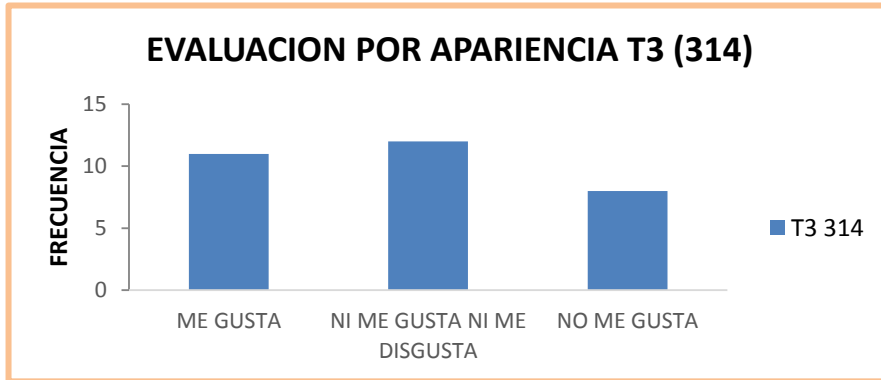
Diagrama 6. Resultados del atributo de Apariencia para el tratamiento dos



Análisis estadístico
 Frecuencia = 31
 Media = 1,83
 Moda = 2,0
 Varianza = 0,47
 Desviación típica = 0,68
 Error estándar = 0,12
 Coef.de vari. = 37,48%

Fuente: esta investigación

Diagrama 7. Resultados del atributo de apariencia para el tratamiento tres



Análisis estadístico
 Frecuencia = 31
 Media = 1,9
 Moda = 2,0
 Varianza = 0,62
 Desviación típica = 0,78
 Error estándar = 0,14
 Coef. de vari. = 41,49%

Fuente: esta investigación

La comparación para los tratamientos 1, 2,3 se presenta a continuación en la Cuadro 26 donde se evaluó la apariencia.

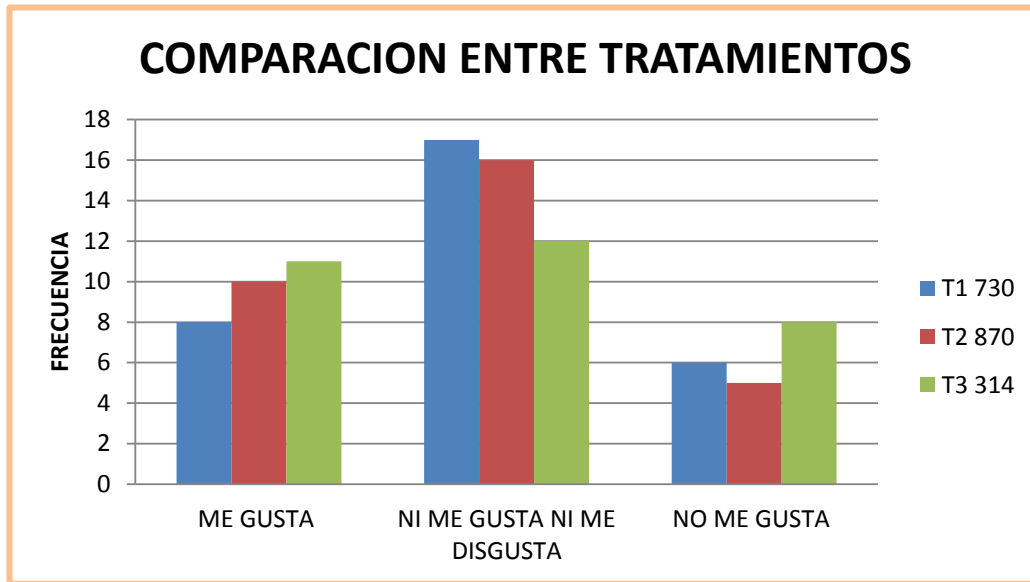
Cuadro 26. Resultado estadístico para la prueba de Apariencia

EVALUACIÓN POR APARIENCIA			
Muestra	T1 (730)*	T2 (870)*	T3 (314)*
Me gusta	8	10	11
Ni me gusta ni me disgusta	17	16	12
No me gusta	6	5	8

* Los números 730, 870 y 314 son números asignados aleatoriamente a los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente.

Fuente: esta investigación

Diagrama 8. Comparación entre tratamientos para la prueba de apariencia



Fuente: esta investigación

Los evaluadores no encontraron preferencias significativas en la apariencia de los tratamientos, puesto que, en cada uno de estos la mayor frecuencia se da en que las muestras no gustan ni disgustan.

La muestra más aceptada en cuanto a la apariencia fue el tratamiento 2, el cual tiene un porcentaje de inclusión de alginato del 0,8 % y del 0,6% de calcio en su formulación registrando una frecuencia de diez evaluadores a los que les gusta la muestra y cinco evaluadores a los cuales no les gusta.

8.6.1 evaluación por preferencia entre los tratamientos. La comparación para los tratamientos 1, 2,3 se presenta a continuación en la Cuadro 27 donde se evaluó la preferencia.

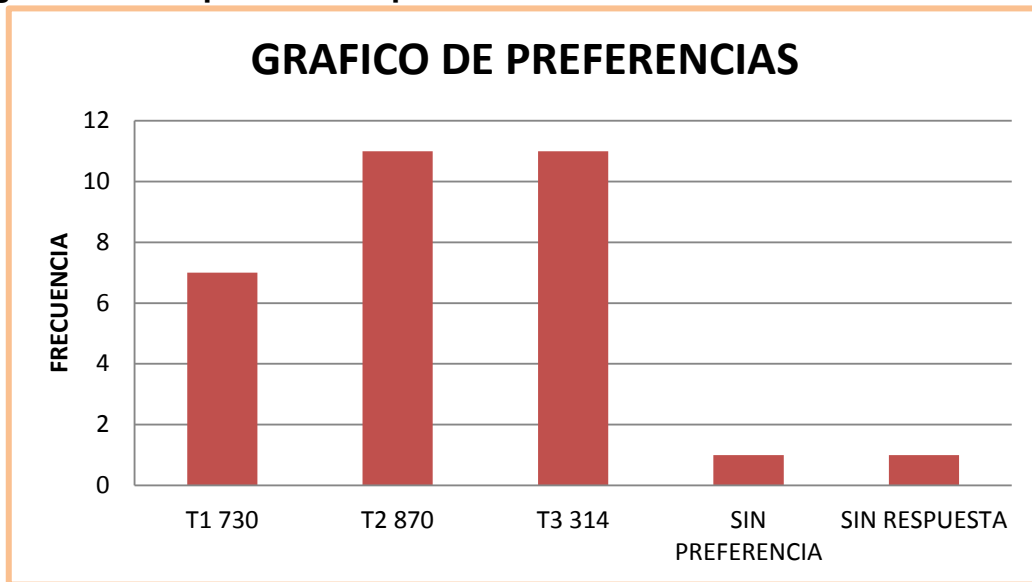
Cuadro 27. Resultado estadístico para la prueba de preferencia

EVALUACIÓN POR PREFERENCIA	
PREFERENCIA	NUMERO DE PERSONAS
T1 (730)*	7
T2 (870)*	11
T3 (314)*	11
SIN PREFERENCIA	1
SIN RESPUESTA	1

* Los números 730, 870 y 314 son números asignados aleatoriamente a los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente.

Fuente: esta investigación

Diagrama 9. Comparación de preferencias entre tratamientos



Fuente: esta investigación

En cuanto a la prueba de aceptación no hubo significancia y la muestra que menos aceptación tuvo fue la T1 730, Las muestras T2 870 y T3 314 tiene más grado de aceptación

8.7 RESULTADOS ANALISIS SENSORIAL EN PRODUCTO COCIDO

Los resultados de este ensayo se expresan como el número de jueces consumidores que asignan un valor numérico teniendo en cuenta la escala hedónica planteada.

8.7.1 Análisis sensorial del color. En la siguiente Cuadro se muestran los resultados para el análisis de color en los filetes reestructurados y el tratamiento patrón.

Cuadro 28. Resultados análisis sensoriales para el color

ESCALA HEDONICA	ESCALA NUMERICA	TRATAMIENTOS*			
		T 1	T 2	T 3	T 4
ME GUSTA MUCHO	5	16	12	15	10
ME GUSTA	4	6	12	7	12
NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA	3	2	0	0	2
ME GUSTA POCO	2	0	0	2	0
NO ME GUSTA	1	0	0	0	0

*T 1 = 0,6% Alginato de sodio y 0,4% de carbonato de calcio, T 2 = 0,8% Alginato de sodio y 0,6% de carbonato de calcio, T 3 = 1,0% Alginato de sodio y 0,8% de carbonato de calcio, T 4 = corte de centro de pierna de res.

Fuente: esta investigación

8.7.1.1 Análisis estadístico. Análisis de la varianza y prueba LSD Fisher para el análisis sensorial del color

Cuadro 29. ANOVA para satisfacción por tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,875	3	0,291667	0,81	0,4909
Intra grupos	33,0833	92	0,359601		
Total (Corr.)	33,9583	95			

Fuente: esta investigación

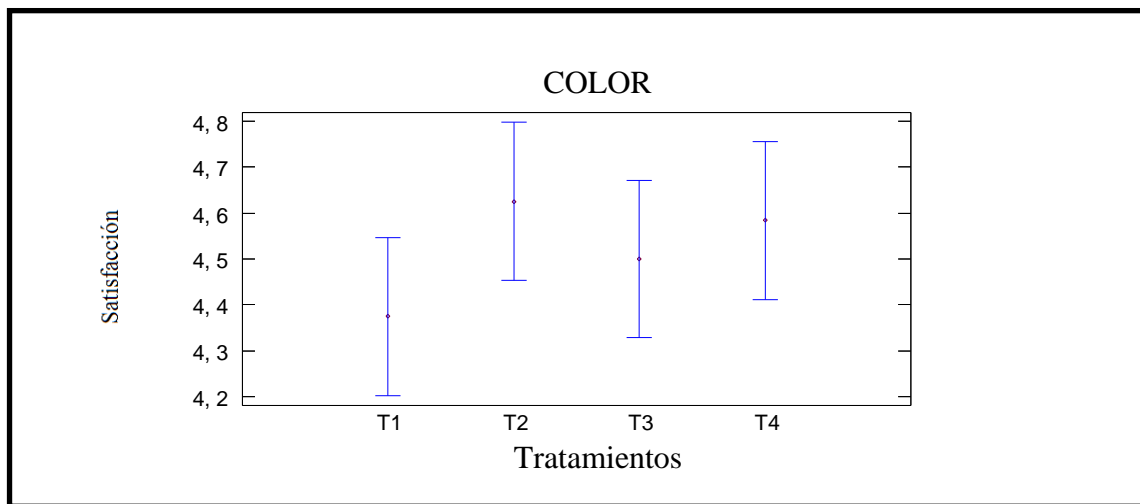
Cuadro 30. Pruebas de rangos múltiples para satisfacción por tratamientos
 Método: 95,0 porcentaje LSD

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	24	4,375	A
3	24	4,5	A
4	24	4,58333	A
2	24	4,625	A

Fuente: esta investigación

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Gráfica 8. Gráfica de medias para el color



Fuente: esta investigación

Las Cuadros 29 y la gráfica 4, muestran que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tratamientos para el parámetro de color con un valor p mayor a 0,05.

También se observa que el tratamiento que presentó mejores resultados en el parámetro del color fue el tratamiento 2 el cual tiene en su formulación 0,8% de alginato de sodio y 0,6% de carbonato de calcio.

8.7.2 Análisis sensorial del sabor. En la siguiente Cuadro se muestran los resultados para el análisis de sabor en los filetes reestructurados y el tratamiento patrón:

Cuadro 31. Resultados análisis sensoriales para el sabor

ESCALA HEDONICA	ESCALA NUMERICA	TRATAMIENTOS*			
		T 1	T 2	T 3	T 4
ME GUSTA MUCHO	3	7	2	9	3
ME GUSTA	10	8	7	9	10
NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA	6	5	7	4	6
ME GUSTA POCO	5	4	4	1	5
NO ME GUSTA	0	0	4	1	0

*T 1 = 0,6% Alginato de sodio y 0,4% de carbonato de calcio, T 2 = 0,8% Alginato de sodio y 0,6% de carbonato de calcio, T 3 = 1,0% Alginato de sodio y 0,8% de carbonato de calcio, T 4 = corte de centro de pierna de res.

Fuente: esta investigación

8.7.2.1 Análisis estadístico. Análisis de la varianza y prueba LSD Fisher para el análisis sensorial del sabor

Cuadro 32. ANOVA para satisfacción por tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	16,2812	3	5,42708	4,31	0,0069
Intra grupos	115,958	92	1,26042		
Total (Corr.)	132,24	95			

Fuente: esta investigación

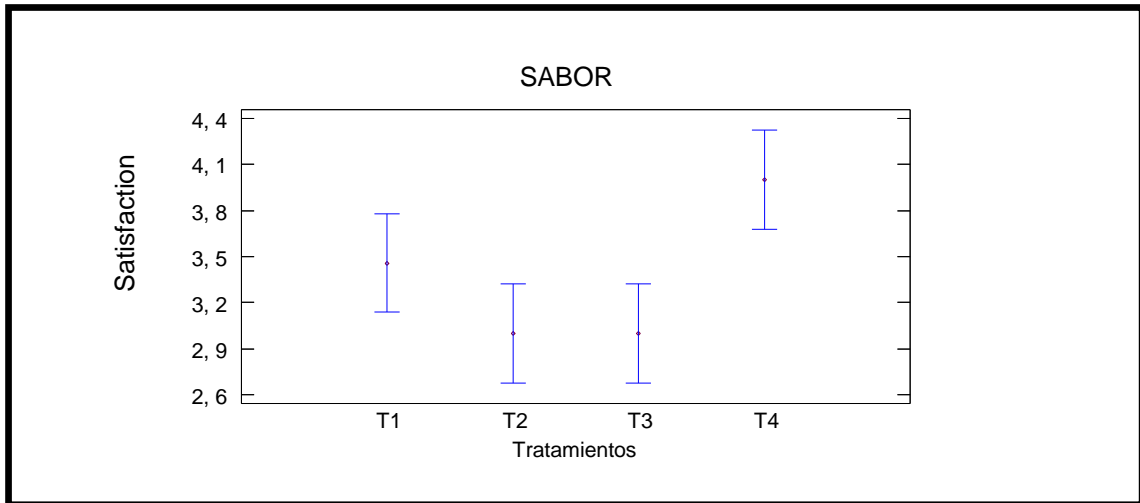
Cuadro 33. Pruebas de Múltiple Rangos para satisfacción por tratamientos
Método: 95,0 porcentaje LSD

B.trata	Casos	Media	Grupos Homogéneos
2	24	3,0	X
3	24	3,0	X
1	24	3,45833	XX
4	24	4,0	X

Fuente: esta investigación

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Gráfica 9. Gráfica de medias para el sabor



Fuente: esta investigación

La Cuadro32 y la gráfica 5, muestran que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos con un valor p menor a 0,05. Donde el tratamiento 4 patrón comparativo presentó la mayor calificación entre los puntajes me gusta y me gusta mucho, los tratamientos 2 y 3 la menor calificación entre los puntajes me gusta poco y ni me gusta, ni me disgusta y el tratamiento 1 obtuvo su calificación intermedia en cuanto al parámetro del sabor.

8.7.3 Análisis sensorial de olor. En la siguiente Cuadro se muestran los resultados para el análisis de olor en los filetes reestructurados y el tratamiento patrón.

Cuadro 34. Resultado análisis sensorial para el olor

ESCALA HEDONICA	ESCALA NUMERICA	TRATAMIENTOS*			
		T 1	T 2	T 3	T 4
ME GUSTA MUCHO	5	9	5	6	16
ME GUSTA	4	11	9	10	5
NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA	3	3	10	7	3
ME GUSTA POCO	2	1	0	0	0
NO ME GUSTA	1	0	0	1	0

*T 1 = 0,6% Alginato de sodio y 0,4% de carbonato de calcio, T 2 = 0,8% Alginato de sodio y 0,6% de carbonato de calcio, T 3 = 1,0% Alginato de sodio y 0,8% de carbonato de calcio, T 4 = corte de centro de pierna de res.

Fuente: esta investigación

8.7.3.1 Análisis estadístico. Análisis de la varianza y prueba LSD Fisher para el análisis sensorial del olor

Cuadro 35. ANOVA para satisfacción por tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	8,75	3	2,91667	4,29	0,0070
Intra grupos	62,5833	92	0,680254		
Total (Corr.)	71,3333	95			

Fuente: esta investigación

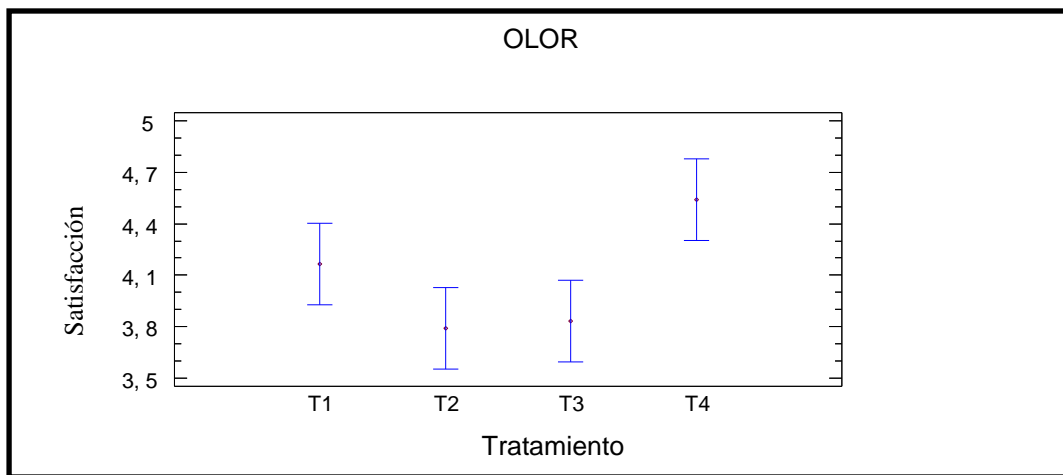
Cuadro 36. Pruebas de Múltiple Rangos para satisfacción por tratamientos Método: 95,0 porcentaje LSD

trata	Casos	Media	Grupos Homogéneos
2	24	3,79167	X
3	24	3,83333	X
1	24	4,16667	XX
4	24	4,54167	X

Fuente: esta investigación

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Gráfica 10. Gráfica de medias para el olor



Fuente: esta investigación

La Cuadro35 y la gráfica 6, muestran que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos con un valor p menor a 0,05. Donde el tratamiento 4

patrón comparativo presento la mayor calificación entre los puntajes me gusta y me gusta mucho, los tratamientos 2 y 3 la menor calificación entre los puntajes me gusta poco y ni me gusta, ni me disgusta y el tratamiento 1 obtuvo su calificación intermedia en cuanto al parámetro del olor.

8.7.4 Análisis sensorial para textura. En la siguiente Cuadro se muestran los resultados para el análisis de color en los filetes reestructurados y el tratamiento patrón.

Cuadro 37. Resultado análisis sensorial para la textura

ESCALA HEDONICA	ESCALA NUMERICA	TRATAMIENTOS*			
		T 1	T 2	T 3	T 4
ME GUSTA MUCHO	5	8	8	11	7
ME GUSTA	4	7	6	9	7
NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA	3	4	9	3	6
ME GUSTA POCO	2	4	1	0	1
NO ME GUSTA	1	1	0	1	3

*T 1 = 0,6% Alginato de sodio y 0,4% de carbonato de calcio, T 2 = 0,8% Alginato de sodio y 0,6% de carbonato de calcio, T 3 = 1,0% Alginato de sodio y 0,8% de carbonato de calcio, T 4 = corte de centro de pierna de res.

Fuente: esta investigación

8.7.4.1 Análisis estadístico. Análisis de la varianza y prueba LSD Fisher para el análisis sensorial de textura.

Cuadro 38. ANOVA para satisfacción por tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,75	3	1,25	0,94	0,4262
Intra grupos	122,75	92	1,33424		
Total (Corr.)	126,5	95			

Fuente: esta investigación

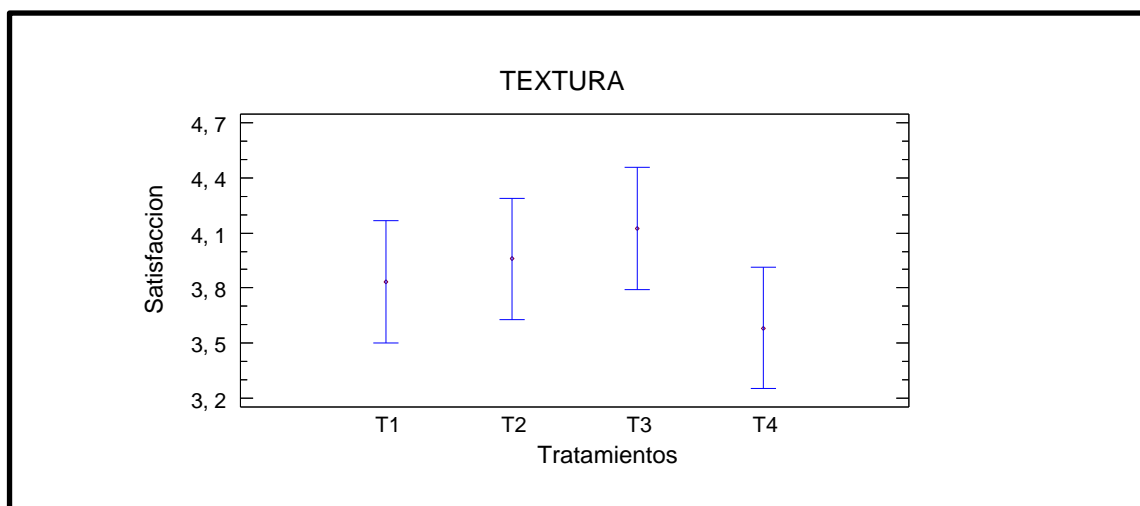
Cuadro 39. Pruebas de Múltiple Rangos para satisfacción por tratamientos
Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>C.trata</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
4	24	3,58333	X
1	24	3,83333	X
2	24	3,95833	X
3	24	4,125	X

Fuente: esta investigación

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Gráfica 11. Gráfica de medias para la textura



Fuente: esta investigación

La Cuadro 38y la gráfica,7 indican que no existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos con un valor p mayor a 0,05. Ya que los tratamientos 1, 2, y 3 nos muestran claramente que no existen diferencias significativas por lo que son más repetitivas en cuanto a que es buena la textura, mientras que el patrón indica que los jueces perciben una menor aceptación de la textura con respecto a las muestras.

8.7.5Comparación global de los atributos sensoriales.Con base en el análisis de rangos múltiples se realiza una comparación global de los parámetros analizados en los tres tratamientos y el patrón comparativo.

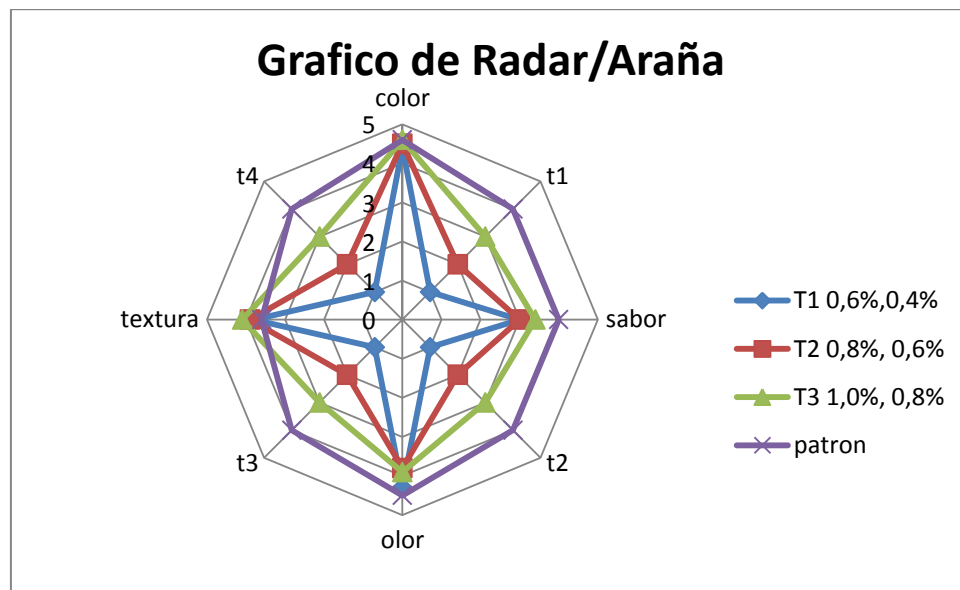
En la Cuadro 39 y la gráfica 8 se presentan los resultados de la comparación global de los tratamientos.

Cuadro 40. Cuadro de medias de los parámetros analizados en los Cuatro tratamientos

TRATAMIENTOS	MEDIAS DE LOS PARAMETROS			
	COLOR	SABOR	OLOR	TEXTURA
1 (0,6% alginato- 0,4% calcio)	4,4	3	4,3	3,8
2 (0,8% alginato- 0,6% calcio)	4,5	3	3,8	3,9
3 (1,0% alginato- 0,8% calcio)	4,6	3,4	3,9	4,1
4 (corte de centro de pierna de res)	4,6	4	4,5	3,6

Fuente: esta investigación

Grafica 12. Gráfico de araña de comparación global



Fuente: esta investigación

La gráfica 8 muestra una valoración global de las calificaciones sensoriales (olor, color, sabor y textura) evaluadas por los jueces consumidores, se observa que el tratamiento t4(corte de centro de pierna de res) obtiene la mayor calificación por lo que alcanza la mayor área, seguido del tratamiento t3 (1,0% alginato de sodio, 0,8% carbonato de calcio) y t2 (0,6% alginato de sodio, 0,4% carbonato de calcio) finalmente se encuentra el tratamiento t1(1,0% alginato de sodio, 0,8% carbonato de calcio) con el área más pequeña. Con lo cual se ratifica que los jueces detectan

los cambios en las propiedades sensoriales causadas por la variación del alginato de sodio y el carbonato de calcio en la formulación de los diferentes tratamientos.

8.8 RESULTADOS COSTOS DEL PRODUCTO.

Para el cálculo de los costos de producción de los tres tratamientos y el corte de carne patrón se tuvieron en cuenta los costos de las materias primas y los costos energéticos que se involucran en estos.

En la Cuadro 41, 42 y 43 se establecen los costos de los cuatro tratamientos.

Los costos asumidos en la siguiente Cuadro solamente son costos de materia prima, no incluye costos de operación.

Cuadro 41. Calculo de costos en materia prima para en tratamiento 1

MATERIA PRIMA	CANTIDAD (KG)	VALOR KG (\$)	VALOR APORTE (\$)
Carne de cogote	1,45	8000	11600
Agua	0,145	3	0,435
Salvado de quinua	0,08	3000	240
Alginato de sodio	0,018	74000	1332
carbonato de calcio	0,008	36000	288
EDTA 39 %	0,001	14000	14
Alifan	0,3	800	240
Total	1,702		13714,435
COSTO POR KG (\$)	8057		

Fuente: esta investigación

Cuadro 42. Calculo de costos en materia prima para en tratamiento 2

MATERIA PRIMA	CANTIDAD (KG)	VALOR KG (\$)	VALOR APORTE (\$)
Carne de cogote	1,45	8000	11600
Agua	0,145	3	0,435
Salvado de quinua	0,08	3000	240
Alginato de sodio	0,024	74000	1776
carbonato de calcio	0,012	36000	432
EDTA 39 %	0,001	14000	14
Alifan	0,3	800	240
Total	1,712		14302,435
COSTO POR KG (\$)	8403		

Fuente: esta investigación

Cuadro 43. Calculo de costos en materia prima para en tratamiento 3

MATERIA PRIMA	CANTIDAD (KG)	VALOR KG (\$)	VALOR APORTE (\$)
Carne de cogote	1,45	8000	11600
Agua	0,145	3	0,435
Salvado de quinua	0,08	3000	240
Alginato de sodio	0,030	74000	2220
carbonato de calcio	0,016	36000	576
EDTA 39 %	0,001	14000	14
Alifan	0,3	800	240
Total	1,722		14890,435
COSTO POR KG (\$)	8647		

Fuente: esta investigación

El costo del Kg de carne de centro de pierna de res tiene un valor de \$ 12000.

Al comparar los tres tratamientos se observa que existe una relación directamente proporcional entre la cantidad de alginato de sodio y carbonato de calcio empleada y el costo del producto, debido a que los costos de estos son elevados.

Cabe aclarar así como aumenta el costo del producto, también aumenta su calidad estructural incrementando el nivel de fuerza de ruptura como se observa en los

análisis de resistencia mecánica, por otro lado las cantidades de alginato y calcio que se utilizan son bajas, así pues, resulta viable su utilización.

8.8.1 Balance de materia. Para calcular el realizar el balance de materia para cada tratamiento se tiene como base de cálculo las cantidades de materia prima según el respectivo tratamiento en las etapas de: reducción del tamaño de partícula, mezclado y embutido. En el caso de la reducción del tamaño de partícula (molienda) de la carne se procesó una cantidad de 13,5 Kg de carne de cogote de res para ser dividida según el número de ensayos y su respectiva formulación.

A continuación se describen los promedios de las mermas encontradas en los diferentes tratamientos.

Cuadro 44. Mermas en el proceso de molienda de carne

TRATAMIENTO	PESO INICIAL (KG)	PESO FINAL (KG)	DIFERENCIA (KG)
Molienda de carne general	13,5	13,25	0,25

Fuente: esta investigación

Cuadro 45. Mermas en el proceso de mezclado

TRATAMIENTO	PESO INICIAL (KG)	PESO FINAL (KG)	DIFERENCIA (KG)
Tratamiento 1 (0,6% alginato- 0,4% calcio)	1,702	1,67	0,03
Tratamiento 2 (0,8% alginato- 0,6% calcio)	1,712	1,68	0,02
Tratamiento 3 (1,0% alginato- 0,8% calcio)	1,722	1,65	0,05
Tratamiento 1 (corte de bola de res)	-	-	-

Fuente: esta investigación

Cuadro 46. Mermas en el proceso de embutido

TRATAMIENTO	PESO INICIAL (KG)	PESO FINAL (KG)	DIFERENCIA (KG)
Tratamiento 1 (0,6% alginato- 0,4% calcio)	1,67	1,58	0,09
Tratamiento 2 (0,8% alginato- 0,6% calcio)	1,68	1,60	0,08
Tratamiento 3 (1,0% alginato- 0,8% calcio)	1,65	1,57	0,08
Tratamiento 1 (corte de bola de res)	-	-	-

Fuente: esta investigación

Las pérdidas de carne en el molino se deben a la adherencia de carne y tejido conectivo que queda en los discos en el momento de moler, no hay diferencia notoria para los cuatro tratamientos.

En la embutidora por tener una capacidad mayor a la empleada se presentan mayores pérdidas que en el molino, el tratamiento 1 fue el que tuvo mayor pérdida de producto.

Los cálculos del balance de materia están registrados en el (Anexo K)

7.8.1.1 Mermas en los procesos. Los resultados de las mermas en la elaboración de los filetes de carne de res reestructurada para los tres tratamientos el corte de carne de centro de pierna de res (patrón) se presentan en la Cuadro 46, para la obtención de estos porcentajes se utilizó la siguiente fórmula:

% MERMA =	CANTIDAD INICIAL – CANTIDAD FINAL	X 100
	CANTIDAD INICIAL	

Las mermas en los diferentes tratamientos y la merma total estimada se presentan en la Cuadro 47.

Cuadro 47. Mermas estimadas para los diferentes tratamientos.

TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE MERMA			
	MOLIENDA* (%)	MEZCLADO (%)	EMBUTIDO (%)	MERMA TOTAL
Tratamiento 1 (0,6% alginato- 0,4% calcio)	0,205	1,76	5,42	7,38
Tratamiento 2 (0,8% alginato- 0,6% calcio)	0,205	1,17	4,76	6,13
Tratamiento 3 (1,0% alginato- 0,8% calcio)	0,205	2,9	4,84	7,94
Tratamiento 1 (corte de bola de res)	0	0	0	0
*El porcentaje de merma total en el proceso de molienda fue 1,84% este se lo dividió entre nueve partes de carne dejando un porcentaje promedio de 0,205% de merma para cada tratamiento.				

Fuente: esta investigación

8.8.1.1.1 Reducción del tamaño de partícula. En el molino la merma total fue de 1,84% y las mermas promedio para cada tratamiento se calcularon en 0,205% debido a que en el tornillo sin fin y en los discos de la maquina se incrustan pequeñas partículas de carne empleada en el proceso.

8.8.1.1.2 Mezclado. En la etapa de mezclado las mermas se encuentran entre el 1,76% y el 2,9% siendo el tratamiento tres el que obtuvo la más alta merma esto se debe a que la fórmula del tratamiento tres incluye un porcentaje más alto de alginato de sodio (1%) lo cual hace que la emulsión sea más pegajosa y parte de esta se quede pegada a las paredes del recipiente empleado en el proceso de mezclado.

8.8.1.1.3 Embutido. En la embutidora se presentaron las pérdidas más altas del proceso que se encuentran por el orden de 4,84% y 5,42% esto se debe a que se colocó poca cantidad de emulsión en el equipo y este por tener una capacidad alta que la empleada en los tratamientos, parte de la emulsión se quedaba en la boquilla y el embolo.

Las pérdidas totales oscilaron entre el 6,13% y 7,94% siendo el tratamiento tres el que obtuvo las mayores mermas con un 7,94% del cual el 5,42% se produce en la etapa de mezclado.

8.8.1.2 Cálculo del rendimiento en cada tratamiento. Teniendo en cuenta las mermas totales presentadas anteriormente se calcula el rendimiento, de cada tratamiento asumiendo las pérdidas ocasionadas en las diferentes etapas del proceso de producción de los filetes reestructurados.

Cuadro 48. Rendimiento de los tratamientos

TRATAMIENTO	PESO FORMULA (Kg)	% MERMA	PESO MERMA (Kg)	PESO FINAL (Kg)
1(0,6% alginato- 0,4% calcio)	1,702	7,38	0,12	1,57
2(0,8% alginato- 0,6% calcio)	1,712	6,13	0,10	1,59
3(1,0% alginato- 0,8% calcio)	1,722	7,94	0,13	1,56
4(patrón comparativo)	1,7	0	0	1,7

Fuente: esta investigación

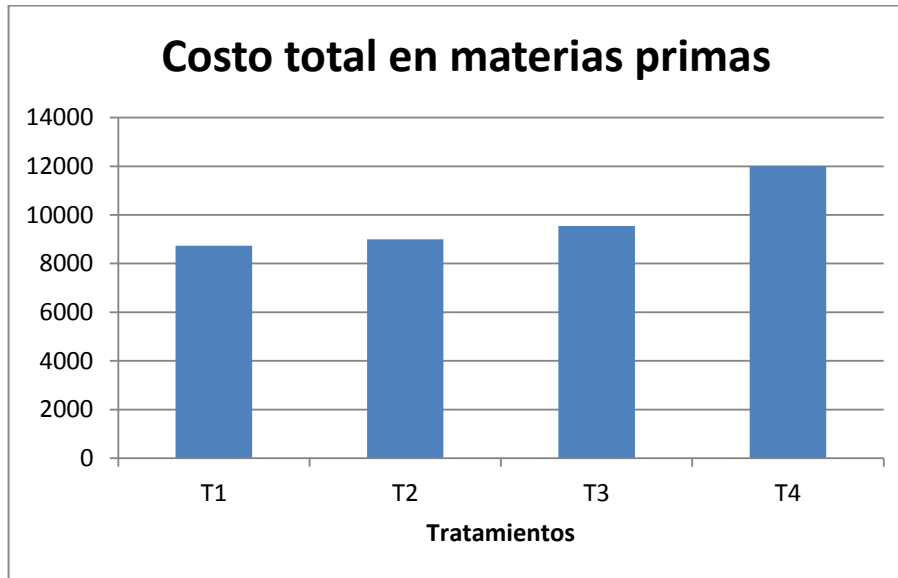
8.8.2 Comparación de costos de materias primas. En la Cuadro 48 se presenta el costo en materias primas de los tres tratamientos y el patrón comparativo teniendo en cuenta el rendimiento en la producción de filetes reestructurados.

Cuadro 49. Costo en materias primas de cada tratamiento

TRATAMIENTO	COSTO EN M.P \$	PESO FINAL (Kg)	COSTO KG \$
1(0,6% alginato- 0,4% calcio)	13714	1,57	8735
2(0,8% alginato- 0,6% calcio)	14302	1,59	8994
3(1,0% alginato- 0,8% calcio)	14890	1,56	9544
4(patrón comparativo)	20400	1,7	12000

Fuente esta investigación

Diagrama 10. Diagrama costo total en materias primas de cada tratamiento



Fuente: esta investigación

Se puede observar que el tratamiento 3 es el que tiene el costo más elevado esto se debe a que este presenta las pérdidas más altas en el proceso de producción como también a que el tratamiento 3 incluye en su formulación un 1% de alginato de sodio y 0,8% de carbonato de calcio, insumos más costosos de la formulación.

8.8.3 Balance de energía. Para realizar este balance se tomaron los equipos utilizados en el proceso de producción de los filetes reestructurados los cuales fueron el molino, la empacadora al vacío y la embutidora, calculando los Kw/H consumidos en cada tratamiento.

8.8.3.1 Balance energía molino. En la Cuadro 50 se presenta el consumo energético para cada tratamiento en el molino de carnes.

Cuadro 50. Consumo energético molino

TRATAMIENTO	Tiempo de operación		Potencia del motor		Consumo de energía
	Min	Hrs	Hp	Kw	Kw/Hora
1(0,6% alginato- 0,4% calcio)	2	0,033	3	2,27	0,07384
2(0,8% alginato- 0,6% calcio)	2	0,033	3	2,27	0,07384
3(1,0% alginato- 0,8% calcio)	2	0,033	3	2,27	0,07384
4(patrón comparativo)	-	-	-	-	-

Fuente: esta investigación

El tiempo de molido es igual porque se realiza una operación general en la reducción del tamaño de partícula de la carne, así pues, el consumo energético para los tres tratamientos es igual.

8.8.3.2 Balance energía embutidora. En la Cuadro 51 se presenta el consumo energético para cada tratamiento en la embutidora.

Cuadro 51. Consumo energético embutidora

TRATAMIENTO	Tiempo de operación		Potencia del motor		Consumo de energía
	Min	Hrs	Hp	Kw	Kw/Hora
1(0,6% alginato- 0,4% calcio)	0,25	0,0041		13	0,0533
2(0,8% alginato- 0,6% calcio)	0,3	0,005		13	0,065
3(1,0% alginato- 0,8% calcio)	0,036	0,0061		13	0,0793
4(patrón comparativo)	-	-	-	-	-

Fuente: esta investigación

El tratamiento que presento mayor consumo energético fue el número tres con 0,0793Kw/H esto se dio por la densidad y textura de la emulsión que repercutió en el desplazamiento de esta por del embolo y la funda del reestructurado.

8.8.3.3 Balance energía empacadora al vacío. En la Cuadro 52 se presenta el consumo energético para cada tratamiento en la empacadora al vacío.

Cuadro 52. Consumo energético empacadora al vacío

TRATAMIENTO	Tiempo de operación		Potencia del motor		Consumo de energía
	Min	Hrs	Hp	Kw	Kw/Hora
1(0,6% alginato- 0,4% calcio)	0,66	0,011		6,6	0,0726
2(0,8% alginato- 0,6% calcio)	0,66	0,011		6,6	0,0726
3(1,0% alginato- 0,8% calcio)	0,66	0,011		6,6	0,0726
4(patrón comparativo)	-	-	-	-	-

Fuente: esta investigación

“El tiempo de operación de la empacadora al vacío es el mismo para todos los tratamientos, ya que, el controlador de la empacadora al vacío fue fijado a una presión de -1,5 atm lo cual demora un tiempo de 40 segundos de operación; esto se realizó con la finalidad de eliminar los errores en los tratamientos debido a la presión ejercida en los tratamientos, factor importante en los resultados finales.”¹⁰⁶

8.8.3.4 Consumo energético total. En la Cuadro 53 se presenta el consumo energético total para cada tratamiento

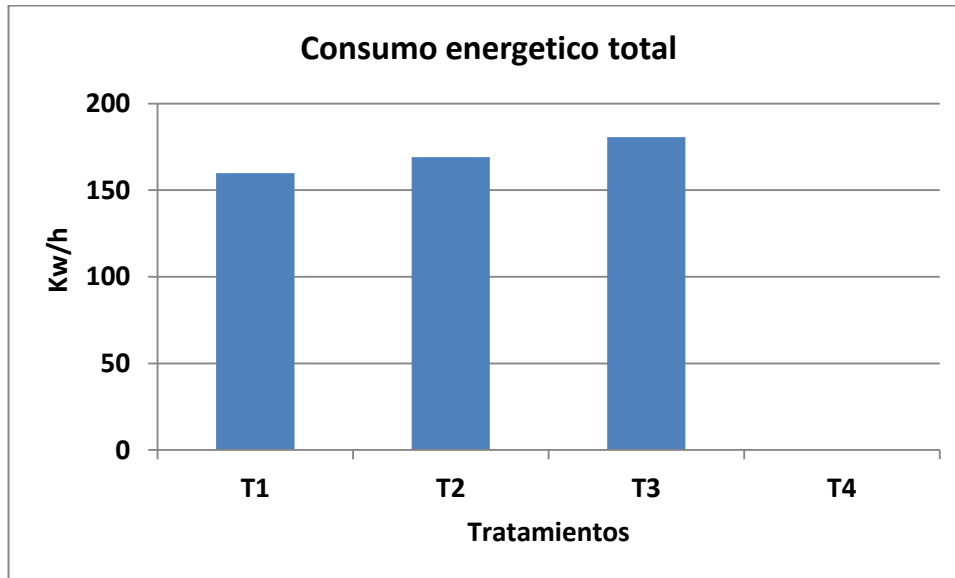
Cuadro 53. Consumo energético total

TRATAMIENTO	Consumo energético en Kw/H			
	Molino	Embutidora	Empacadora	Total
1(0,6% alginato- 0,4% calcio)	0,07384	0,0533	0,0726	0,19974
2(0,8% alginato- 0,6% calcio)	0,07384	0,065	0,0726	0,21144
3(1,0% alginato- 0,8% calcio)	0,07384	0,0793	0,0726	0,22574
4(patrón comparativo)	-	-	-	-

Fuente esta investigación

¹⁰⁶ BIGATTI, Op. Cit., 4 p.

Diagrama 11. Diagrama costo total en materias primas de cada tratamiento



Fuente: esta investigación

El consumo energético para los tres tratamientos oscila entre 0,19 Kw/h y 0,22Kw/H lo cual indica que no hay diferencias considerables en el consumo de los diferentes tratamientos.

El cálculo del balance de energía para cada tratamiento se encuentra en el (Anexo L).

8.8.4Costo del consumo energético para cada tratamiento.En la Cuadro 54 se presenta el costo del consumo energético de los tres tratamientos y el patrón comparativo.

Cuadro 54.Costo del consumo energético en los tratamientos

TRATAMIENTO	Consumo energético Kw/H	Costo Kw/H \$	COSTO ENERGÉTICO \$
1(0,6% alginato- 0,4% calcio)	0,19974	800	159,792
2(0,8% alginato- 0,6% calcio)	0,21144	800	169,152
3(1,0% alginato- 0,8% calcio)	0,22574	800	180,592
4(patrn comparativo)	-	-	-

Fuente esta investigación

El costo por el consumo energético para los tres tratamientos oscila entre 159 \$ y 180,6 \$ lo cual indica que no hay diferencias considerables en el costo de los diferentes tratamientos, presentándose un costo más elevado en el tratamiento tres.

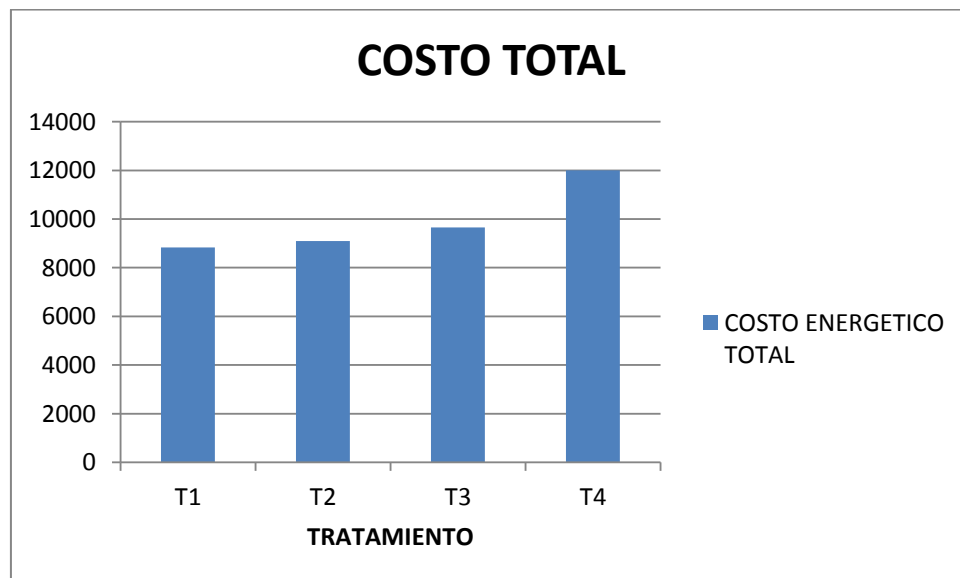
8.8.5 Costos de producción de los filetes reestructurados. En la Cuadro 55 se presenta el costo en materias primas y consumo energético de los tres tratamientos y el patrón comparativo teniendo en cuenta el rendimiento en la producción de filetes reestructurados teniendo como base de cálculo 1 Kg de producto.

Cuadro 55. Costo en materias primas y consumo energético para cada tratamiento

TRATAMIENTO	Costo producto 1 Kg	Costo energético 1,7 Kg	Costo energético 1 Kg	Costo total (\$)
1(0,6% alginato- 0,4% calcio)	8735	159,792	93,9952941	8829
2(0,8% alginato- 0,6% calcio)	8994	169,152	99,5011765	9094
3(1,0% alginato- 0,8% calcio)	9544	180,592	106,230588	9650
4(patrn comparativo)	12000	-	-	12000

Fuente esta investigación

Diagrama 13. Diagrama costo total de cada tratamiento



Fuente: Esta investigación

Se puede observar que el tratamiento 3 es el que tiene el costo más elevado esto se debe a que este presenta los insumos más caros en su formulación, las pérdidas más altas en el proceso de producción como también a que el consumo energético es mayor para este tratamiento; el tratamiento 1 y el tratamiento dos no presentan diferencias significativas en cuanto a los costos de producción.

8.9 RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

La comparación del filete reestructurado obtenido basado en la formulación del tratamiento N° 2 con salvado de quinua, frente al corte de patrón filete de centro de pierna de res se muestra en los Cuadros 56, 57 y 58.

Cuadro 56. Resultados análisis físicoquímicos para el tratamiento 4 testigo

Muestra Filete de res re-estructurado en frío con alginato de sodio					Testigo	
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO ENCONTRADO	PARÁMETRO DE LA NORMA	
					Min	Max
Humedad	Secado estufa	Gravimetría	g/100g	75,2		
Materia seca	Secado estufa	Gravimetría	g/100g	24,8		
Ceniza	Incineración mufla	Gravimetría	g/100g	1,11		
Extracto etéreo	Extracción soxleth	Gravimetría	g/100g	1,49		
Humedad más grasa	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	76,7		86
Fibra cruda	Digestión ácido-básica	Gravimetría	g/100g	0		
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumetría	g/100g	22,1	14	
Extracto no nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	0,009		
pH	Electrométrico	Electrometría	--	5,65	5,8	

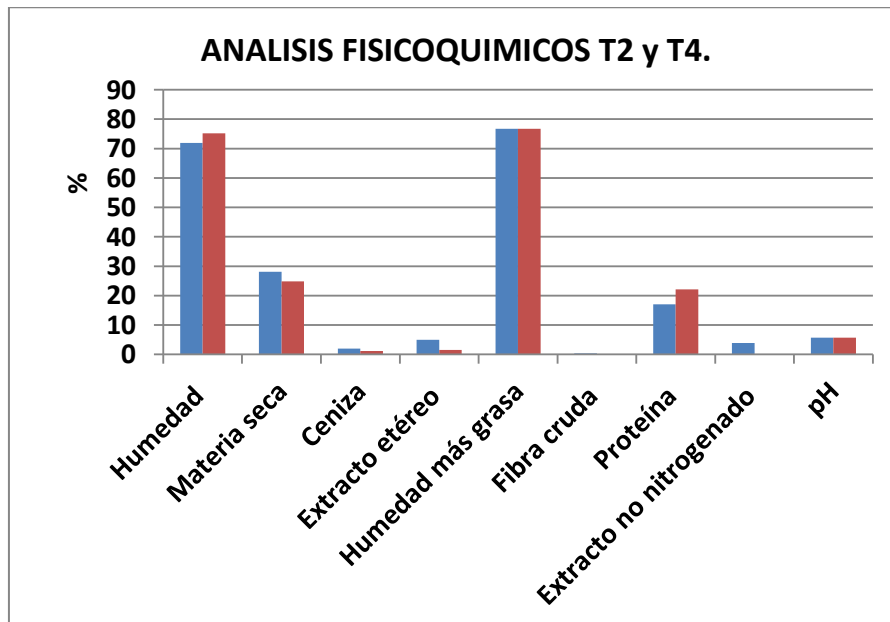
Fuente: esta investigación

Cuadro 57. Resultados análisis fisicoquímicos para el tratamiento 2

Muestra Filete de res re-estructurado en frío con alginato de sodio					Tratamiento N° 2	
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO ENCONTRADO	PARÁMETRO DE LA NORMA	
					Min	Max
Humedad	Secado estufa	Gravimetría	g/100g	71,9	58	
Materia seca	Secado estufa	Gravimetría	g/100g	28,1		
Ceniza	Incineración mufla	Gravimetría	g/100g	1,95		
Extracto etéreo	Extracción soxleth	Gravimetría	g/100g	4,92		
Humedad más grasa	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	76,7		86
Fibra cruda	Digestión ácido-básica	Gravimetría	g/100g	0,34		
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumetría	g/100g	17	14	
Extracto no nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	3,91		
pH	Electrométrico	Electrometría	--	5,71		6,6

Fuente: esta investigación

Diagrama 14. Diagrama comparativo de resultados fisicoquímicos



Fuente: esta investigación

Cuadro 58. Comparación de resultados para los análisis fisicoquímicos del tratamiento 4 testigo y el tratamiento 2

Comparación de resultados para los análisis fisicoquímicos del tratamiento 4 testigo y el tratamiento 2						
PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO ENCONTRADO TESTIGO	RESULTADO ENCONTRADO T N°2	PARÁMETRO DE LA NORMA	
					Min	Max
Humedad	Secado estufa	g/100g	75,2	71,9	58	
Materia seca	Secado estufa	g/100g	24,8	28,1		
Ceniza	Incineración mufla	g/100g	1,11	1,95		
Extracto etéreo	Extracción soxleth	g/100g	1,49	4,92		
Humedad más grasa	Cálculo matemático	g/100g	76,7	76,7		86
Fibra cruda	Digestión acido-básica	g/100g	0	0,34		
Proteína	Kjeldahl (N°6,25)	g/100g	22,1	17	14	
Extracto no nitrogenado	Cálculo matemático	g/100g	0,009	3,91		
pH	Electrométrico	--	5,65	5,71		6,6

Fuente: esta investigación

8.9.1 Análisis de resultados parámetros fisicoquímicos:

8.9.1.1 Parámetro de pH. Los valores de pH obtenidos en el tratamiento dos y el corte patrón están por debajo del valor máximo permitido por la norma ICONTEC 1325 referente a los requisitos fisicoquímicos para productos cárnicos procesados crudos, lo cual expone que el valor máximo aceptado es 6,6.

El comportamiento del pH de las muestras oscila entre 5,6 y 5,8. Estos resultados permiten considerar que la formulación de los filetes reestructurados del tratamiento dos, es confiable, ya que como se mencionó anteriormente cumple con los requisitos fisicoquímicos exigidos por la norma. Además tiene un valor similar con el tratamiento cuatro el cual es el tratamiento patrón corte patrón.

8.9.1.2 Parámetro de humedad. En la determinación de humedad el tratamiento dos presenta el valor más bajo 71,9 g/100g en comparación del tratamiento patrón correspondiente a 75,2 g/100g debido a que el alginato de sodio tiene una gran capacidad de retención de agua alrededor de 32 partes de agua por una de alginato. La humedad influye directamente en la textura periférica y la jugosidad de los alimentos cárnicos con inclusión del 10 % de agua al tratamiento dos, el

alginato de calcio en un 0,8% y el carbonato de calcio en un 0,6% no se ve afectada la jugosidad de la muestra comparada con la muestra patrón.

Los valores de humedad obtenidos, siempre se encontraron dentro de la norma ICONTEC 1325, que contempla un mínimo del 58% para productos crudos.

8.9.1.3 Parámetro de cenizas. La naturaleza y calidad de las variadas combinaciones minerales se encuentran en las plantas alimentarias, son difíciles de determinar aun cuando el resultado es la incineración del material permite una orientación sobre la cantidad aproximada, puesto que el proceso cambia la naturaleza de las combinaciones originales debido a la destrucción de la materia orgánica.

En general la ceniza se compone de carbonatos originados en la materia orgánica y no propiamente la muestra. Los cereales son considerados como fuente importante de algunos minerales y vitaminas.

Es importante resaltar que el contenido de cenizas es menor en el tratamiento patrón debido a que su formulación no contiene salvado de quinua, alginato de sodio ni carbonato de calcio que al ser comparada con el tratamiento dos el cual contiene un 6,4% de estos compuestos añadidos.

8.9.1.4 Parámetro de proteína. En la determinación del contenido de proteína se estableció que la muestra patrón corte de centro de pierna de restiene el nivel más alto de proteína (17g/100g), en el caso del tratamiento dos se encontró 22,1g/100g de proteína teniendo en cuenta que este valor más bajo se da por la adición de 10% de agua y 5% de salvado de quinua en su formulación.

Los datos de proteína reportados se encuentran dentro de los rangos estipulados por la norma ICONTEC 1325 que determinan un mínimo del 14% de proteína para derivados cárnicos crudos.

8.9.1.5 Parámetro de fibra. En la determinación del contenido de fibra cruda se determinó que la muestra patrón no tenía fibra en su estructura a diferencia del tratamiento dos el cual contenía un porcentaje del 5% de salvado de quinua en su formulación del cual se tiene que la muestra tubo 0,34% de fibra cruda según el método de digestión ácido básica para la determinación de fibra cruda.

8.10 RESULTADOS ANALISIS MICROBIOLÓGICOS

En las Cuadros 59 y 60 se presentan los resultados de las pruebas microbiológicas realizadas al tratamiento dos y al corte de carne patrón, las cuales fueron hechas al producto elaborado.

Cuadro 59. Evaluación microbiológica inicial para el tratamiento 2

REQUISITO	N	m	M	c	PARÁMETRO REPORTADO
Recuento de <i>Staphylococcus</i> coagulasa positiva, UFC/g	3	100	300	1	<300
Recuento de esporas <i>Clostridium</i> sulfito reductor, UFC/g	3	100	300	1	<100
Detección de <i>Salmonella</i> spp, /25 g	3	Ausencia	-	-	Ausencia
Recuento de <i>Escherichia coli</i> , / g	3	100	400	1	< 100
n = número de muestras que se van a examinar m = índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad M = índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad c = número de muestras permitidas con resultados entre m y M.					

Fuente esta investigación

Cuadro 60. Evaluación microbiológica inicial para el tratamiento 4 (patrón).

REQUISITO	N	m	M	c	PARÁMETRO REPORTADO
Recuento de <i>Staphylococcus</i> coagulasa positiva, UFC/g	3	100	300	1	<100
Recuento de esporas <i>Clostridium</i> sulfito reductor, UFC/g	3	100	300	1	<100
Detección de <i>Salmonella</i> spp, /25 g	3	Ausencia	-	-	Ausencia
Recuento de <i>Escherichia coli</i> , / g	3	100	400	1	< 10
n = número de muestras que se van a examinar m = índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad M = índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad c = número de muestras permitidas con resultados entre m y M.					

Fuente esta investigación

8.10.1 Análisis de resultados microbiológicos:

8.10.1.1 Recuento de *Staphylococcus* coagulasa positiva. Los estafilococos se encuentran en las fosas nasales, la piel y las lesiones de humanos y otros

mamíferos. Se los utiliza como componentes de criterios microbiológicos para para productos que son sometidos a manipulación excesiva durante su preparación y para aquellos que son sometidos a manipulación después del proceso térmico. Así pues, el conteo microbiológico más elevado se encuentra en el tratamiento 2 en comparación con el patrón, puesto que, el proceso de elaboración del reestructurado implica una alta manipulación.

8.10.1.2 Recuento de esporas *Clostridium sulfito reductor*. Los anaerobios sulfito-reductores constituyen se caracterizan por ser organismos Gram positivos, anaeróbicos, formadores de esporas, que están normalmente en las heces, suelo, sedimentos marinos, vegetación en descomposición, heridas infectadas de hombre y animales, aguas superficiales, como también en los alimentos, especialmente cuando las condiciones de higiene en la elaboración son deficientes. Son deteriorantes, ya que producen malos olores y, con mucha frecuencia, ennegrecimiento del producto cuando éste tiene hierro.() para los resultados tanto del tratamiento dos como para el patrón comparativo de centro de pierna de res el resultado fue < 100 ufc/g lo cual indica que a pesar de haber una cantidad inicial de estos microorganismos en el proceso de producción este no se incrementó y se encuentra dentro de los parámetros permisibles de la NTC 1325.

8.10.1.3 Detección de *Salmonella spp.* La amplia distribución de *Salmonella spp.* en el medio ambiente, aunada a las prácticas agrícolas a la industria cárnica, avícola y láctea y el reciclaje de la materia prima como alimento para ganado, ha favorecido la continua permanencia de este patógeno humano en la cadena alimenticia.

“En productos cárnicos se presenta principalmente como una consecuencia de la manipulación excesiva por los trabajadores y la exposición a la contaminación ambiental.”¹⁰⁷ En este trabajo el resultado del conteo microbiológico es ausencia de salmonella para los tratamiento 2 y el patrón comparativo, esto se debe a los cuidados y las exigentes normas sanitarias en la cadena de producción de la carne de res, por ende, en la materia prima utilizada no se presenta salmonella y en el proceso de producción de los reestructurados no hay contaminación por este microorganismo.

8.13.3 Recuento de *Escherichiacoli*. Los coliformes se encuentran en el medio ambiente y por tal razón es normal encontrarlos en muchos productos, en este caso hay una cantidad mínima la cual está dentro de las normas establecidas por el ICONTEC, norma 1325, que permite asegurar una buena calidad e inocuidad del producto sin perjudicar la salud del consumidor.

¹⁰⁷ ICONTEC. NTC 1325 Op. Cid., p 5

Las carnes reestructuradas son productos cuya elaboración requiere una gran manipulación, por ello aparece la posibilidad de contaminación. Además como la carne se somete a un troceado más o menos fino, la contaminación microbiana no es sólo superficial. Por esta razón los conteos microbiológicos son más elevados en el tratamiento 2 que en el tratamiento 4, no obstante, los resultados de los dos tratamientos se encuentran dentro de los rangos permisibles en la norma técnica colombiana NTC 1325.¹⁰⁸

¹⁰⁸ *Ibíd.*

9. CONCLUSIONES

Las pruebas de resistencia mecánica y estabilidad térmica establecieron que la inclusión de 1,0% de alginato de sodio y 0,8 % de carbonato de calcio en filetes reestructurados presenta una mejor estabilidad de cohesión de las partículas cárnicas y una menor agua libre en cocción y descongelación, indicando que las mayores concentraciones de alginato y calcio mejoran las propiedades físicas de los reestructurados.

En general no se detectaron diferencias organolépticas sustanciales de los productos con diferentes niveles de inclusión de alginato de sodio y carbonato de calcio en el estado crudo en los parámetros de olor y apariencia.

Según el análisis estadístico realizado por medio del programa statgraphics empleando el análisis de varianza LSD FISHER se determinó que hubo un grado de aceptación en las tres formulaciones y que no se detectaron diferencias organolépticas significativas bajo la preparación a la plancha; comparables con un filete de carne de res en los parámetros de color, olor y textura.

El tratamiento tres 1,0 % alginato de sodio y 0,8 % de carbonato de calcio presentó los costos más altos de producción en cuanto a materias primas y consumo energético, dado que, el alginato y el calcio son los insumos más costosos en la formulación, además de tener las pérdidas de materia prima y el consumo energético más alto entre los tres tratamientos.

Después del estudio realizado se considera que la mejor formulación por sus propiedades de balance de agua, resistencia mecánica, de estabilidad térmica y de costos de producción frente al patrón fue el tratamiento dos, que corresponde al 0,8 % de alginato de sodio y 0,6 % de carbonato de calcio, presentando características organolépticas aceptables y dando calidad al producto.

Con base en los resultados obtenidos tanto para pruebas fisicoquímicas como microbiológicas, se considera que los productos cumplen con los requisitos exigidos por la NTC 1325, para productos cárnicos crudos.

10. RECOMENDACIONES

Continuar con las investigaciones enfocándose en desarrollar diseños experimentales de superficie de respuesta para determinar la formulación óptima teniendo en cuenta las propiedades físicas, fisicoquímicas, sensoriales y de costos de producción de los reestructurados.

Realizar un seguimiento de la vida útil, propiedades fisicoquímicas y sensoriales de los productos reestructurados en condiciones de almacenamiento.

Se recomienda la utilización alginato de sodio en las formulaciones de la industria cárnica, por sus características tecnológicas, que permitirán la diversificación de productos con alto valor agregado.

Se sugiere la utilización del salvado de quinua como un extensor en la industria cárnica, por sus características nutricionales y funcionales, que pueden aportar al producto un aumento en su calidad.

BIBLIOGRAFIA

ALVAREZ E Y SANCHEZ P. LA FIBRA DIETETICA. EN: Nutrición hospitalaria.2006.62p.

AMADOR, Ignacio. SEMINARIO TALLER TECNOLOGIA DEL MANEJO, CONSERVACION Y CORTE DE LA CARNE BOBINA Y PORCINA.FEDEGAN Y ASOCARNICAS. San Juan De Pasto. 2010. 4 p.

AMADOR, I.; PALACIOS, A. y MALDONADO, M. Cartilla Guía “Sistema ICTA de Clasificación de Canales y Carne Bovina”. Convenio 258, Ministerio de Agricultura - IICA, 1995, 17 p.

BIGATTI, Martin, *et al.* EVALUACIÓN SENSORIAL DE MILANESAS PREPARADAS A PARTIR DE CARNE REESTRUCTURADA.Instituto Tecnología de Alimentos.Centro Agroindustria. Buenos Aires.2004 p.

COFRADES, Susana, *et al.* Restructured beef with different proportions of walnut as affected by meat particle size. En: EuropeanFoodResearch and Technology, 2004: 231p.

COLOMBIA MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. AGENDA PROSPECTIVA DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLOGICO PARA LA CADENA CARNICA BOVINA DE COLOMBIA. Bogotá D.C.: 2009, 156 p.

CONSOLIDADO AGROPECUARIO NARIÑO 2010. SECTOR PECUARIO. Inventario bovino. 110 p.

DECRETO NÚMERO 3075 de diciembre de 1997. Ministerio de la Protección Social.

FEDERACION COLOMBIANA DE GANADEROS FEDEGAN. EL AJEDREZ MUNDIAL DE LA CARNE. Bogotá D.C.: 2008, 93 p.

FEDERACION COLOMBIANA DE GANADEROS FEDEGAN. PLAN ESTRATEGICO DE LA GANADERIA COLOMBIANA. Por una ganadería moderna y solidaria. Bogotá D.C.: 2008, 24 p.

GARRIZ, Carlos. CALIDAD ORGANOLEPTICA DE LA CARNE VACUNA, INFLUENCIA DE FACTORES BILOGICOS Y TECNOLOGICOS. FAC. AGR Y VET. MNRN. Buenos Aires. 2011. 5 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y DE CERTIFICACIÓN; Industrias alimentarias: Productos cárnicos procesados no enlatados. NTC 1325. 5ta actualización. Bogotá, 2008.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y DE CERTIFICACIÓN; análisis sensorial: metodología, guía general. NTC 3925. 5ta actualización. Bogotá, 2002.

JIMÉNEZ COLMENERO, F y NOVAIS Antonio. Ponencia NUEVOS ALIMENTOS EN EL SECTOR CÁRNICO. EnIV jornada de nutrición humana y dietética. Los nuevos alimentos del principio de siglo. Madrid. Instituto del Frío (CSIC), 2006. 2 p.

LOPEZ MALDONADO, Ingrid. EFECTO DEL TIEMPO DE MADURACIÓN Y EDAD CRONOLÓGICA SOBRE CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE CARNE DE RES DE PUERTO RICO. Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado en maestría ciencia y tecnología de alimentos. Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico. 2009. 7 p.

MONTAÑES QUIROGA, Catalina y PÉREZ CÉSPEDES, Inés. ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA SALCHICHA TIPO FRANKFURT CON SUSTITUCIÓN DE HARINA DE TRIGO POR HARINA de QUINUADESAPONIFICADA (*Chenopodium Quinoa, Wild*). Trabajo de grado ingeniero de alimentos. Bogotá D.C.: Universidad de la Salle. Facultad de ingeniería de alimentos, 2007. 2 p.

MONTOYA RESTREPO, Alexandra, *et al.* ANALISIS DE VARIABLES ESTRATÉGICAS PARA LA CONFORMACIÓN DE UNA CADENA PRODUCTIVA DE QUINUA EN COLOMBIA. *INNOVAR*, revista de ciencias administrativas y sociales. Universidad Nacional de Colombia. 2005. 102 p.

MORENO CONDE, María Elena. REESTRUCTURACIÓN EN FRÍO DE MÚSCULO DE PESCADO MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE ALGINATO SÓDICO Y TRANSGLUTAMINASA MICROBIANA. Memoria doctoral. Madrid.: Universidad Complutense de Madrid. Facultad de veterinaria. Departamento de nutrición, bromatología y tecnología de los alimentos, 2009. 19 p.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA FAO. CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. Grupos de productos.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA FAO. PANORAMA DEL MERCADO MUNDIAL DE CARNE. Perspectivas alimentarias. 2009

PLANTA DE PROCESAMIENTO DE CARNES PORKILANDIA.; datos de costos de materias primas. Archivos 2011

PLANTA DE SACRIFICIO FRIGORÍFICO JONGOVITO “FRIGOVITO” Estadísticas de sacrificios de ganado mayor y menor. Pasto 2010.

RAMIREZ BERNAL, Inés. ANALISIS DE ALIMENTOS. Academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales. 3ra Edición. Bogotá. 1998. 101p.

RAMÍREZ, Jorge, *et al.* Efecto del tipo de carne de res sobre la pérdida por cocción, resistencia al corte y palatabilidad sobre bistés reestructurados. En: Revista científica, 2001 FCV-LUZ/VOL XI, Nº 2. p. 109-116.

ROCHA MCGUIRE, Ana. EL USO DE ANTIOXIDANTES PARA MANTENER EL COLOR DE LA CARNE FRESCA; EN: revista carnetec.com; 2008.

ROCHA MCGUIRE, Ana. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS REESTRUCTURADOS; EN: revista carnetec.com; 2009.

RODRIGUEZ, Laura. EVALUACION DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES PROTEICOS APLICADOS AL SALMON DEL ATLANTICO (*Salmo Salas*) CONGELADO Memoria doctoral. España.: Universidad Santiago de Compostela. Facultad de ciencias., 2011. 109 p.

ROMERO Carlos., *et al.* PROPIEDADES DEL ALGINATO Y APLICACIONES EN ALIMENTOS. Temas seleccionados de ingeniería de alimentos. Universidad de Puebla. Puebla. 2013. 88p

SALINAS ROCA, Álvaro. DESARROLLO DE UN PRODUCTO REESTRUCTURADO A PARTIR DE CARNE DE RES DE BAJO VALOR COMERCIAL. Trabajo de grado ingeniero en industria alimentaria. Honduras. Zamorano. Carrera agroindustria alimentaria, 2007. 3 p.

SANTRICH VACCA, Diana. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARNE DE RES PROVENIENTE DE ANIMALES DE DOS GRUPOS DE EDAD EN PUERTO RICO. Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado en maestría ciencia y tecnología de alimentos. Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico. Programa de ciencia y tecnología de alimentos, 2006. 6 p.

SERRANO AGULLO, Asunción. DESARROLLO DE REESTRUCTURADOS CÁRNICOS POTENCIALMENTE FUNCIONALES MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE NUEZ. Memoria doctoral. Madrid.: Universidad Complutense de Madrid. Facultad de farmacia. Departamento de bromatología, 2007. 66 p.

SILVA MONTOYA, Daniel. DOCUMENTACION Y ESTANDARIZACION DE LA TECNICA PARA LA DETERMINACION DE LA FIBRA EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS PARA EL LABORATORIO DE AGUAS Y ALIMENTOS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA. Trabajo de grado para optar para el título de tecnólogo químico. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de tecnología química, 2007. 2 p.

SOLIS Alberto; Alginato para Reestructuración de carne; EN: Revista NUTRER.COM; 2006; 31p.

TORREZ, María, GUZMAN, Amelia y CARBAJAL, Roger. VALORACION NUTRICIONAL DE 10 VARIEDADES DE QUINUA (*ChenopodiumQuinoaWill*). EN: Revista BIOFARBO. Bolivia. 2002. 56 p.

TRESPALACIOS SOSA, María del Pilar. GELIFICACIÓN DE PRODUCTOS AVÍCOLAS POR ALTA PRESIÓN ISOSTÁTICA: Actividad sinérgica de la transglutaminasa microbiana. Memoria doctoral ciencia de los alimentos. BELLATERRA.: Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de veterinaria. Departamento de ciencia animal y de los alimentos, 2007. 5 p.

VELAZCO, Jesús. RECONSTITUCIÓN DE LA CARNE. Productos reestructurados sin tratamiento térmico. EN: revista carnetec.com. 2006.