



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
POSTGRADO DE ESTADÍSTICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE  
SISTEMAS DE CALIDAD Y CONTROL  
ESTADÍSTICO DE PROCESOS



EVALUACION DE CARACTERISTICAS DE CALIDAD QUE AFECTAN  
EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO CÁRNICO TIPO  
SALCHICHA, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS  
ESTADISTICAS.

Ing. Mariela Bonilla  
Ing. Ernesto Mosquera

Maracay, Noviembre de 2013

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
POSTGRADO DE ESTADÍSTICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE SISTEMAS DE  
CALIDAD Y CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS

EVALUACION DE CARACTERISTICAS DE CALIDAD QUE  
AFECTAN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO  
CÁRNICO TIPO SALCHICHA, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE  
HERRAMIENTAS ESTADISTICAS.

Ing. Mariela Bonilla  
Ing. Ernesto Mosquera  
Tutor: Shimazú Martínez

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR AL TITULO  
DE ESPECIALISTA EN GERENCIA DE CALIDAD Y CONTROL  
ESTADISTICO DE PROCESOS

Maracay, Noviembre de 2013

## **DEDICATORIA**

A Dios Eterno y Todopoderoso. Honor y Gloria al guía de mis acciones y fiel protector de nuestras vidas.

Especial dedicatoria a los tres Carlos, alojados en habitación especial tapizada de amor en mi corazón: mi esposo Carlos Ernesto, por su paciencia y amor incondicional. Así como a mis hijos Carlos Daniel y Carlos David portadores de las sonrisas que me inspiran cada día.

A Virginia Guillen, mi madre presente y consecuente en cada una de mis metas.

Mariela Bonilla

## **DEDICATORIA**

A ti nuestro Dios, padre celestial y omnipotente

A mis Padres Gabriela y Ramón

A mi pareja de vida Esther

Ernesto Mosquera

## **AGRADECIMIENTO**

A la Profesora Shimazú Martínez, quien nos ofreció consejos y orientaciones en la elaboración de esta investigación, a quien considero ejemplo de desempeño profesional y calidad humana y a su familia (esposo e hijos), que con tanto cariño acompañaron los momentos de dedicación a nuestro trabajo.

A Ernesto Mosquera: ¡Equipo! Te agradezco inmensamente los conocimientos y experiencias compartidos en esta investigación; a Esther tu esposa por su apoyo.

Al personal que nos apoya en el Postgrado de Estadística de la UCV, valorando su incondicional servicio y atención de calidad.

A la empresa elaboradora de productos cárnicos, fuente primaria de los datos y escuela abierta a la investigación.

Mariela Bonilla

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios todo poderoso creador de lo infinito por estar cuidándome y ayudándome las 24 horas del día, amén.

A mi Madre por ser la artesana del hombre de bien que hoy soy y por ayudarme en todo lo que pudo durante mi carrera, gracias Gaby eres la mejor mamá del mundo.

A mi Padre Ramón por ser el rector que ha guiado mi formación como buen ciudadano, estudiante y ahora profesional, y por demostrarme lo importante que es estudiar.

A la profesora Shimazú Martínez, por ser la ilustre tutora de estos nuevos especialistas en Gerencia en Sistemas de Calidad, gracias por enseñarnos lo riguroso que debe ser la investigación científica.

A mi pareja Esther por todas las veces que me tendió la mano de alguna forma durante la carrera y durante la ejecución de este proyecto, gracias y recuerda que “te amo”.

A la Universidad Central de Venezuela, en especial al postgrado en estadística de la Facultad de Agronomía por habernos brindado la oportunidad de formarnos en sus espacios como profesional especializados.

A nuestra compañera la Ing. Yamilen Castillo por compartir con nosotros todos estos años universitarios de postgrado en los que hemos aprendido el valor de la amistad, conformando un excelente grupo de estudio.

Ernesto Mosquera

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo principal evaluar las características de calidad que afectan el proceso de elaboración de la salchicha. Las características de calidad evaluadas fueron: tiempo de permanencia en cava de la mezcla, temperaturas antes y después de refinar la mezcla con su diferencial, peso, longitud y diámetro de las salchichas, las mismas fueron analizadas en base a la aplicación de herramientas estadísticas. La totalidad de las características evaluadas durante los dos turnos y las dos clases de salchichas presentaron valores de tendencia central fuera de control estadístico. No fue posible la verificación del cumplimiento de las especificaciones técnicas establecidas debido a la condición de inestabilidad que presentaron sus respectivas cartas de control en todas las características de calidad evaluadas. Los histogramas de frecuencia, arrojaron gráficos asimétricos con fracción de observaciones que escapan de las especificaciones, a excepción del diámetro de la salchicha superior durante el segundo turno y los diferenciales de temperatura antes y después de refinar la mezcla en la salchicha superior “primer turno” y salchicha económica “segundo turno”. Entre las causas que generaron no conformidades están la falta de rotación de materia prima, materia prima con temperatura superior a las especificaciones, altas temperaturas de las mezclas antes de refinar, poca inspección y mezclas muy fluidas. Se formuló un plan de acción que permitió establecer el camino a seguir para aplicar acciones correctivas al proceso a fin de reducir no conformidades, indicando las actividades a seguir, los indicadores, fuentes de verificación, acciones de seguimiento y responsable.

**Palabras Claves:** Características de Calidad/Salchicha/ Herramientas Estadísticas /Control de Proceso/ Producto Cárnico

## INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vi
INDICE DE CUADROS.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	5
3.1 CARACTERISTICA DE CALIDAD.....	5
3.2 CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS (CEP).....	5
3.3. HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS.....	7
3.3.1. Gráfica de Control.....	7
3.3.1.1. Tipos de Gráficas de Control.....	8
3.3.1.1.1. Cartas de Control para Atributos.....	8
3.3.1.1.2. Cartas de Control para Variables.....	8
3.3.1.2. Formulas empleadas para calcular las líneas centrales y los límites de control en cartas para variables.....	9
3.3.1.3. Zonas estadísticas establecidas para la interpretación de cartas de control...	10
3.3.1.4. Interpretación de patrones en cartas de control para variables.....	11
3.3.2. Histogramas.....	12
3.3.2.1. Formas clásicas de los Histogramas según su apariencia.....	12
3.3.3. Indices de capacidad de un proceso.....	13
3.3.3.1 Índice de habilidad potencial del proceso (Cp).....	13
3.3.3.2 Índice de habilidad real del proceso (Cpk).....	14
3.3.4. Diagrama de Flujo.....	15
3.3.5. Diagrama Causa-Efecto.....	15
3.3.6. Diagrama de Pareto.....	16
3.4 PLAN DE MEJORAMIENTO.....	16
3.5. PRODUCTO CARNICO TIPO SALCHICHA (Salchicha cocida).....	18
3.5.1. DEFINICIÓN.....	18
3.5.2. CLASIFICACIÓN.....	18
3.5.3. ESQUEMA TECNOLÓGICO DE LA ELABORACIÓN DE SALCHICHAS.....	19
3.5.4. INGREDIENTES Y ADITIVOS. FUNCIONES.....	22
3.5.4.1 Ingredientes.....	22
3.5.4.2 Aditivos.....	22
IV. ANTECEDENTES.....	24
V. METODOLOGÍA.....	28
5.1. LUGAR DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
5.2. CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EVALUADAS.....	28
5.3. TOMA DE DATOS.....	30

5.4. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD QUE AFECTAN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO CÁRNICO TIPO SALCHICHA SUPERIOR Y ECONÓMICA.....	31
5.5.VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESTABLECIDAS EN UNA PLANTA PROCESADORA DE PRODUCTOS CÁRNICOS, EN LOS PROCESOS DE ELABORACIÓN DE SALCHICHAS TIPO SUPERIOR Y ECONÓMICA, BAJO EL SUPUESTO DE ESTABILIDAD DE ÉSTOS.....	34
5.6. IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE LAS CAUSAS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD QUE GENERAN NO CONFORMIDADES EN PRODUCTOS CÁRNICOS TIPO SALCHICHAS SUPERIOR Y ECONÓMICA.....	35
5.7. FORMULACIÓN DE UN PLAN DE ACCIÓN ORIENTADO A CORREGIR O MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD QUE AFECTAN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO CÁRNICO TIPO SALCHICHAS SUPERIOR Y ECONÓMICA.....	37
VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
6.1 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD QUE AFECTAN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO CÁRNICO TIPO SALCHICHA SUPERIOR Y ECONÓMICA.....	40
6.2. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESTABLECIDAS EN UNA PLANTA PROCESADORA DE PRODUCTOS CÁRNICOS, EN LOS PROCESOS DE ELABORACIÓN DE SALCHICHAS TIPO SUPERIOR Y ECONÓMICA, BAJO EL SUPUESTO DE ESTABILIDAD DE ÉSTOS.....	81
6.3. IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE LAS CAUSAS QUE GENERAN NO CONFORMIDADES EN LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS TIPO SALCHICHAS SUPERIOR Y ECONÓMICA.....	110
6.4. FORMULACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN ORIENTADO A CORREGIR O MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD QUE AFECTAN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO CÁRNICO TIPO SALCHICHAS SUPERIOR Y ECONÓMICA.....	142
VII. CONCLUSIONES.....	146
VIII. RECOMENDACIONES.....	149
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	150
X. ANEXOS.....	153

## **INDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Resumen de las Formulas para las gráficas de control para variables.....	9
Cuadro 2. Descripción de la simbología utilizada en el diagrama de flujo.....	35
Cuadro 3. Matriz del Plan de Mejora.....	38
Cuadro 4. Plan de Mejora del Almacenamiento de las mezclas cárnicas.....	143
Cuadro 5. Plan de Mejora del Refinado de la mezcla a embutir.....	144
Cuadro 6. Plan de Mejora del Embutido de la salchicha.....	145

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de elaboración de la salchicha (Moreno, 2006).....	19
Figura 2. Diagrama de Flujo de la elaboración de salchichas presentado por la empresa.....	29
Figura 3. Carta de $\bar{X}$ para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	41
Figura 4. Carta de R para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	41
Figura 5. Carta de $\bar{X}$ para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	42
Figura 6. Carta de R para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	43
Figura 7. Carta de $\bar{X}$ para la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha superior 1 <sup>er</sup> turno.....	44
Figura 8. Carta de R para la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	44
Figura 9. Carta de $\bar{X}$ para la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	45
Figura 10. Carta de R para la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	46
Figura 11. Carta de $\bar{X}$ para la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	47
Figura 12. Carta de R para la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	48
Figura 13. Carta de $\bar{X}$ para la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	49
Figura 14. Carta de R para la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	51
Figura 15. Carta de $\bar{X}$ para el diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	52
Figura 16. Carta de R para el diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	52
Figura 17. Carta de $\bar{X}$ para el diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	53
Figura 18. Carta de R para el diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	53
Figura 19. Carta de $\bar{X}$ para el peso de la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	55
Figura 20. Carta de R para el peso de la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	55

Figura 21. Carta de $\bar{X}$ para el peso de la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	56
Figura 22. Carta de R para el peso de la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	57
Figura 23. Carta de $\bar{X}$ para la longitud de la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	58
Figura 24. Carta de S para la longitud de la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	58
Figura 25. Carta de $\bar{X}$ para la longitud de la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	59
Figura 26. Carta de s para la longitud de la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	59
Figura 27. Carta de $\bar{X}$ para el diámetro de la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	60
Figura 28. Carta de s para el diámetro de la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	60
Figura 29. Carta de $\bar{X}$ para el diámetro de la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	29
Figura 30. Carta de s para el diámetro de la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	30
Figura 31. Carta de $\bar{X}$ para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	63
Figura 32. Carta de R para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	63
Figura 33. Carta de $\bar{X}$ para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha económica en 2 <sup>do</sup> turno.....	64
Figura 34. Carta de R para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	65
Figura 35. Carta de $\bar{X}$ para la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	66
Figura 36. Carta de R la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	66
Figura 37. Carta de $\bar{X}$ para la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	67
Figura 38. Carta de R la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	67
Figura 39. Carta de $\bar{X}$ para la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	68
Figura 40. Carta de R la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	69
Figura 41. Carta de $\bar{X}$ para la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	70
Figura 42. Carta de R la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	71
Figura 43. Carta de $\bar{X}$ para el diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	72
Figura 44. Carta de R para el diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	72
Figura 45. Carta de $\bar{X}$ para el diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	73

Figura 46. Carta de R para el diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	73
Figura 47. Carta de $\bar{X}$ para el peso de la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	74
Figura 48. Carta de R para el peso de la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	74
Figura 49. Carta de $\bar{X}$ para el peso de la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	75
Figura 50. Carta de R para el peso de la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	76
Figura 51. Carta de $\bar{X}$ para la longitud de la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	76
Figura 52. Carta de s para la longitud de la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	77
Figura 53. Carta de $\bar{X}$ para la longitud de la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	78
Figura 54. Carta de s para la longitud de la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	78
Figura 55. Carta de $\bar{X}$ para el diámetro de la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	79
Figura 56. Carta de s para el diámetro de la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	79
Figura 57. Carta de $\bar{X}$ para el diámetro de la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	80
Figura 58. Carta de s para el diámetro de la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	81
Figura 59. Histograma de frecuencia para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla de la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	83
Figura 60. Histograma de frecuencia para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla de la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	84
Figura 61. Histograma de frecuencia de la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	85
Figura 62. Histograma de frecuencia de la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	86
Figura 63. Histograma de frecuencia de la diferencia de temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	87
Figura 64. Histograma de frecuencia de la diferencia de temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	88
Figura 65. Histograma de frecuencia de la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	89
Figura 66. Histograma de frecuencia del diferencial de temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	90
Figura 67. Histograma de frecuencia del peso de la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	91
Figura 68. Histograma de frecuencia del peso de la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	92
Figura 69. Histograma de frecuencia de la longitud de la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	93
Figura 70. Histograma de frecuencia de la longitud de la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	93
Figura 71. Histograma de frecuencia del diámetro de la salchicha superior en el 1 <sup>er</sup> turno.....	94
Figura 72. Histograma de frecuencia del diámetro de la salchicha superior en el 2 <sup>do</sup> turno.....	95

Figura 73. Histograma de frecuencia del tiempo de permanencia en cava de la mezcla de la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	96
Figura 74. Histograma de frecuencia del tiempo de permanencia en cava de la mezcla de la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	97
Figura 75. Histograma de frecuencia de la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	99
Figura 76. Histograma de frecuencia de la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	100
Figura 77. Histograma de frecuencia de la diferencia de temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	101
Figura 78. Histograma de frecuencia de la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	102
Figura 79. Histograma de frecuencia de la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	104
Figura 80. Histograma de frecuencia de la diferencia de temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	105
Figura 81. Histograma de frecuencia del peso de la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	106
Figura 82. Histograma de frecuencia del peso de la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	107
Figura 83. Histograma de frecuencia de la longitud de la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	107
Figura 84. Histograma de frecuencia de la longitud de la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	108
Figura 85. Histograma de frecuencia del diámetro de la salchicha económica en el 1 <sup>er</sup> turno.....	109
Figura 86. Histograma de frecuencia del diámetro de la salchicha económica en el 2 <sup>do</sup> turno.....	110
Figura 87. Diagrama de flujo de proceso de elaboración de salchichas superior y económica.....	111
Figura88. Diagrama Causa-Efecto de los altos tiempos de permanencia en cava de la mezcla de las salchichas superior y económica.....	115
Figura 89. Diagrama de Pareto para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla de las salchichas superior y económica.....	120
Figura 90. Diagrama Causa-Efecto de la temperatura antes de refinar la mezcla de las Salchichas Superior y Económica.....	121
Figura 91. Diagrama de Pareto para la alta temperatura antes de refinar la mezcla de las salchichas superior y económica.....	126
Figura 92. Diagrama Causa-Efecto de la alta temperatura después de refinar la mezcla de las salchichas superior y económica.....	127
Figura 93. Diagrama de Pareto para la temperatura después de refinar la mezcla de las salchichas superior y económica.....	132

Figura 94. Diagrama Causa-Efecto del peso fuera de especificaciones de la mezcla de las salchichas superior y económica.....	133
Figura 95. Diagrama de Pareto para el peso fuera de especificaciones de la mezcla de las salchichas superior y económica.....	137
Figura 96. Diagrama Causa-Efecto del diámetro fuera de especificaciones de la mezcla de las salchichas superior y económica.....	138
Figura 97. Diagrama de Pareto para el diámetro y longitud fuera de especificaciones de las salchichas superior y económica.....	141

## I. INTRODUCCION

El empleo de métodos estadísticos en las empresas de alimentos permite la obtención de estándares de calidad, deseables para todas las empresas y únicamente alcanzados por aquellas organizaciones cuya motivación es la mejora continua de procesos, de allí que, el control de estos procesos debe aplicarse en todas las etapas vinculadas con la formulación del producto, la ejecución de las diversas fases del proceso productivo, incluyendo la selección y adquisición de la materia prima y el servicio postventa. Entre estas herramientas estadísticas se pueden mencionar el diagrama de flujo, diagrama causa-efecto, diagrama de Pareto, histogramas y gráficas de control, que proporcionan el basamento técnico necesario para la recopilación de datos, la identificación de patrones de éstos y la medición de la variabilidad, tal como lo afirman Juran y Gryna, (1993).

En ese orden de ideas, es importante que la empresa establezca mecanismos para determinar el grado de cumplimiento de las especificaciones y parámetros de la línea de procesamiento de sus productos, a los fines de detectar las posibles desviaciones; tal es el caso de la empresa de procesamiento de productos cárnicos en la cual se desarrolló la presente investigación; en la que se establecieron mecanismos para abordar de manera específica el análisis de los procesos de elaboración de las

salchichas tipo superior y económica, la verificación de las características de calidad que afectan las tolerancias establecidas, así como la determinación de las causas que generan sus variaciones, lo cual permitirá la formulación de acciones orientadas a mejoras con basamento en el control estadístico de procesos.

Cabe resaltar que es interés de la organización la aplicación de métodos estadísticos como vía para garantizar la estabilidad de la calidad y el respeto a las normativas de elaboración y expendio de alimentos, como elemento base que sirve de vínculo entre el liderazgo de los productos en el mercado y la satisfacción de la demanda, todo ello enmarcado en el enfoque filosófico de la mejora continua de procesos que define cualquier sistema de gerencia de la calidad.

## **II. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar las características de calidad que afectan el proceso de elaboración de un producto cárnico tipo salchicha, mediante la aplicación de herramientas estadísticas para el control de procesos.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Analizar el comportamiento de las características de calidad que afectan el proceso de elaboración de un producto cárnico tipo salchicha superior y económica.
2. Verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas establecidas en una planta procesadora de productos cárnicos, en los procesos de elaboración de salchichas tipo superior y económica, bajo el supuesto de estabilidad de éstos.

3. Identificar y priorizar las causas potenciales que generan no conformidades en las características de calidad de productos cárnicos tipo salchichas tipo superior y económica.
  
4. Formular un plan de acción orientado a la mejora del desempeño de las características de calidad que afectan el proceso de elaboración de un producto cárnico tipo salchicha superior y económica.

### **III.REVISIÓN BIBLIOGRAFICA**

#### **3.1 CARACTERISTICA DE CALIDAD**

Según lo contemplado en las normas ISO una “*característica es un rasgo diferenciador*”y una característica de calidad es inherente de un producto, proceso o sistema relacionado con un requisito. Para Besterfield (1994) cuando se realiza un estudio estadístico sobre el comportamiento de un proceso se debe otorgar prioridad a aquellas características de la calidad que influyen en la eficiencia del producto y sus costos.

#### **3.2 CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS (CEP)**

El CEP es una metodología para el seguimiento de un proceso buscando identificar las causas de la variación y señalar la necesidad de emprender una acción correctiva en el momento apropiado (Evansy Linsay, 2005). Otros autores como Alvarado (1993) lo definen como un conjunto de técnicas que permiten medir, analizar y comprender el comportamiento de los procesos productivos y con esta información hacer predicciones confiables sobre su futuro. Esta herramienta de

análisis, permite detectar la presencia de una condición corregible que está afectando la calidad del proceso.

Para alcanzar un adecuado control estadístico de procesos, que nos permita controlar su variación, es necesario aplicar una serie de técnicas estadísticas las cuales y según Montgomery(2004) constituyen los medios principales para muestrear, probar y evaluar un producto, y para usar la información contenida en estos datos a fin de controlar y mejorar el proceso de fabricación con la reducción de la variabilidad.

El propósito de control estadístico de procesos pues, es advertir tanto a la alta gerencia como a los operarios de la producción acerca de las condiciones indeseables en sus procesos, lo que demanda llevar muchos indicadores que permitan alertar sobre variaciones insólitas en la materia prima, cambios de la temperatura ambiente o la humedad, el fracaso de seguir procedimientos mal diseñados y trabajadores incorrectamente entrenados, entre otros (ASQ, 2006).

Entre las causas que generan las variaciones en los procesos se distinguen las causas comunes y las especiales, siendo éstas definidas por Giallongo(2000), de la siguiente manera:

- **Causas comunes de variación:** inherentes al proceso y por ello están presentes en éste todo el tiempo, afectan a cada persona que se encuentra trabajando en

él y afectan todos los resultados. Ellas quedan atrapadas en el diseño del proceso y por tanto requieren cambios profundos en la arquitectura del mismo a fin de lograr erradicarlas.

- **Causas especiales de variación:** no son parte del proceso y aparecen esporádicamente debido a circunstancias específicas. Pueden ser detectadas a través de las técnicas estadísticas y su hallazgo, identificación y corrección es usualmente responsabilidad de alguien que está directamente conectado con la operación, requiriéndose generalmente de una acción local.

En el análisis y mejora de procesos se sugiere metodológicamente que en primer lugar se busque controlar el proceso con la aplicación de técnicas o herramientas estadísticas, eliminando las causas especiales de variación. Posteriormente, cuando el proceso se considere estable y predecible, se procede a evaluar su habilidad o capacidad para cumplir con las especificaciones técnicas establecidas para cada fase del proceso (Giallongo, 2000).

### **3.3. HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS**

Según Montgomery (1991) las herramientas estadísticas permiten evaluar el producto, mediante el control y la mejora del proceso de la fabricación del mismo. Las herramientas estadísticas que se utilizarán en esta investigación son:

### **3.3.1. Gráfica de Control**

Es un gráfico lineal en el que se han determinado estadísticamente un límite de control superior y un límite de control inferior a ambos lados de la media o línea central. La línea central refleja el promedio general de la característica de calidad del proceso objeto de estudio. Los límites de control proveen señales estadísticas para que la administración actúe, indicando la separación entre la variación común y la variación especial (Feigenbaum, 1998).

Un gráfico de control es una herramienta estadística utilizada para evaluar la estabilidad de un proceso. Permite distinguir entre causas aleatorias y específicas de variación de los procesos, como guía de actuación de la dirección. Adicionalmente, los gráficos de control son útiles para vigilar la variación de un proceso en el tiempo, probar la efectividad de las acciones de mejora emprendidas, así como para estimar la capacidad del proceso (Feigenbaum, 1998).

#### ***3.3.1.1. Tipos de Gráficas de Control.***

Montgomery (2004), menciona los siguientes tipos de cartas o gráficas de control:

##### ***3.3.1.1.1. Cartas de Control para Atributos.***

Son utilizadas cuando las características de calidad de interés no se miden en una escala continua o siquiera en una escala cuantitativa sino más bien nominal. Cada

unidad del producto puede juzgarse como conforme o disconforme con base en si posee o no ciertos atributos, o puede contarse el número de disconformes (defectos) que aparecen en una unidad del producto y según sea el caso se habla entonces de cartas p (fracción de defectuosos), np (número de defectuosos), c (número de defectos) y u (número de defectos por unidad).

#### ***3.3.1.1.2. Cartas de Control para Variables.***

Es utilizada si la característica de calidad a estudiarse puede medirse y expresarse como un número en una escala de medición continua. Para ello existen dos tipos de cartas: la carta medias ( $\bar{X}$ ), de uso más común para controlar la tendencia central y la carta de rangos (R), la cual se construye en base al rango muestral, o en su defecto, la carta de desviación (s), levantada con la desviación estándar muestral, ambas empleadas para controlar la variabilidad del proceso. La escogencia en el uso de la gráfica (R) o (s) para representar la variabilidad de los datos bajo estudio, se centra fundamentalmente en la sensibilidad que pueda tener la misma para detectar los posibles cambios atípicos que se puedan generar dentro de los subgrupos racionales escogidos. Por otra parte Besterfield, 1994 destaca que en aquellos casos en los cuales el tamaño del subgrupo sea mayor de 10 elementos (n), para controlar la dispersión se deberá utilizar la gráfica(s).

### 3.3.1.2. Fórmulas empleadas para calcular las líneas centrales y los límites de control en cartas para variables.

Las fórmulas empleadas se reflejan en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Resumen de las fórmulas para las gráficas de control para variables.

Tipo de gráfica	LCI	LC	LCS
$\bar{X}$ (con R)	$\bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$	$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{X}_i}{k}$	$\bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$
R	$D_3\bar{R}$	$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{k}$	$D_4\bar{R}$
$\bar{X}$ (con s)	$\bar{\bar{X}} - A_3\bar{s}$	$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{X}_i}{k}$	$\bar{\bar{X}} + A_3\bar{s}$
s	$B_3\bar{s}$	$\bar{s} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{s}_i}{k}$	$B_4\bar{s}$

**Fuente:** Evansy Linsay, 2009.

### 3.3.1.3. Zonas estadísticas establecidas para la interpretación de cartas de control.

Las zonas estadísticas de las cartas de control para variables  $\bar{X}$  - R y  $\bar{X}$  - s que trabajan con límites de 3 desviaciones estándar por encima y por debajo de los valores medios y partiendo del principio de normalidad de los datos, se definen según Besterfield (1994) como se menciona a continuación:

#### 3.3.1.3.1. Zona C o $\pm 1\sigma$ .

Esta zona oscila entre los valores de tendencia central correspondientes a la media del proceso hastamás o menos una desviación estándar de su valor abarcando así un 68,26% del área de la gráfica.

### **3.3.1.3.2. Zona B o $\pm 2\sigma$ .**

Esta zona oscila entre los valores de más o menos una hasta dos desviaciones estándar de la media y en conjunto con la zona C abarcan el 95,46% del área bajo la curva normal.

### **3.3.1.3.3. Zona A o $\pm 3\sigma$ .**

La zona A oscila entre los valores de más o menos dos hasta tres desviaciones estándar de la media y en conjunto con la zona C y B abarcan el 99,73% del área bajo la curva normal.

El hecho de que el 99,73% del área bajo la curva en gráficos bajo distribución normal de sus datos estén comprendidos entre los  $\pm 3\sigma$  correspondientes a las tres zonas estadísticas mencionadas anteriormente, sirve de base para el desarrollo de las gráficas de control. Besterfield (1994).

### **3.3.1.4. Interpretación de patrones en cartas de control para variables.**

Cuando un proceso está bajo control estadístico el mismo debe cumplir con un conjunto de reglas entre las cuales se enumeran:

- 1.- Ningún punto se encuentra fuera de los límites de control.
- 2.- El número de puntos por encima y por debajo de la línea central debe ser casi igual.

3.- Los puntos parecen caer en forma aleatoria arriba y debajo de la línea central.

4.- La mayoría de los puntos deben estar cerca de la línea central.

Debido a lo antes expuesto se deben declarar como fuera de control estadístico aquellos procesos en los cuales:

- ❖ Se encuentre un punto fuera de los límites de control.
- ❖ Ocurra un cambio repentino en el promedio del proceso, es decir, se observe un número inusual de subgrupos consecutivos que caen a un lado de la línea central.
- ❖ Se observen ciclos o patrones cortos repetidos en el cuadro que alternan crestas y valles hacia ambos lados de la línea central.
- ❖ Ocurra una tendencia en la cual seis puntos de la gráfica se desplacen de forma gradual hacia arriba o hacia abajo a partir de la línea central.
- ❖ Se observe la presencia de los siguientes patrones:
  1. Nueve puntos o subgrupos consecutivos en la zona C ( $1\sigma$ ) o por encima de ella.
  2. Catorce puntos consecutivos que ascienden y descienden alternadamente.
  3. Dos o tres puntos consecutivos o no en la zona A ( $3\sigma$ ) o por encima de ella.
  4. Cuatro de cinco puntos consecutivos o no en la zona B ( $2\sigma$ ) o por encima de ella.

5. Quince puntos consecutivos en la zona C ( $1\sigma$ ) por encima o por debajo de la línea central.
6. Ocho puntos o subgrupos consecutivos sobre ambos lados de la línea central con ningún punto en la zona C ( $1\sigma$ ). (Evans y Linsay, 2005).

### **3.3.2. Histogramas**

Pyzdek y Berger (1996) afirman que a través de este gráfico se analiza rápidamente si un proceso puede cumplir con los requerimientos de un cliente, analizar cambios en el proceso de un período a otro y detectar si las variables del proceso se comportaron uniformemente.

Es aplicable cuando se quiere obtener una comunicación clara y efectiva de la variabilidad del sistema, por medio de la comparación de la variabilidad con los límites de especificación, además de identificar anomalías examinando la forma (Valera, 1996).

#### ***3.3.2.1. Formas clásicas de los Histogramas según su apariencia.***

Las formas típicas de la variación que pueden ayudar a clasificar los histogramas de frecuencia atendiendo a sus posibles causas son presentadas a continuación:

##### ***3.3.2.1.1. Distribución normal o simétrica.***

Adopta una forma simétrica de campana con un pico en la mitad del recorrido de los datos. Es la distribución natural para los datos de una gran cantidad de procesos.

#### ***3.3.2.1.2. Distribución bimodal.***

Gráficos con doble campana o pico con un valle en el centro de la distribución. Su ocurrencia sugiere la presencia de dos poblaciones distintas.

#### ***3.3.2.1.3. Distribución en peine.***

Gráficos de barra con valores altos y bajos que se alternan de forma regular. Atribuibles a errores de medición y a errores en la forma de agrupar los datos.

#### ***3.3.2.1.4. Distribución truncada o asimétrica.***

Su forma es sesgada, es decir, posee un pico descentrado dentro del recorrido de los datos. Las colas descienden bruscamente en un lado y suavemente en el otro.

### **3.3.3 Índices de capacidad de un proceso**

Los estudios de capacidad de procesos son viables en la medida que éstos hayan sido demostradamente estables (Evans y Linsay, 2009), es decir, en la medida en que las causas especiales de variación hayan sido erradicadas de ellos y su variabilidad responda exclusivamente a la presencia de causas comunes.

De allí la necesidad de conocer de manera demostrada, a través de cartas de control, la estabilidad de un proceso, para poder considerar su habilidad de cumplir con las especificaciones técnicas.

### ***3.3.3.1. Índice de habilidad potencial del proceso (Cp).***

Es una de las medidas de la habilidad del proceso más comunes en términos de los límites de especificación. El Cp permite establecer límites de especificación y ayuda a determinar requerimientos sobre el proceso. Un valor común para tal requerimiento es  $Cp \geq 1,33$

$$Cp = \frac{\text{Tolerancia del proceso}}{\text{Habilidad del proceso}} = \frac{LSE - LIE}{6 \sigma}$$

donde:

LSE = Límite superior de especificación

LIE = Límite inferior de especificación

$\sigma$  = Variación natural del proceso

Según Montgomery (2004), los rangos de interpretación del Cp son los siguientes:

$$Cp \geq 1 \text{ (Proceso hábil)} \quad Cp < 1 \text{ (Proceso no hábil)}$$

El Cp tiene como desventaja según CEPET(1989), el no considerar el centrado de la media del proceso (su localización), por lo que el proceso pudiendo tener una

variabilidad muy pequeña podría todavía ser considerado inhábil. Por lo antes expuesto, fue propuesto un índice para calcular la capacidad real del proceso “Cpk”.

### ***3.3.3.2. Índice de habilidad real del proceso (Cpk)***

Es el cociente entre la amplitud permitida y la amplitud natural, teniendo en cuenta la media del proceso respecto al punto medio de ambos límites de especificación.

$$Cpk = \text{Min}\{(LES - \mu)/3\sigma, (\mu - LEI)/3\sigma\}$$

Los rangos de interpretación del Cpk, según Besterfield(1994), son los siguientes:

Para procesos capaces:

Cpk = 1 (Se obtiene un producto capaz de cumplir con las especificaciones)

Cpk = Cp (Cuando el proceso está centrado)

Cpk < Cp (El proceso está descentrado)

Para procesos no capaces Montgomery (2004) menciona que los valores del Cpk deben ser los siguientes:

Cpk < 1 (Para procesos que arrojan productos fuera de las especificaciones)

Cpk = 0 (Para procesos no solo incapaces sino en los que además el promedio es igual a uno de los límites de la especificación)

Cpk < 0 (Para procesos en los que el promedio está fuera de las especificaciones)

#### **3.3.4. Diagrama de Flujo**

Es una descripción de las distintas etapas del proceso ordenadas secuencialmente, muy eficaz para visualizar el sistema de manera integral, identificar posibles puntos de dificultad y ubicar las actividades de control (Montgomery, 2004).

Besterfield (1994), afirma que este tipo de diagramas son de vital importancia, ya que permiten tener una visión y comprensión global del proceso, ver como se vinculan las distintas etapas (identificación de clientes internos), descubrir fallas presentes o evitar fallas futuras. Son particularmente útiles para desarrollar la definición y la comprensión del proceso y comparar su desempeño actual con el teórico.

#### **3.3.5. Diagrama Causa-Efecto**

El diagrama causa-efecto identifica las situaciones y acontecimientos que contribuyen potencialmente al problema, las cuales son identificadas como causas primarias, secundarias, etc., según el nivel de relación que tengan con el problema; permitiendo así tomar las acciones necesarias para contrarrestar estas causas (Juran y Gryna, 1993).

#### **3.3.6. Diagrama de Pareto**

A través del diagrama de Pareto podemos identificar lo poco vital dentro de lo mucho que podría ser trivial, es una herramienta que se utiliza para priorizar los

problemas o las causas que los generan. Permite direccionar los esfuerzos para obtener mejores resultados, también conduce a la selección del problema, orienta las decisiones y la identificación de las oportunidades de mejora. El diagrama de Pareto es un método para determinar el grado de prioridad que posee un elemento en el problema, organizando y cuantificando la información disponible en forma gráfica (Pyzdek y Berger, 1996), adicionalmente puede ser muy útil al momento de evaluar los efectos de un plan de mejora, al comparar la altura de las barras antes y después de éste haber sido aplicado.

### **3.4 PLAN DE MEJORAMIENTO**

La meta u objetivo de un plan de mejora es orientar las acciones requeridas para eliminarlas debilidades determinadas a través de la erradicación de sus causas, sin alterar las fortalezas conseguidas. Es decir, el plan de mejoramiento es un medio conceptual y una guía para actuar según lo que se requiere, con el fin de modificar el estado actual del sistema, por un futuro de mejor calidad, conservando las fortalezas (SINAES, 2003).

El marco de referencia o línea base en que se fundamenta el plan de mejoramiento, priorizará el tratamiento de las debilidades o necesidades señaladas

por la evaluación y las causas o condiciones que las propician. Para que este plan sea eficaz y efectivo, no solo se debe evidenciar que la situación deseada se alcanza, sino también eliminar las debilidades y sus causas, para lo cual debe considerar y describir claramente las causas de la debilidad y plantear la (s) acción (es) que va (n) a permitir superarla. Una de las razones que justifica la necesidad de elaborar un plan de mejoramiento se relaciona con que lo que no se planifica pierde posibilidades de logro, debido a que los recursos siempre son escasos y están comprometidos.

El plan de mejoramiento guía la ejecución y permite un adecuado seguimiento, pero es preciso que se elabore con sentido de realidad, es decir, que se propongan las acciones por alcanzar, en términos de costos, recursos y viabilidad (SINAES, 2003).

Para la formulación del plan de acción encaminado a mejorar el desempeño de las características de calidad, se dispone de diversas metodologías, entre las cuales está la propuesta por el Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior, la cual distingue las siguientes fases o etapas:

***I Parte: Análisis de las debilidades o necesidades detectadas:*** en esta etapa deben analizarse las causas de cada debilidad, enlistarse las posibles acciones a tomar y estudiarse la viabilidad de cada una de éstas.

***II Parte: Diseño del Plan de mejoramiento:*** Esta etapa consta de dos sub-etapas. En la primera de ellas se sugiere definir como componentes del plan de mejoramiento: la debilidad o necesidad, el objetivo, las acciones y los indicadores.

La segunda sub-etapa implica el diseño de un formato del plan de mejora que facilitará la implementación y seguimiento del plan de mejoramiento.

### **3.5. PRODUCTO CARNICO TIPO SALCHICHA (Salchicha cocida)**

#### **3.5.1. DEFINICIÓN**

Es el producto elaborado a base de carnes de porcino *ylo* bovino picadas *ylo* molidas, adicionado de especias y condimentos, curado, cocido, ahumado o no, e introducido en tripas naturales o artificiales, envasado o no en medio líquido (agua, salmuera o salsa). El producto puede contener o no: carne deshuesada mecánicamente (CDM), vísceras comestibles, productos proteolíticos *ylo* carbohidratos complejos. (COVENIN 0412:2005)

#### **3.5.2. CLASIFICACIÓN**

De acuerdo a la Norma COVENIN0412:2005, la Salchicha Cocida se clasifica en:

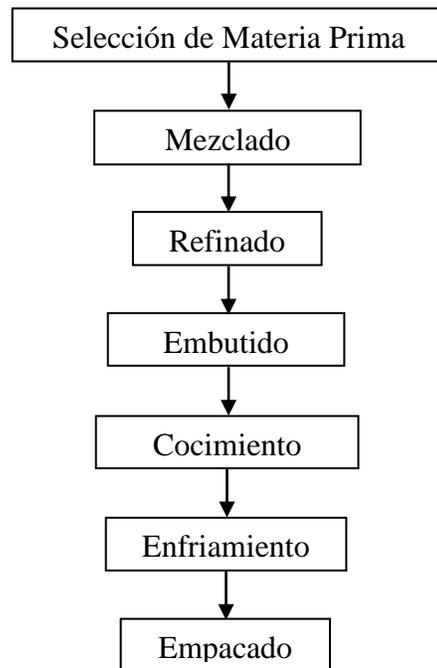
**-Salchicha Superior:** Es el producto sin la adición de cuero de cerdo, piel de aves ni vísceras comestibles y almidones, en la que se permite la adición hasta de un 3% de proteínas y hasta un 15% de carne deshuesada mecánicamente de aves.

**-Salchicha Estándar:** Es el producto con un contenido de almidón de 5% en el producto terminado y en el que se permite la adición hasta de un 3,5% de proteínas.

**- Salchicha Económica:** Es el producto con un contenido de almidón de 8% en el producto terminado y en el que se permite la adición hasta de un 5% de proteínas.

### **3.5.3. ESQUEMA TECNOLÓGICO DE LA ELABORACIÓN DE SALCHICHAS**

El esquema tecnológico del proceso de elaboración del producto cárnico tipo salchicha se presenta en la Figura 1, según lo señalado por Moreno (2006)



**Figura 1.** Proceso de elaboración de la salchicha  
**Fuente:** Moreno, 2006.

### **1. Selección de la materia prima**

La materia prima cárnica y no cárnica debe estar en buen estado, en condiciones de almacenamiento adecuadas para su conservación hasta que sea procesada, especialmente el material graso debe evitarse almacenar durante plazos excesivos, a fin de que no se enrancie y así evitar que presente defectos de color y sabor (Frey, 1995). Además, cabe destacar que la carne debe tener la capacidad de fijación de la proteína cárnica así como una elevada capacidad de retención de agua, ya que esta puede influir considerablemente en la presentación y calidad del producto final (Wirth, 1992).

## **2. Mezclado**

La incorporación de todos los ingredientes necesarios para la elaboración del producto se realiza en tanques de doble camisa, para así dar inicio al proceso de mezclado que tiene como objeto la distribución homogénea de los ingredientes cárnicos picados y de los aditivos alimenticios utilizados, si ocurre un mal mezclado podría ocasionar separación de la gelatina y grasa alrededor de los fragmentos grandes. (Frey, 1995)

## **3. Refinado**

Consiste en la reducción del tamaño de la partícula, haciendo pasar la mezcla por un conjunto de discos que permiten la formación de la emulsión. En este caso se recomienda que la mezcla cárnica, grasa e ingredientes tenga una temperatura máxima de 10 °C, de tal manera que el incremento de la temperatura comunicado por la naturaleza del equipo refinador no impacte en la estabilidad de la emulsión. Es el paso más crítico en el proceso de elaborar productos emulsionados embutidos (Vivas, 2001).

## **4. Embutido**

Es el proceso mediante el cual la materia prima de origen cárnico una vez picada, se coloca en moldes o recipientes, para dar forma a las partículas manteniéndolas unidas en la mezcla durante las otras fases del procesamiento. En el caso de salchichas ochorizos, se procede al rellenado en tripas naturales o artificiales

en forma manual o utilizando equipos hidráulicos o eléctricos. (Enciclopedia Agropecuaria Terranova, 1995)

## **5. Cocción**

Durante la cocción la salchicha pierde agua en medida proporcional a la temperatura de proceso, lo que trae como consecuencia un incremento en la concentración de otros componentes químicos presentes en el producto. Sin embargo, paralelamente también se genera la pérdida de nutrientes hidrosolubles, fundamentalmente minerales y vitaminas. Con el uso de temperaturas superiores, las mermas son mayores (Carballo *et.all.*, 2001).

## **6. Enfriamiento**

Se realiza con una solución de salmuera que le es rociada a las ristras de salchichas, esto permite obtener temperaturas muy bajas en un corto periodo de tiempo, logrando un rápido enfriamiento del producto (Desrosier, 1997). Si el producto no alcanza temperaturas de enfriamiento puede afectar fuertemente el pelado debido a que la tripa se adhiere más de las salchichas además de comprometer en gran medida la carga microbiana.

## **7. Empacado**

El empacado se realiza al vacío buscando evitar la presencia de oxígeno al momento del empacado, con el fin de impedir la separación de fases que otorga mal

aspecto en el corte y dificulta el rebanado, además de que previene el desarrollo de microorganismos aeróbicos, y previene la oxidación del producto (Wirth, 1992).

### **3.5.4. INGREDIENTES Y ADITIVOS. FUNCIONES**

#### ***3.5.4.1. Ingredientes***

- Carnes: Proveniente de porcino, de aves y de bovinos (COVENIN 0412:2005).
- Grasa: Proveniente de porcino, bovino y aves (COVENIN 0412:2005).
- Sal comestible: Según Wirth (1992) las sales influyen sobre la hidratación, es decir, al aumentar la concentración de sal las proteínas se imbiben por agua que retienen.
- Azúcares: Tales como: Maltosa, Sacarosa, Fructosa, Dextrosa, Maltodextrina. García *et all*(1999), afirman que contrarrestan los sabores salados, ácidos y sabores desagradables que puedan generar del resto de los ingredientes y aditivos, con ello se mejora el sabor del producto final.
- Productos proteínicos: Los más utilizados en la elaboración de salchichas son leche entera en polvo, descremada o semidescremada, suero de leche en polvo, caseinatos, albúmina y productos proteínicos vegetales para consumo humano.
- Especies y condimentos: Tienen como finalidad intensificar el sabor del producto final, mejoran la digestión, además de otros efectos sobre el funcionamiento fisiológico del hombre (Carballo; *et all.*, 2001).

#### **3.5.4.2 Aditivos**

- Gelificantes, espesantes e hidrocoloides: Belitz y Grosch (1997) señalan que son compuestos polisacáridos que inhiben la cristalización, aumentan la viscosidad en disoluciones y son importantes auxiliares en la preparación, conservación y estabilización de los alimentos
- Nitrito y/o Nitrato de Sodio y/o Potasio: Garcia *et al.* (1999), expresan que contribuyen a mejorar el sabor, la textura y también tienen acción antimicrobiana, especialmente junto al cloruro de sodio.
- Fosfatos de sodio y/o potasio: Influyen positivamente sobre la capacidad de retención de agua (CRA), aumentan la solubilidad de las proteínas que están en estado insoluble, secuestran los iones metálicos que funcionan como catalizadores de la oxidación y también aumentan el pH, disminuyendo así la acidez de la carne (Stalik, 2002).
- Ácido acético y sus sales sódicas: Influyen directamente sobre el color, se adicionan como agentes reductores para disminuir la concentración de nitritos necesaria para lograr un adecuado color rosa (Coulter, 1984).
- Ácido láctico y sus sales: Son considerados conservadores naturales, prolongan la vida de los embutidos y no afecta su sabor (Stalik, 2002).
- Colorantes naturales y derivados.
- Carmin (cochinilla) y Cúrcuma. Influyen sobre el atractivo visual del producto al que está acostumbrado el consumidor.

#### IV. ANTECEDENTES

La aplicación del control estadístico de procesos en la industria de alimentos es bastante amplio, encontrándose información que reporta el uso de herramientas clásicas así como de métodos algo más sofisticados o una combinación de ellos, pero en cualquiera de los casos con el enfoque invariable de la planificación, el control y la mejora continua de la calidad expreso en la conocida trilogía de Juran.

Un ejemplo de ello es el trabajo de Fermin, *et.all.*, (2009), quienes implementaron el Control Estadístico de Procesos Multivariados (CEPM), para lograr reducciones significativas en la variación del espesor de las hojuelas de maíz y poder obtener harinas precocidas dentro de los estándares de calidad. En esta investigación se concluyó que el flujo de hojuelas era la variable problemática, pues un incremento en el flujo de endospermo y por ende de la producción de hojuelas afecta la variable expansión, al tardar menos tiempo el producto en cocción. Al analizarse las gráficas de laminaciónse evidenció que las variables que incidían sobre el espesor de las hojuelas eran la presión de los rodillos y la humedad en el endospermo.

Maldonado y Graziani (2007), aplicaron algunas herramientas de CEP para estudiar el estado dela variable peso neto en un producto cárnico enlatado y evaluar la

influencia de los factores definidos en el proceso operativo sobre dicha variable. La investigación permitió identificar problemas con el peso neto, mediante el uso de cartas de control, histogramas y el cálculo de índices de capacidad de procesos, reportando un 58% de las observaciones fuera de las especificaciones (49% con problemas de sobrepeso y 9% con problemas de bajo peso), y una consecuente falta de capacidad del proceso, expresada en un Cpk de 0,004. Para la identificación de las posibles causas asociadas al sobrepeso reportado, estos autores recurrieron a diagramas causa-efecto y técnicas de grupos nominales, y desarrollaron un plan preventivo a través de un Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF), de mantenimiento.

Adicionalmente, Srikaeo, K. *et al.*, (2005), caracterizaron el proceso de cocción de galletas a base de trigo mediante la aplicación de técnicas estadísticas de control de procesos, tales como histogramas, graficas de control, estudios de capacidad de proceso y de repetibilidad y reproducibilidad. Las variables estudiadas incluyeron las variables de producción de materias primas (proteína del trigo y contenido de humedad) y las variables de producto (resistencia de las galletas a la rotura, grado de humedad y espesor de la galleta), siendo dichas variables evaluadas a nivel de las tres líneas de producción de la planta. El histograma de frecuencia demostró que los datos de las variables estudiadas no seguían una distribución normal y los gráficos de control indicaron que las variables proteína del trigo y contenido de humedad no estaban bajo la condición de control estadístico. El estudio mostró que a

excepción del “contenido de humedad del trigo”, el proceso no es capaz, y en particular hubo una gran variación en el grosor de la galleta. También se pudo determinar que las variaciones en la proteína del trigo y el contenido de humedad se debían a fallas del operador con una condición de reproducibilidad del 92,21% y 98,84% respectivamente.

Zarramera (2003), evaluó las pérdidas físicas en las cantidades de material de envoltura y empaque que se originaron en el proceso de fabricación de productos embutidos tales como salchichas y mortadelas, mediante la aplicación de diagramas causa – efecto y gráficas de control. Entre los resultados obtenidos estuvo concluir que la mayoría de las fallas asociadas a las pérdidas se debían a deficiencias en el almacenamiento, manejo de los materiales y a fallas en los equipos debido a la imprecisa calibración y desconocimiento de la adecuación de éstos al proceso productivo. El estudio reveló que las pérdidas en los materiales de envoltorio (tripas) durante el embutido de salchichas oscilaban entre 2,12% y 7,42% y en el caso de embutido de mortadela 0,81%. En el empaque de salchichas las pérdidas (laminados) oscilaron entre 5,77% y 18,52%, siendo las operaciones de llenado y sellado en donde se presentaron la mayor frecuencia de fallas. Se seleccionaron algunos criterios para la reducción de las pérdidas tomando en consideración aspectos de la norma ISO 9000-2000, como lo son el control de los procesos y los principios de trazabilidad.

Giallongo(2000), ha empleado y destacado la importancia que tiene el CEP a nivel de la agroindustria, específicamente en la elaboración de mayonesas, habiendo realizado un ensayo donde logró medir la capacidad del proceso productivo a través del cálculo de los índices de habilidad potencial del proceso ( $C_p$ ) y de habilidad real del proceso ( $C_{pk}$ ), encontrándose que para las características de calidad torque de la tapa, viscosidad del producto y peso del contenido del envase de mayonesa, los valores de dichos índices fueron respectivamente:  $C_p= 2,24$  y  $C_{pk}= 2,17$ ;  $C_p= 3,59$  y  $C_{pk}= 3,49$ ;  $C_p= 3,30$  y  $C_{pk}= 2,66$ , respectivamente; valores éstos que demostraron la capacidad y habilidad del proceso. Del mismo modo, se detectaron las causas de variación que afectaban dicho proceso y los puntos en los cuales fue necesario realizar modificaciones para disminuir las pérdidas, a través de herramientas estadísticas como el diagrama causa efecto, histogramas de frecuencia y las gráficas de control. La aplicación de estas herramientas permitieron identificar como operaciones críticas del proceso, el llenado (variaciones de peso y viscosidad), tapado (ocurrencia de problemas con las tapas) y sellado (ocurrencia de problemas al momento del torque de la tapa).

Grigg, N. *et.all* (1998), desarrollaron un estudio de caso con la finalidad de difundir entre los fabricantes de alimentos la importancia que tiene el uso del control estadístico de procesos y la sencillez con la cual puede ser aplicado. Para tal fin lo emplearon en una línea de empacado de pescado evaluando y controlando el comportamiento de la variable “peso” para así cumplir con los lineamientos

establecidos en el Código de Orientación Práctica para los empaquetadores de productos alimenticios del Departamento de Industria y Comercio (DIC) establecido en Europa desde 1979. Con el objetivo de prevenir los costos generados por la mala calidad de los empaques con bajo peso o con sobre peso, se calculó la variabilidad del sistema de control de peso de una línea empaquetadora mediante el cálculo del rango “R” y se elaboraron gráficas de control de media y rango en una línea de producción de un mediano fabricante empaquetador de pescado de Escocia. La prueba se centró en empaques de 350gr de peso cuya variación inicial, según lo establecido en el DIC, se encontraba por encima del 2,5% de paquetes con bajo peso ( $<339,5\text{gr}$ ) y en igual proporción para paquetes con sobre peso ( $> 352,76\text{gr}$ ). El proceso de empacado logró ser centrado con respecto a los límites de especificación definidos para el peso de los empaques mediante la aplicación de gráficas de control, y con ello se alcanzó el cumplimiento de los estatutos judiciales contemplados en el DIC.

## **V. METODOLOGÍA**

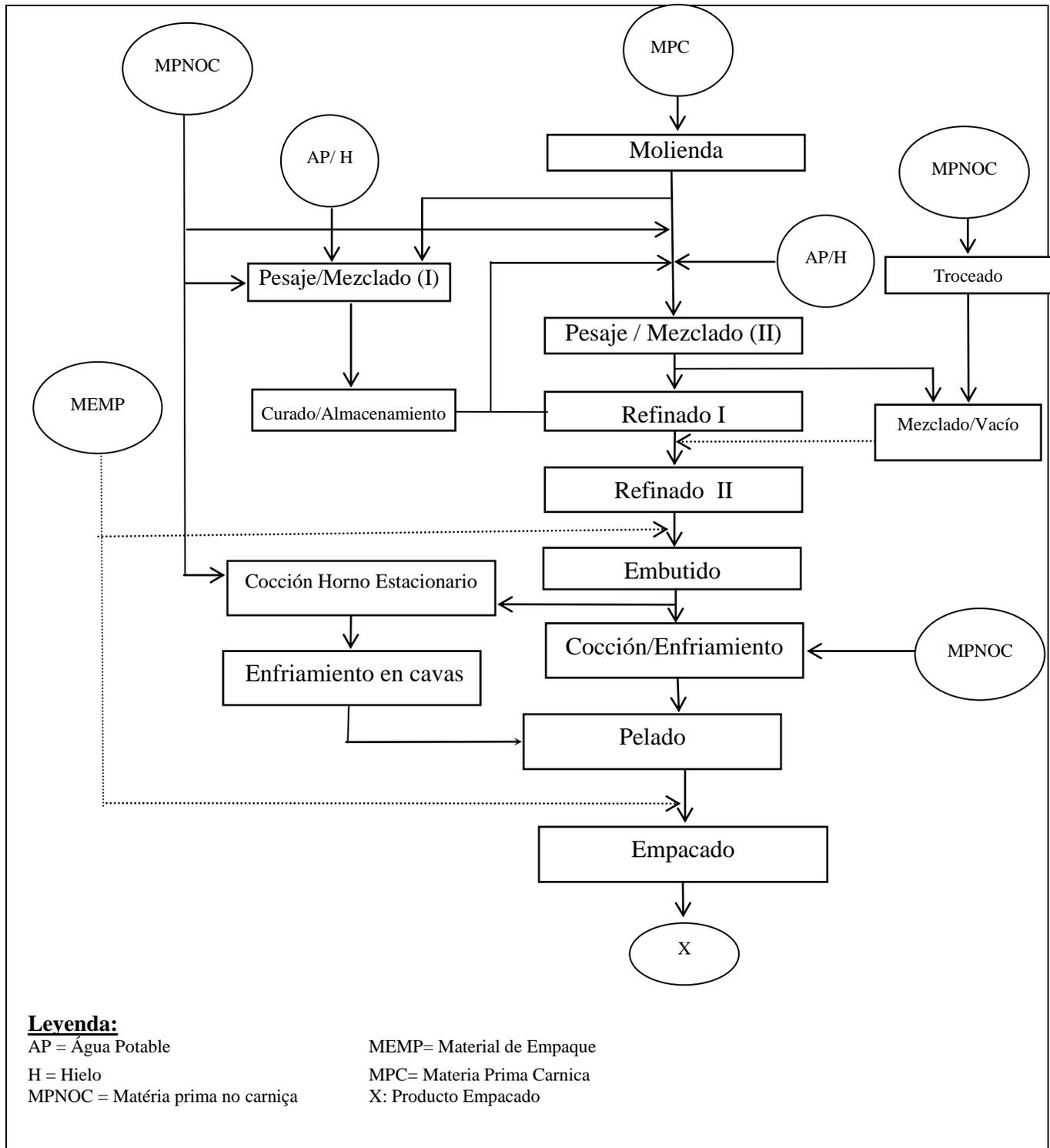
### **5.1. LUGAR DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

El estudio se realizó en una empresa procesadora de productos cárnicos, ubicada en la Carretera Nacional Cagua-La Villa, Estado Aragua.

### **5.2. CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EVALUADAS**

Con base al diagrama de flujo del proceso facilitado por la empresa (figura 2), y a los requerimientos expresados por ésta en lo que respecta a las características de calidad que demandaban ser evaluadas en esta investigación, resultó el listado siguiente:

1. Tiempo de permanencia en cava de la mezcla.
2. Temperatura de antes y después del refinado.
3. Pesode las salchichas
4. Longitud de las salchichas
5. Diámetro de las salchichas



**Figura 2.** Diagrama de Flujo de la elaboración de salchicha presentado por la empresa **Fuente:** Empresa Procesadora de Productos Cárnicos, 2011.

Adicionalmente se evaluó como sexta característica de calidad el diferencial entre la temperatura antes y después del refinado en virtud de la estrecha relación que existen entre estas temperaturas, conociendo que los valores de temperatura que tenga la mezcla cárnica antes del refinado dependen a su vez de las temperaturas con las que llegaron las materias primas al área de pre-pasta y al tiempo que haya permanecido almacenada dicha mezcla en la cava de almacenamiento, impactando esto en el embutido de la mezcla cárnica y la calidad organoléptica de la salchicha.

### **5.3. TOMA DE DATOS**

La investigación se realizó a partir de la observación “*in situ*” del proceso de elaboración de salchicha en una empresa procesadora de productos cárnicos que abastece parte mayoritaria del mercado nacional, recolectando los datos requeridos para el montaje de las gráficas de control y los histogramas de frecuencia, durante los dos turnos de trabajo en la empresa: el diurno (comprendido entre las 6 am y las 2 pm) y el nocturno (entre las 2 pm y las 10 pm), para ambos productos evaluados: salchicha superior y salchicha económica, las dos en presentación de 800g. La toma de muestra se realizó por turno, por producto y por característica de calidad, en aquellas fases del proceso donde existen especificaciones de dichas características.

#### **5.4. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD QUE AFECTAN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO CÁRNICO TIPO SALCHICHA SUPERIOR Y ECONÓMICA.**

Para el análisis del comportamiento de las características de calidad se emplearon gráficos de control, los cuales fueron usados en la evaluación de las cinco características de calidad consideradas en la investigación: tiempo de permanencia en cava de la mezcla, temperatura de la mezcla antes y después del refinado, peso, longitud y diámetro de las salchichas. Estas características pueden medirse y expresar su medición en una escala continua, por lo cual se emplearon gráficos de control para variables (Gutierrez, 2005), y dentro de éstos se emplearon cartas de  $\bar{X}$ - $R$  y  $\bar{X}$ - $s$  para la evaluación de la tendencia central, la dispersión y desviación estándar muestral, respectivamente (Montgomery, 2004).

El número de observaciones por subgrupo ( $n$ ), fue de cinco, con base a lo expuesto por Evans y Linsay (2005), quien afirma que en la práctica se ha descubierto que las muestras de aproximadamente cinco elementos funcionan bien para detectar los cambios en los procesos de dos desviaciones estándar o más, siendo que los gráficos de control en la presente investigación son diseñados tomando como límites de control tres desviaciones estándar por encima y por debajo de la media del proceso.

El número de subgrupos ( $k$ ) fue calculado en base a las frecuencias de muestreo empleadas, según el método del momento justo o del instante, citado por Besterfield (1994), para la escogencia del subgrupo racional. Siendo que estas frecuencias de muestreo variaron para cada característica de calidad a ser evaluada, tomando en cuenta factores tales como los tiempos de ejecución de las operaciones involucradas y otros como los que se listan a continuación:

- El peso aproximado de la mezcla cárnica dentro de cada tanque empleado en el proceso es de 800 kg.
- En la planta, cada hora se realiza el traslado de los tanques contentivos de la mezcla cárnica desde la cava de conservación hasta el área de refinado.
- El proceso de refinado de un tanque contentivo de mezcla cárnica se tarda 45 minutos en llevarse a cabo.
- El proceso de embutido de un tanque contentivo de mezcla cárnica se tarda 1 hora y el tiempo de recolección de una muestra de tamaño  $n=5$  fue de 8 a 10 minutos aproximadamente (para las cartas  $\bar{X}-R$ ), y el tiempo de recolección de una muestra de tamaño  $n=10$  fue de 15 a 20 minutos (para las cartas  $\bar{X}-s$ )

En función a ello, la forma cómo se tomaron las muestras en el estudio para la construcción de las cartas de  $\bar{X}-R$  y  $\bar{X}-s$  (que a su vez fue la misma data con la que se construyeron los histogramas de frecuencia), en cuanto a: número de subgrupos ( $k$ ), tamaño de los subgrupos ( $n$ ) y la frecuencia de muestreo ( $f$ ), se define a continuación:

- Para la característica de calidad **“Tiempo de permanencia de la mezcla en cava”**:

K= 40 Por turno de trabajo (las muestras comenzaron a tomarse a los 10 minutos de haberse iniciado cada turno de trabajo con frecuencias de muestreo de 1 hora, de acuerdo a los procedimientos de la planta)

n = 5

f = 1 hora

Tiempo = cinco días (Lunes a Viernes)

- Para la característica de calidad **“temperatura de la mezcla antes y después del refinado”**:

K = 40 Por turno de trabajo (las muestras comenzaron a tomarse a los 10 minutos de haberse iniciado cada turno de trabajo con frecuencias de muestreo de 45 minutos, de acuerdo al tiempo de ejecución del proceso de refinado)

n = 5 (Cada muestra incluye valores obtenidos en diversos puntos de un mismo tanque con mezcla)

f = 45 min

Tiempo = cinco días (Lunes a Viernes)

- Para la característica de calidad **“peso de las salchichas”**:

K = 40 Por turno de trabajo (las muestras comenzaron a tomarse a los 10 minutos

de haberse iniciado cada turno de trabajo con frecuencias de muestreo de 1 hora, de acuerdo al tiempo de ejecución del proceso de embutido)

$$n = 5$$

$$f = 1 \text{ hora}$$

Tiempo = cinco días (Lunes a Viernes)

- Para las características de calidad **“longitud y diámetro de las salchichas”**:

$K = 32$  Por turno de trabajo (las muestras comenzaron a tomarse a los 10 minutos de haberse iniciado cada turno de trabajo con frecuencias de muestreo de 1 hora, de acuerdo al tiempo de ejecución del proceso de embutido)

$$n = 10$$

$$f = 1 \text{ hora}$$

Tiempo = cinco días (Lunes a Viernes)

Las observaciones tomadas fueron asentadas en los formatos para captura de datos correspondientes a los anexos A y B, y se cargaron y procesaron para la elaboración de las respectivas cartas de control, con el paquete estadístico STATGRAPHICS Plus 5.1.

## **5.5. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESTABLECIDAS EN UNA PLANTA PROCESADORA DE PRODUCTOS CÁRNICOS, EN LOS PROCESOS DE ELABORACIÓN DE**

## **SALCHICHAS TIPO SUPERIOR Y ECONÓMICA, BAJO EL SUPUESTO DE ESTABILIDAD DE ÉSTOS.**

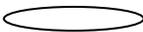
Con los datos recabados para la construcción de las cartas de control para cada una de las características de calidad mencionadas, se procedió a elaborar los respectivos histogramas de frecuencia a fin de describir gráficamente la distribución de la data, reconocer y analizar sus patrones de comportamiento, como posibles indicadores de problemas en el proceso y como herramienta para facilitar el diseño de planes correctivos (centrado del proceso, dispersión y patrones especiales de comportamiento de la data).

### **5.6. IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE LAS CAUSAS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD QUE GENERAN NO CONFORMIDADES EN PRODUCTOS CÁRNICOS TIPO SALCHICHAS SUPERIOR Y ECONÓMICA**

El estudio requirió de la descripción detallada de cada uno de los pasos del proceso, desde la recepción de la materia prima hasta el área de empaçado; lo que se hizo mediante el diseño de un diagrama de flujo construido de acuerdo a las pautas dictadas por la American Society of Mechanical Engineers (ASME), cuya simbología se describe en el Cuadro 2.

La referida descripción se realizó a través de la observación sistemática y directa del proceso con la asistencia de personal calificado de la empresa como el Jefe de Producción y los Supervisores del área, y el documento interno de descripción de procesos.

**Cuadro 2.** Descripción de la simbología utilizada en el diagrama de flujo

Símbolo	Significado
	Inspección
	Punto de verificación o decisión
	Conector
	Punto de almacenamiento
	Retraso o espera
	Actividad u operación
	Inicio o fin de un proceso

**Fuente:** ASME, 2006

Seguidamente y con la finalidad de determinar las causas potenciales asociadas a la variación de cada una de las características de calidad sometidas a estudio, se procedió a construir para cada una el respectivo diagrama causa-efecto, por el método de las 6M's, explicada por Juran y Gryna (1993) y Gutiérrez (1997). Para ello se debió convocar al jefe del área, cinco supervisores y cuarenta y cuatro obreros (veinte y dos por turno), a una sesión de técnica de grupo nominal (TGN) en la que cada participante procedió a listar todas las posibles causas relacionadas a cada una de las

características de calidad y asignarle seguidamente un peso ponderado a cada causa de acuerdo a su experiencia y conocimiento del proceso (Brocka y Brocka, 1994).

De esta manera, con el listado de causas se procedió a agruparlas según éstas pertenecieran a cada una de las categorías definidas en el método de las 6M's y construir el diagrama de causa-efecto.

Una vez definidas estas causas, se procedió a priorizarlas a través de los correspondientes diagramas de Pareto, empleando para ello las importancias ponderadas que los participantes le asignaran a las distintas causas en la sesión de TGN (Brocka y Brocka, 1994).

## **5.7. FORMULACIÓN DE UN PLAN DE ACCIÓN ORIENTADO A CORREGIR O MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD QUE AFECTAN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO CÁRNICO TIPO SALCHICHAS SUPERIOR Y ECONÓMICA.**

Para la formulación del plan de acción encaminado a mejorar el desempeño de las características de calidad bajo estudio, se procedió con fundamento en la metodología propuesta por el Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior de Planes de Mejoramiento Continuo (2003), adaptándola de acuerdo a la

naturaleza del proceso bajo estudio. En función a ello se procedió de acuerdo a la fase del diseño del plan de mejora tal cual se explica a continuación:

### **Diseño del Plan de mejoramiento**

#### **Componentes del Plan de mejoramiento:**

**Debilidad o necesidad:** Carencia de energía en las cualidades del ánimo. Manifestación natural de sensibilidad interna que despierta una tendencia a cumplir un acto o a buscar una determinada categoría de objetos (Océano, 1998). Las debilidades debieron ser expresadas con claridad y sencillez en qué consistió cada una.

**Objetivo:** Estado del sistema que se pretende alcanzar (o que se alcanzaría) al superar las debilidades actuales.

**Acciones:** Actividades y tareas que persiguen reducir la brecha entre la situación actual y la deseada. En el plan de mejoramiento se incluyen las acciones que en la primera etapa fueron catalogadas como factibles de lograr. Si la actividad tuvo un nivel de complejidad que ameritó subdividirla en acciones más sencillas, denominadas tareas, para lograr alcanzarla.

**Indicadores:** Para su definición se tuvo presente la necesidad de que éste permitiera ser manejado como muestras observables de que se avanza hacia el objetivo deseado, o que demuestran que el objetivo se ha alcanzado. Para cada indicador se debió especificar la fecha y el responsable, y la cantidad y calidades de lo que se va a alcanzar.

**Formato del plan de mejora:**

Se utilizó una matriz horizontal donde fue posible observar la relación directa entre cada uno de los componentes (Cuadro 3), pudiendo plantearse el objetivo por alcanzar para cada uno de ellos.

**Cuadro3** Matriz del Plan de Mejora.

Componente:						
Objetivo:						
Debilidad o necesidad	Acciones		Indicadores	Fuente de verificación	Fecha	Responsable
	Actividades	Tareas				

**Fuente:** SINAES, 2003.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis del comportamiento de cada una de las características de calidad evaluadas mostró una condición fuera de control estadístico “en todas las gráficas de control construidas” durante los dos turnos de trabajo y las dos clases de salchichas. Debido a la condición de inestabilidad detectada para cada una de las características de calidad bajo estudio, no fue posible realizar la verificación de cumplimiento de las especificaciones técnicas establecidas por la planta procesadora de las salchichas a través de la construcción de histogramas de frecuencia. Sin embargo, estos gráficos de barra fueron elaborados sin la inserción de los límites de las especificaciones establecidos para cada característica de calidad con la finalidad de evaluar aspectos importantes sobre la conducta de las observaciones y sus tendencias.

Los histogramas arrojaron gráficas asimétricas para la mayoría de las características de calidad evaluadas, con tendencias a que una fracción de las observaciones escaparan de las especificaciones, lo cual ocurrió prácticamente en ambos turnos y para ambas clases de salchicha; a excepción del diámetro de la salchicha superior durante el segundo turno y los diferenciales de la temperatura de la mezcla en la salchicha superior “primer turno” y salchicha económica “segundo turno”, cuyos histogramas presentaron cierta simetría y los rangos de las

observaciones expresaron disposición a mantenerse dentro de la amplitud de las respectivas especificaciones.

A continuación se presentan en forma detallada los resultados obtenidos en el desarrollo de los objetivos específicos números 1 y 2, desglosados por producto (tipo de salchicha), turno de trabajo y característica de calidad.

### **6.1 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD QUE AFECTAN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO CÁRNICO TIPO SALCHICHA SUPERIOR Y ECONÓMICA.**

Se realizó a través de la construcción de cartas de control, según se describe a continuación:

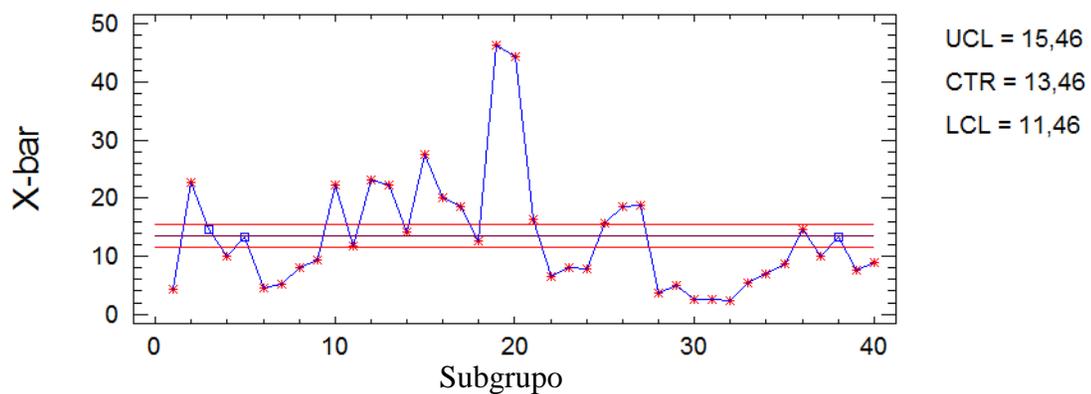
#### **SALCHICHA SUPERIOR**

- **Tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno.**

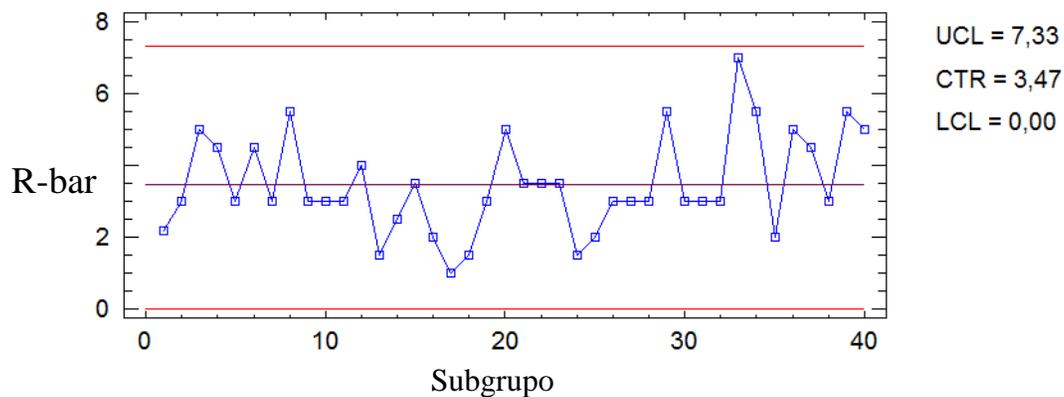
Las figuras 3 y 4 presentan las cartas de control  $\bar{X}$  y R, respectivamente, para la característica tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha superior en el primer turno. En la figura 4 se pueden apreciar todos subgrupos dentro de los

límites de control y sin mostrar ningún patrón referencial a causas asignables, lo cual permite interpretar la carta de  $\bar{X}$ . Esta condición de control estadístico en cuanto a la variabilidad de las observaciones permite confirmar en base a la amplitud de las especificaciones (de 0 a 12 horas) que la variabilidad para este proceso es relativamente pequeña, pudiendo oscilar entre 0 y 8 horas, promediándose en poco menos de 3,5 horas.

La carta de medias expresada en la figura 3 evidencia que el proceso está fuera de control estadístico reportando treinta y dos de los cuarenta puntos fuera de los límites de control del proceso, ratificándose la condición de inestabilidad en lo que respecta a los tiempos promedios de permanencia en cava de la mezcla para la elaboración de las salchichas superior durante este turno.



**Figura 3.** Carta de  $\bar{X}$  para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno.

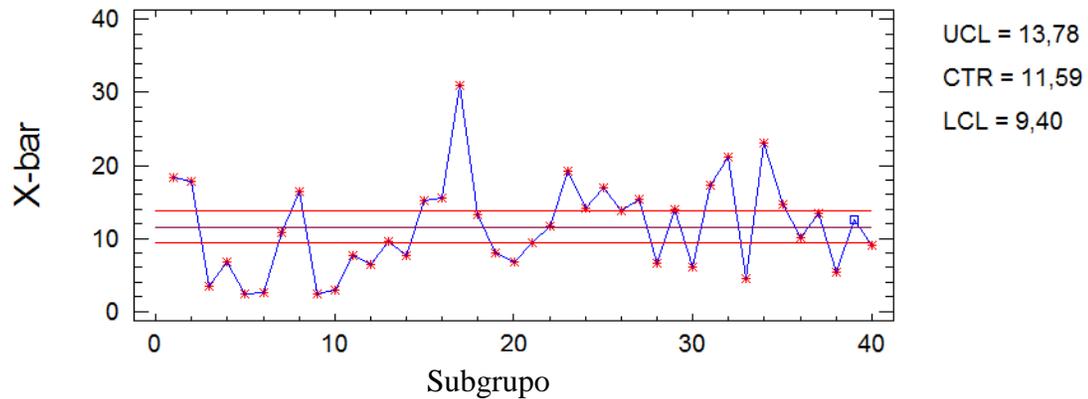


**Figura 4.** Carta de R para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno

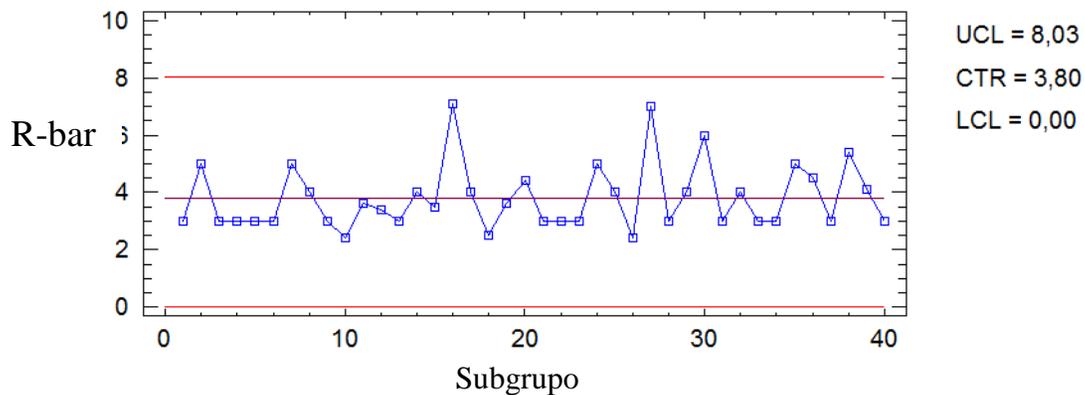
- **Tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno**

En las cartas de control  $\bar{X}$ -R correspondientes a la característica tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha superior referente al 2<sup>do</sup> turno, se puede apreciar en la carta de rangos la ausencia de patrones sistemáticos en la distribución de las observaciones que pudieran asociarse a la presencia de causa especiales, confirmando de este modo que la mencionada característica de calidad se encuentra bajo control estadístico en cuanto a la variabilidad de las observaciones, pudiéndose concluir en base a la amplitud de las especificaciones (de 0 a 12 horas) que la variabilidad para este proceso es relativamente pequeña, oscilando entre 0 y 8 horas, promediándose en poco menos de 4 horas el tiempo que permanece la mezcla en la cava. (ver figura 5)

Al igual que para el 1<sup>er</sup> turno, la carta de medias evidencia que la medida de la tendencia central está fuera de control estadístico reportando veinte y nueve puntos fuera de los límites de control del proceso.



**Figura 5.** Carta de  $\bar{X}$  para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno



**Figura 6.** Carta de R para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno.

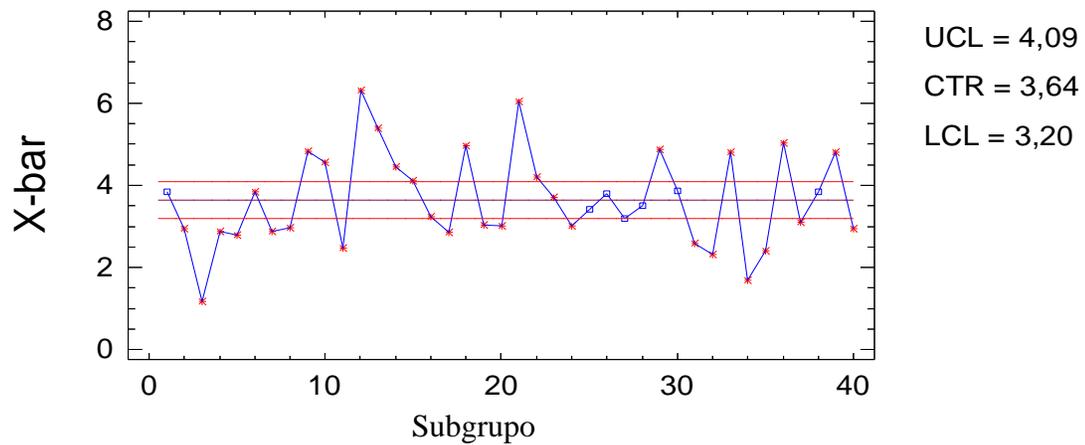
Del análisis de este grupo de gráficas de control se puede inferir la necesidad de orientar las acciones correctivas hacia la búsqueda de la estabilidad y centrado de la

tendencia central o valores promedios de esta característica de calidad en ambos turnos, más que a disminuir su variabilidad.

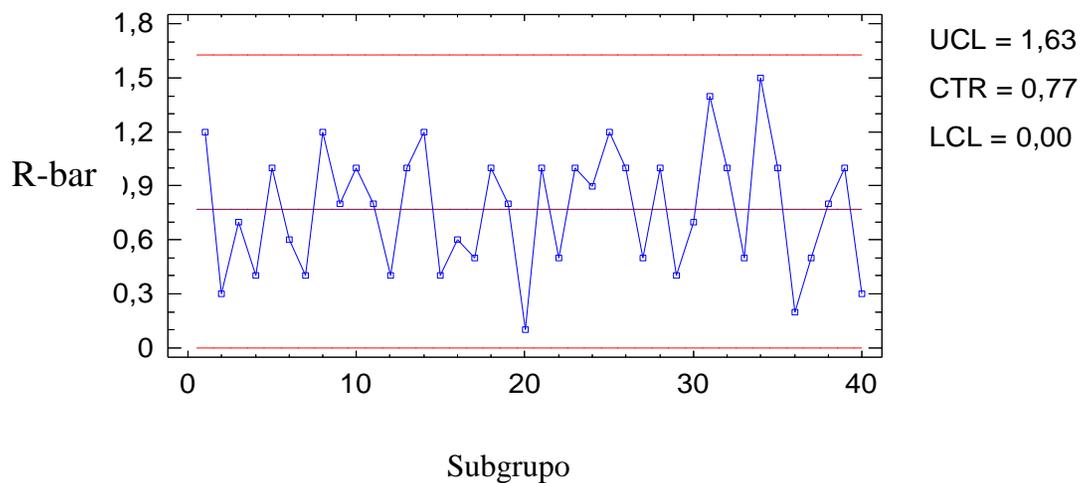
- **Temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno**

Como se puede observar en la figura 8, correspondiente a la carta de rangos para la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno, los cuarenta subgrupos de rangos se encuentran dentro de los límites de control y sin mostrar ningún patrón referencial a causas asignables. Cabe destacar que para esta característica de calidad evaluada, el límite inferior de especificación es de 0 °C y el superior es de 4 °C; de lo que se concluye que en este caso la variabilidad es bastante pequeña, encontrándose entre 0 y 1,63 °C con un valor promedio de 0,77 °C.

Sin embargo, al inspeccionar la carta de medias (figura 7) se reportan veinte y nueve puntos fuera de los límites de control, convirtiendo el comportamiento de la tendencia central en un proceso inestable con problemas importantes de centrado respecto a las especificaciones.



**Figura 7.** Carta de  $\bar{X}$  para la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha superior 1<sup>er</sup> turno.



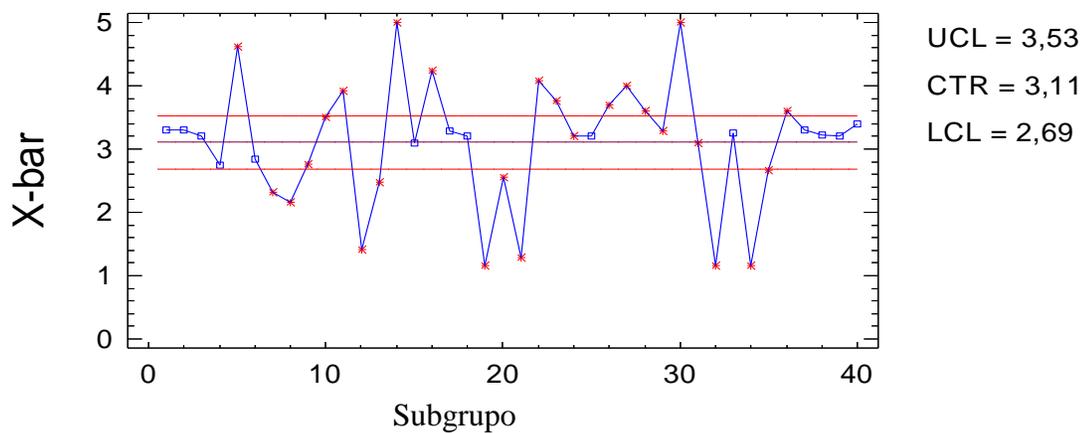
**Figura 8.** Carta de R para la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno.

- **Temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno**

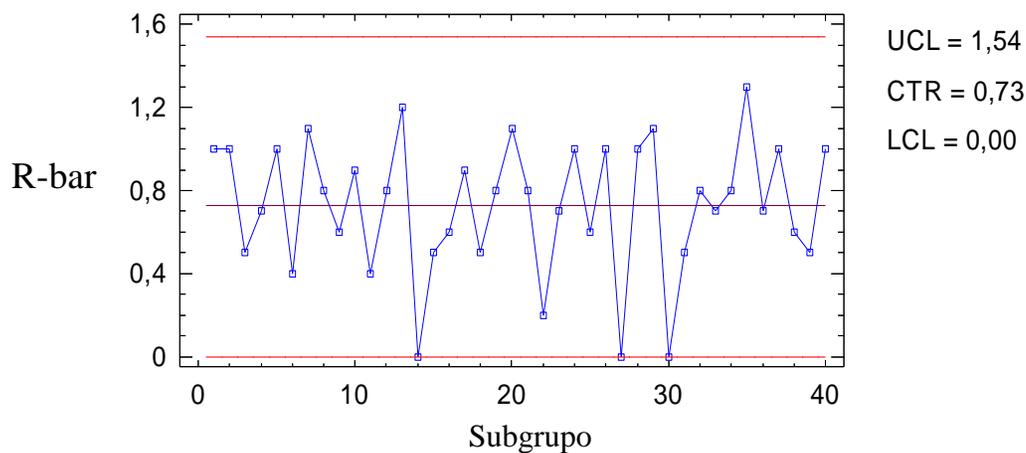
La figura 10 muestra una carta de rangos que expresa una variabilidad estable de esta característica de calidad. Aun cuando Gutiérrez (1997), expresan la

inconveniencia de comparar los límites de especificación con la de los límites de control a fines de evaluar la capacidad de un proceso, debiendo estrictamente hacerse esta comparación entre los límites de especificación y los límites naturales de la característica de calidad, la primera de estas comparaciones (límites de control y límites de especificación), puede ser de utilidad para analizar la magnitud de la variación de la característica y si es necesario abocarse en el plan de mejora a reducirla de manera prioritaria o no, siendo que los límites de control son una estimación de la variación natural de ésta (Groover, 1997). En función a ello se puede apreciar en la carta de rangos como la variación de la característica de calidad bajo estudio no solo es estable sino pequeña (entre 0 y 1,54 °C) respecto a la amplitud de las especificaciones (0 – 4 °C).

En cuanto a los valores promedios graficados de las temperaturas de la mezcla cárnica antes del proceso de refinado en la elaboración de salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno, en la figura 9 se puede observar una condición fuera de control estadístico evidenciada por la presencia de veinte y un observaciones que escapan de los límites de control.



**Figura 9.** Carta de  $\bar{X}$  para la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno.



**Figura 10.** Carta de R para la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno.

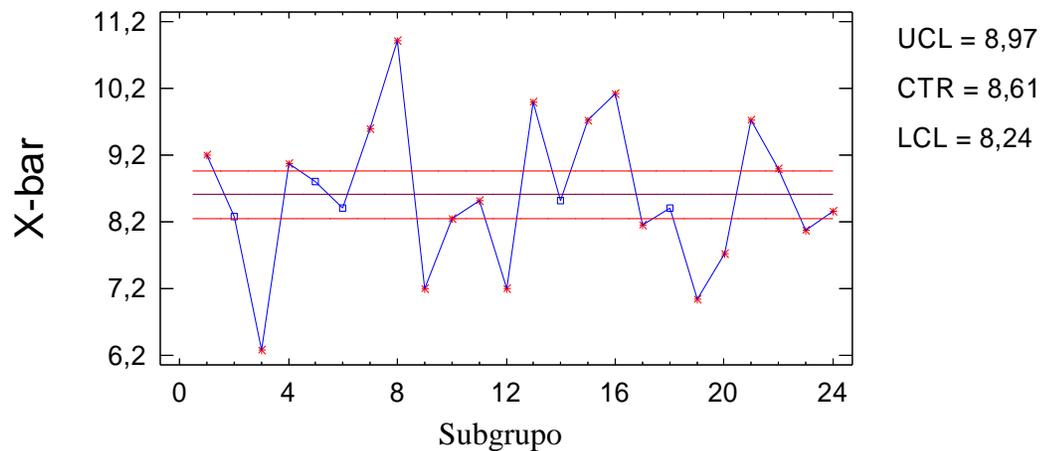
Al igual que para la primera característica de calidad evaluada, el análisis de las respectivas cartas de control conducen a pensar en la necesidad de orientar las acciones correctivas hacia la búsqueda de la estabilidad y centrado de los valores promedios de las temperaturas de la mezcla cárnica antes del proceso de refinado en

la elaboración de salchicha superior, en ambos turnos, más que a disminuir la variabilidad.

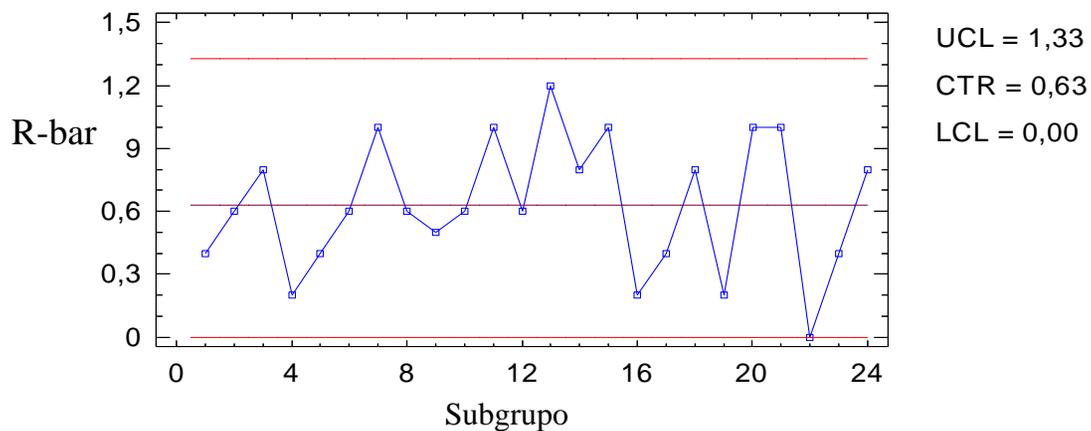
**- Temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno**

En una primera toma de datos para esta característica de calidad se obtuvo una carta de rangos que delató un fuera de control , por lo que se procedió a identificar y eliminar las causas asignables para una segunda toma de datos con los que fueron construidas las cartas de medias y rangos correspondientes a las figuras 11 y 12, respectivamente, todo ello en acuerdo a lo expuesto por Groover (1997) quien plantea la conveniencia de controlar la variabilidad antes de construir la carta de medias, si la carta R muestra que ésta se encuentra fuera de control.

Al interpretar el comportamiento de la carta de medias para esta característica de calidad puede verse que hay un total de diez y siete subgrupos que se encuentran fuera de los límites de control e identificándose una tendencia al incremento de la temperatura de la mezcla al final de cada turno (un turno comprende 8 subgrupos). Esta tendencia al alza en la temperatura al final de cada turno es atribuible al número de horas continuas laboradas del equipo refinador.



**Figura 11.** Carta de  $\bar{X}$  para la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno.



**Figura 12.** Carta de R para la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno.

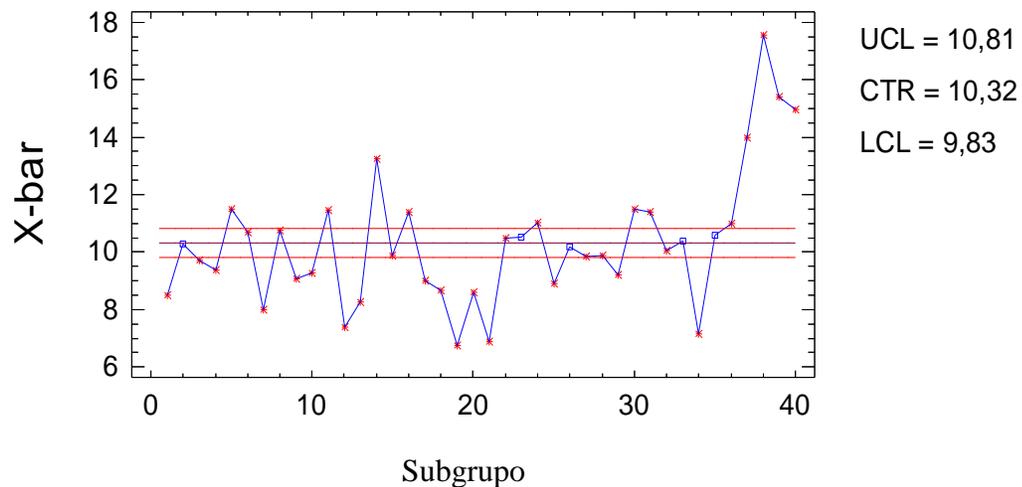
- **Temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno**

Encontrándose los valores de los rangos dentro de los límites de control (figura 14) podemos observar que en la carta de medias (figura 13) existe un total de veinte y

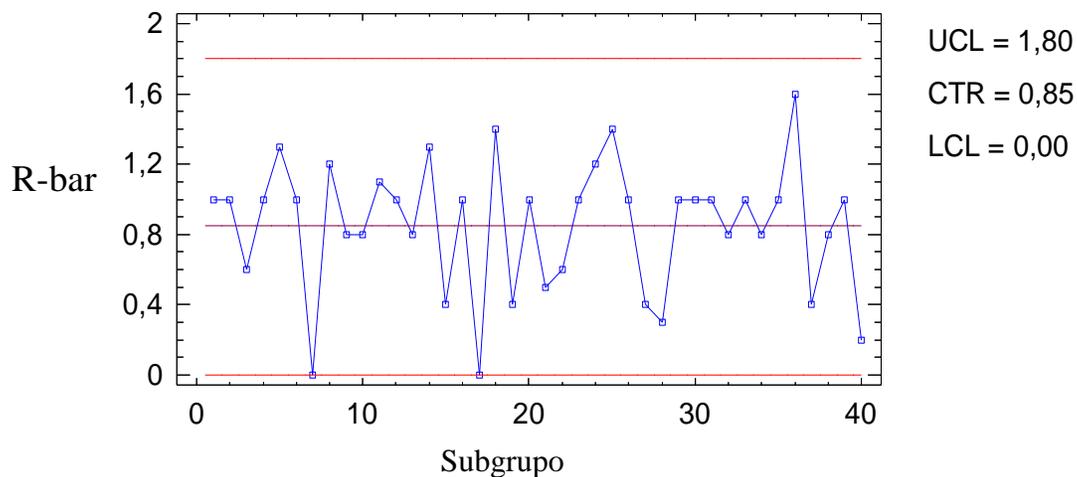
ocho subgrupos que se encuentran fuera de los límites de control siendo atribuibles a la relación de dependencia existente entre esta característica de calidad y la temperatura de la mezcla antes del refinado, es decir, los promedios de las temperaturas a la salida del proceso del refinador van a ir en aumento a medida que los promedios a la entrada del proceso sean elevados también.

Adicionalmente se puede constatar en esta misma carta la tendencia al alza de las temperaturas promedios después del refinado en aquellos subgrupos ubicados al final de cada día, lo que puede deberse a que tal y como se explicó en la figura 11, el número de horas continuas de uso del equipo refinador en conjunto con la falta de cumplimiento del programa de mantenimiento del equipo (el cual contempla la limpieza del mismo entre un turno y otro y cada vez que lo amerite por atasco y/o aumento de la temperatura de la mezcla) origina que el refinador aporte un calor adicional a la mezcla cárnica.

Del mismo modo, se hace evidente un incremento significativo de la temperatura de la mezcla a la salida del refinador para los últimos cuatro subgrupos de la figura 13, estando ello relacionado con la ocurrencia de una obstrucción parcial de la boquilla de salida en la que están ubicados los discos refinadores, lo que pudo ser constatado al abrir el refinador una vez terminado el turno de ese día viernes, en el que el personal que lo manipula no le aplicó el mantenimiento adecuado y correspondiente al caso.



**Figura 13.** Carta de  $\bar{X}$  para la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno.



**Figura 14.** Carta de R para la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno.

- **Diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno**

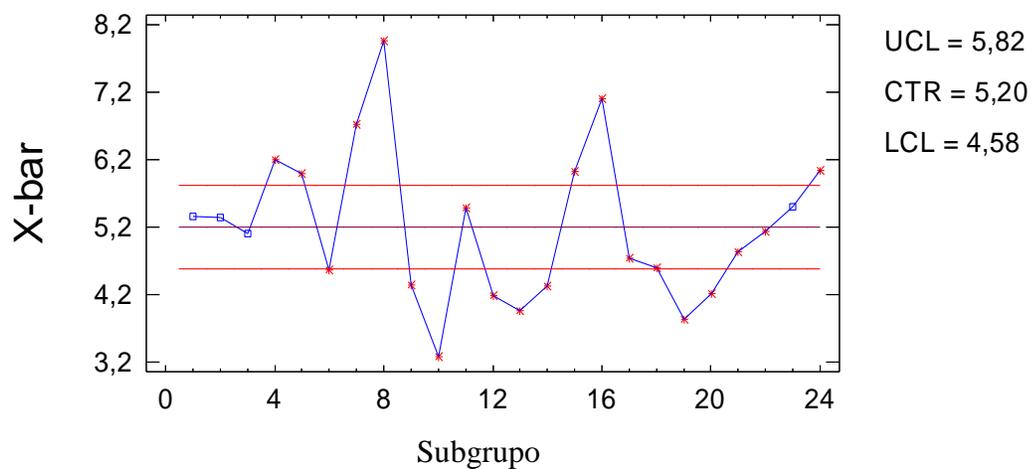
La figura 16 muestra los rangos para los diferenciales de temperatura antes y después del refinado de la mezcla cárnica destinada a la elaboración de salchicha

superior durante el 1<sup>er</sup> turno. En ella se aprecia que la variabilidad para esta característica de calidad se encuentra bajo control estadístico y adicionalmente es pequeña al compararla con el margen de tolerancia de las especificaciones (de 0 a 10°C). Es importante resaltar que temperaturas de la mezcla mayores a 14°C provocarían el rompimiento de la emulsión cárnica afectando las propiedades organolépticas del producto final, sin impactar significativamente las características de calidad estudiadas en esta investigación.

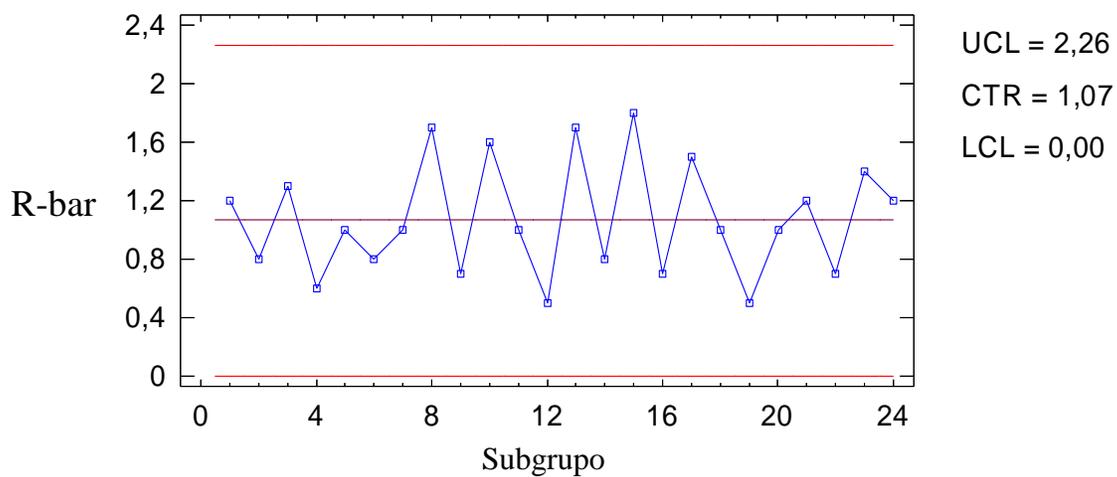
El comportamiento generalizado expresado en la carta de medias (figura 15) por la característica de calidad evaluada, manifiesta un fuera de control afirmado por los quince subgrupos que escapan de los límites de la gráfica y la presencia del patrón cíclico explicable por el hecho de que conforme pasan las horas de una jornada, el diferencial existente entre las temperaturas antes y después del refinado es mayor. Lo antes expuesto tiene sus fundamentos según lo descrito en los registros de control, en la falta de cumplimiento del plan de mantenimiento del equipo y en su número de horas continuas de trabajo, siendo importante destacar que dicha desviación se acentuó durante la tercera jornada graficada, la cual se presenta un día viernes.

Así mismo, la relación de dependencia directa existente entre las temperaturas antes y después del refinado de la mezcla, se ve confirmada por la tendencia manifiesta en la figura 15, donde se observa que los mayores diferenciales corresponden a los subgrupos en los que las temperaturas antes de refinar son más

altas, siendo entonces las temperaturas posteriores a esta operación unitaria también mayores. Cabe destacar que los valores de temperatura que tenga la mezcla cárnica antes del refinado dependen a su vez de las temperaturas con las que llegaron las materias primas al área de pre-pasta y al tiempo que haya permanecido almacenada dicha mezcla en la cava de almacenamiento.



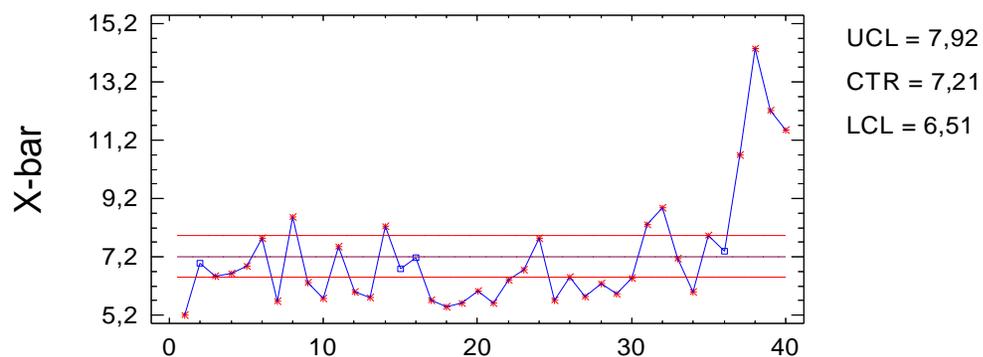
**Figura 15.** Carta de  $\bar{X}$  para el diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno.



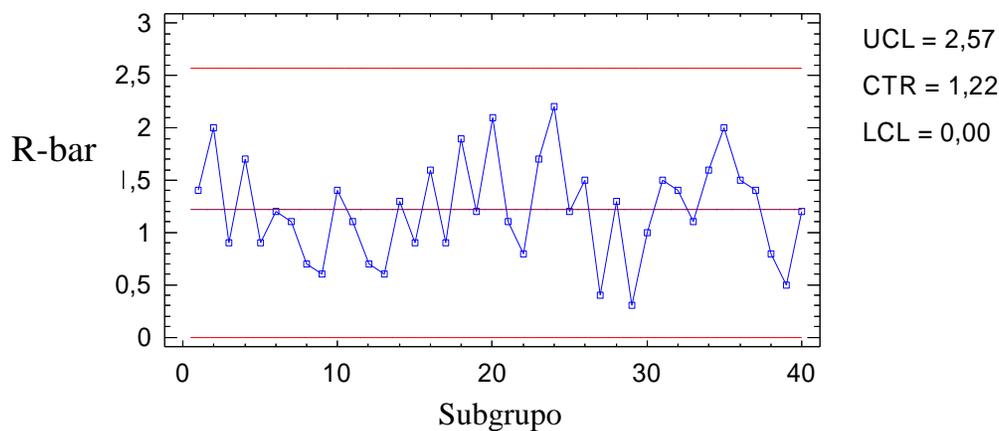
**Figura 16.** Carta de R para el diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno.

**- Diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno**

La relación de dependencia directa existente entre el comportamiento del diferencial térmico de la mezcla cárnica antes y después del refinado para la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno es similar al descrito para esta característica de calidad durante el 1<sup>er</sup> turno de trabajo, lo que puede evidenciarse en las figuras 17 y 18 correspondientes a la carta de medias y rangos, respectivamente. Es decir, los valores de los rangos de los subgrupos están dentro de los límites de control (ver figura 18). Por otra parte expresa estar libre de patrones de distribución, no así los promedios de la característica de calidad. Cabe destacar que este turno también manifiesta un diferencial térmico mayor en aquellos subgrupos de una misma jornada a medida que avanza el horario de trabajo, siendo mucho mayor en el 2<sup>do</sup> turno que en el primero, debido a la falta en el cumplimiento de la actividad de mantenimiento del equipo a realizarse entre el final del 1<sup>er</sup> turno y el inicio del 2<sup>do</sup> como establece el plan de mantenimiento.



**Figura 17.** Carta de  $\bar{X}$  para el diferencial de temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno.



**Figura 18.** Carta de R para el diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2º turno.

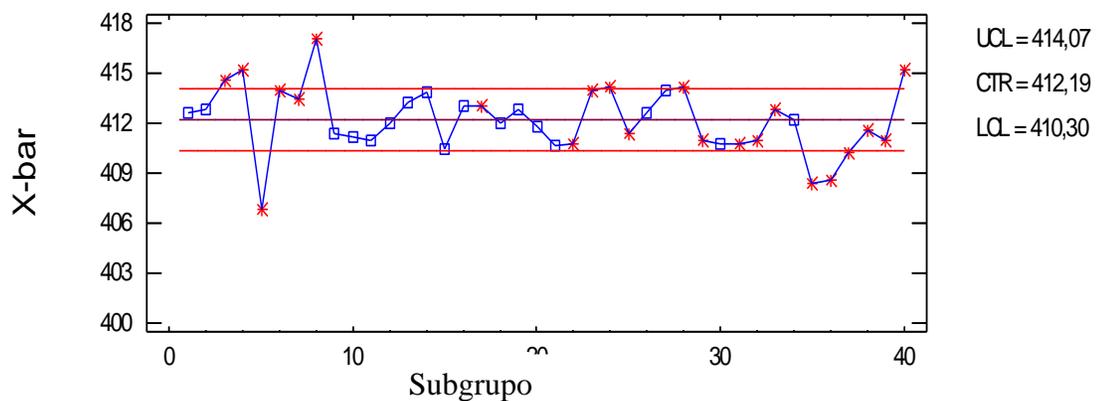
En general, al comparar el comportamiento de este gradiente de temperatura para la mezcla de la salchicha superior durante ambos turnos se puede decir que: la variabilidad de los rangos para ambos turnos manifestó control estadístico mas no así los valores promedios y a diferencia con el primer turno, los subgrupos del segundo reflejaron una amplitud del gradiente mayor a la contemplada en las especificaciones del proceso (10°C máximo), observándose diferenciales por encima de los 14°C.

#### - **Peso de la salchicha superior en el 1º turno**

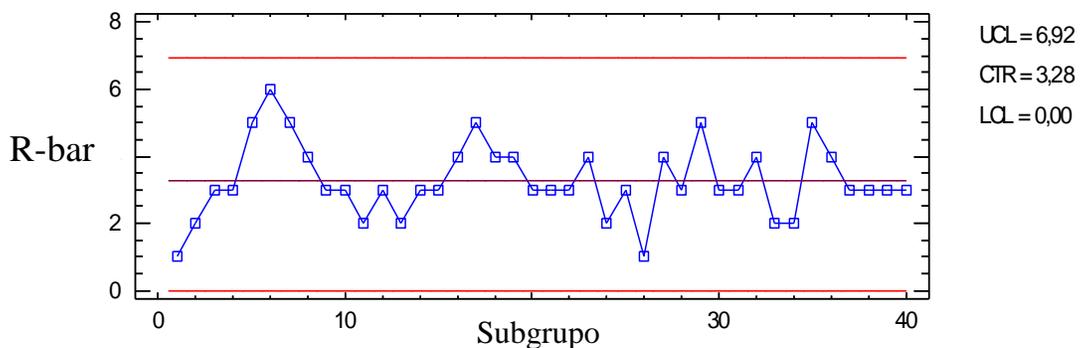
En la figura 20 se observa la carta de rangos para el peso de la salchicha superior correspondiente al 1º turno. Los cuarenta subgrupos se encuentran dentro de los límites de control y sin mostrar ningún patrón referencial a causas asignables, confirmando una variabilidad estable y predecible de esta característica de calidad, y

con una magnitud relativamente pequeña (en promedio 3,28 g, oscilando entre 0 y 6,92 g), respecto a la amplitud de las especificaciones (405 y 415 g).

La carta de medias mostrada en la figura 19 evidencia que el peso promedio de la salchicha superior se encuentra fuera de control estadístico, reportando siete puntos fuera de los límites de control de la carta y la identificación de patrones de distribución sistemática de algunos otros dentro de éstos, convirtiendo el comportamiento del peso promedio de la salchicha en un proceso inestable con problemas de centrado respecto a las especificaciones.



**Figura 19.** Carta de  $\bar{X}$  para el peso de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno.



**Figura 20.** Carta de R para el peso de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno.

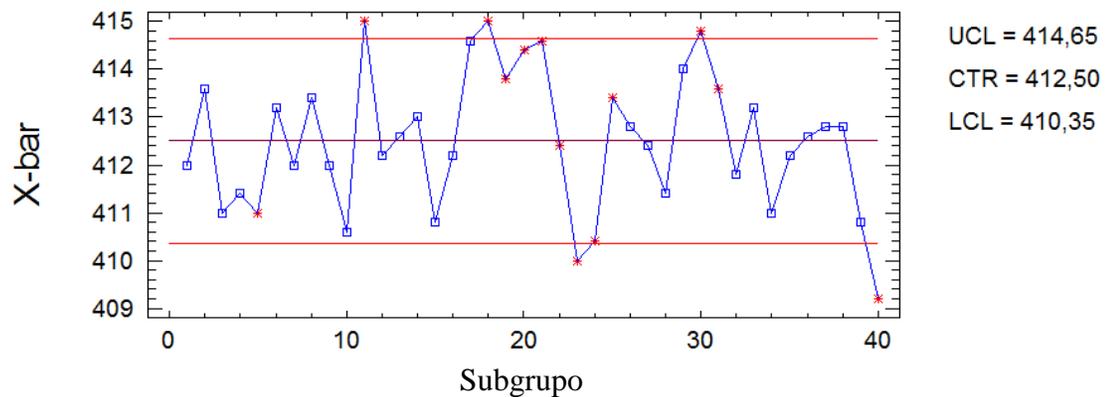
- **Peso de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno**

En las figura 21 y 22 se observan respectivamente las cartas de control de medias y rangos para el peso de la salchicha superior correspondiente al 2<sup>do</sup> turno. En ellas puede leerse un comportamiento muy similar para esta característica de calidad que el observado en el primer turno.

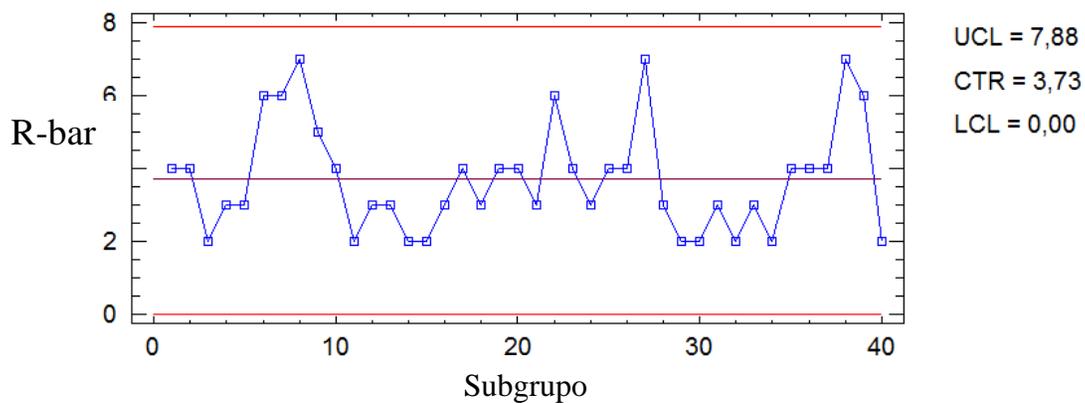
En la carta de rangos (figura 22), los cuarenta subgrupos se encuentran dentro de los límites de control y sin mostrar ningún patrón referencial a causas asignables, confirmando una variabilidad estable y predecible de la característica de calidad, con una magnitud que aunque algo mayor que la observada para el primer turno aun continua siendo relativamente pequeña (en promedio 3,73 g, oscilando entre 0 y 7,88 g), respecto a la amplitud de las especificaciones (405 y 415 g).

Así mismo, la carta de medias mostrada en la figura 21 evidencia que el peso promedio de la salchicha superior para el 2<sup>do</sup> turno se encuentra fuera de control estadístico, reportando cinco puntos fuera de los límites de control de la carta y la identificación de patrones de distribución sistemática de algunos otros dentro de éstos, convirtiendo el comportamiento del peso promedio de la salchicha en un proceso inestable con problemas de centrado respecto a las especificaciones, que se acentúan con respecto al 1<sup>er</sup> turno por ser mayor la amplitud de la variación reportado en este caso.

Todo ello conduce a considerar la propuesta de accionar maniobras que persigan prioritariamente desplazar el peso promedio de las salchichas hacia el valor nominal de los 410 g, sin dejar de enfocarse en la disminución de variabilidad.



**Figura 21.** Carta de  $\bar{X}$  para el peso de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno.



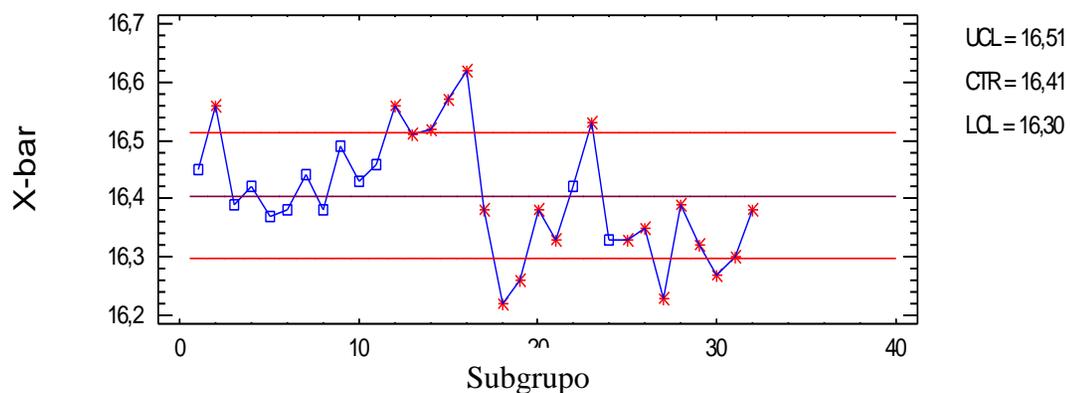
**Figura 22.** Carta de R para el peso de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno.

- **Longitud de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno**

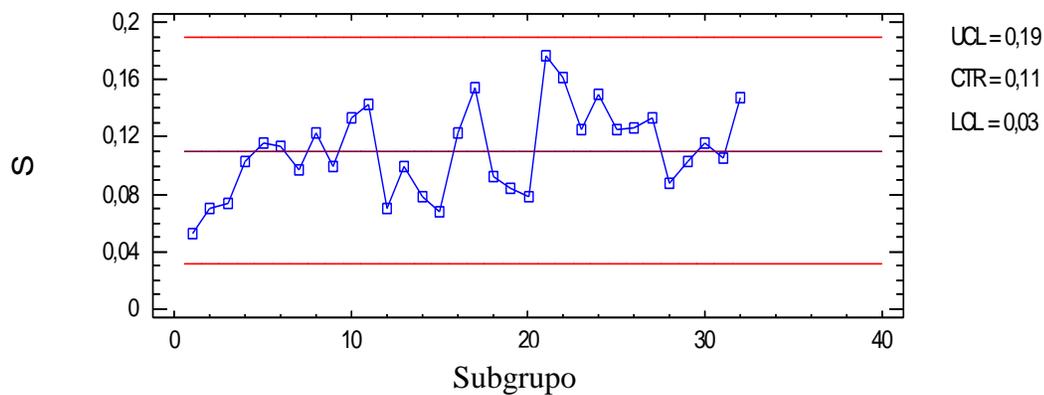
En la figura 24 se observa la carta de s para la longitud de la salchicha superior correspondiente al 1<sup>er</sup> turno, los treinta y dos subgrupos de desviación estándar muestral se encuentran dentro de los límites de control y sin mostrar ningún patrón

referencial a causas asignables, lo que permite considerar que la variabilidad de las observaciones correspondientes a esta característica de calidad se encuentra bajo la condición de control estadístico. En lo que respecta a la magnitud de esta variación, la carta muestra un valor promedio de 0,11 cm, oscilando entre 0,03 y 0,19 cm, lo que al compararse con la amplitud de las especificaciones (entre 16,5 y 16 cm), pareciera indicar que la variación que presenta esta característica de calidad es pequeña.

En lo que respecta a los promedios de las longitudes de las salchichas, la carta de medias (figura 23), evidencia que la característica está fuera de control estadístico reportando diez puntos fuera de los límites de control del proceso, lo que conduce a la búsqueda e identificación de las causas especiales que pudieran estar provocando esta inestabilidad en la medida de la tendencia central de dicha característica persiguiendo erradicarlas mejorando su centrado.



**Figura 23.** Carta de  $\bar{X}$  para la longitud de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno.

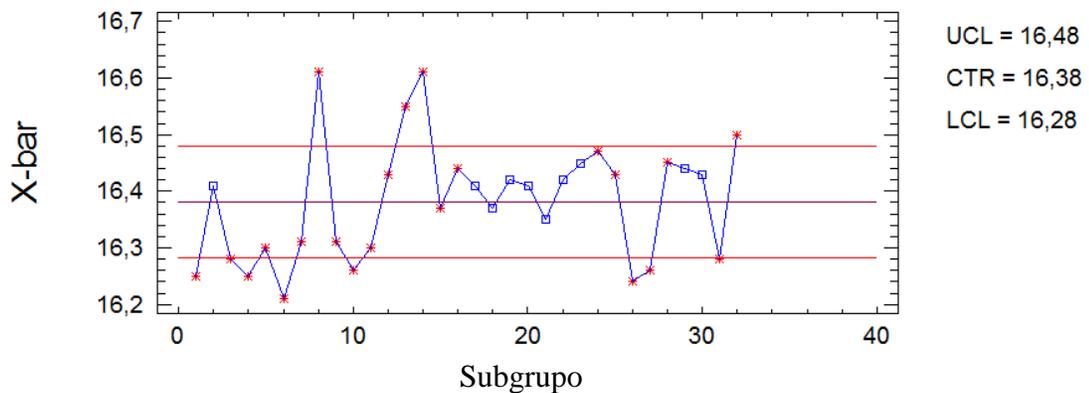


**Figura 24.** Carta de S para la longitud de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno.

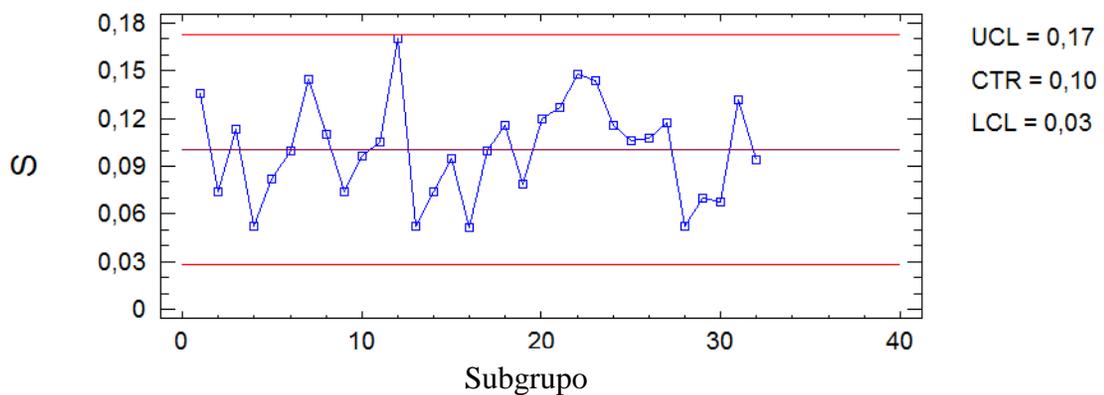
- **Longitud de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno**

El comportamiento de esta variable en el 2<sup>do</sup> turno es muy parecido al expresado durante el primero, lo que puede apreciarse en las figuras 25 y 26, correspondientes a las cartas de medias y desviación estándar, respectivamente.

La conducta de la variabilidad de las observaciones en la carta s muestra como ésta se encuentra bajo la condición de control estadístico, con una amplitud incluso ligeramente menor que la reportada para el primer turno (entre 0,03 y 0,14 cm), con un valor promedio también menor (0,10 cm). En contraste está la carta de medias, la que muestra cambios en los promedios del proceso que confirman la presencia de una condición de inestabilidad en el comportamiento de la tendencia central de la característica (diez puntos que escapan de los límites de control) que pudieran estar comprometiendo su centrado.



**Figura 25.** Carta de  $\bar{X}$  para la longitud de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno.



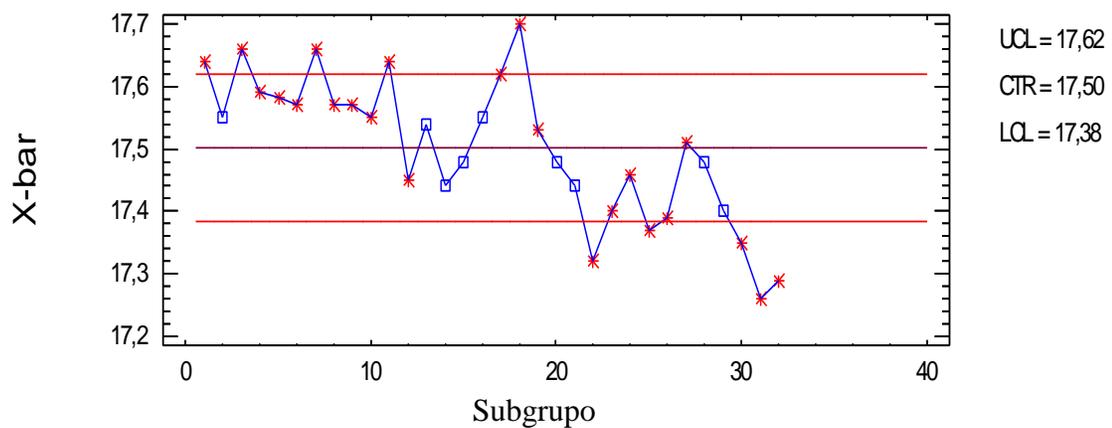
**Figura 26.** Carta des para la longitud de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno.

#### - Diámetro de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno

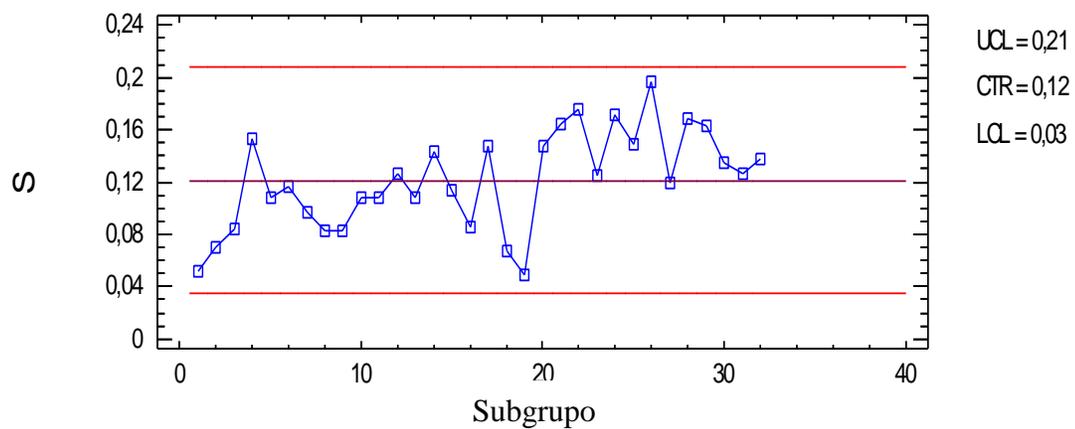
En la figura 28 se observa una carta de s para el diámetro de la salchicha superior correspondiente al 1<sup>er</sup> turno, donde la presencia de trece puntos consecutivos (últimos trece subgrupos de la carta), por encima de la línea media indica la presencia de causas especiales responsables de cambios en la variabilidad de esta característica de calidad que le adjudican la condición de inestabilidad. Debido a que un estudio preliminar de posibles causas asociadas a este comportamiento no permitió la

identificación de las mismas, se debió proceder a analizar la respectiva carta de medias (figura 27), con la prudencia que esta condición genera.

La carta de medias evidencia que el proceso está fuera de control estadístico reportando no solo diez puntos fuera de los límites de control del proceso sino adicionalmente la identificación de un desplazamiento del valor medio del diámetro hacia el límite inferior de control.



**Figura 27.** Carta de  $\bar{X}$  para el diámetro de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno.



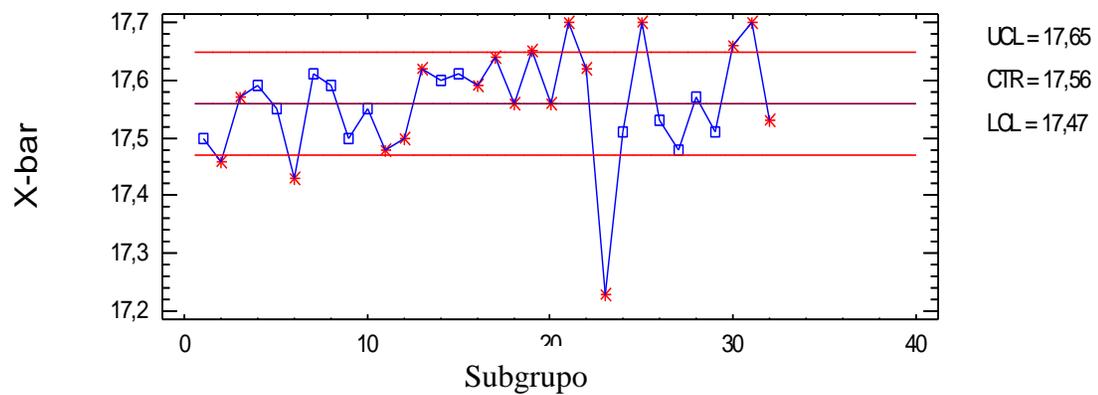
**Figura 28.** Carta des para el diámetro de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno.

Todo ello conduce a orientar la propuesta de las acciones para la mejora del proceso enfocándolas en primera instancia hacia el logro de la condición de control estadístico de la variabilidad del diámetro de la salchicha y en segundo plano la identificación de las causas responsables de los cambios en la media del proceso.

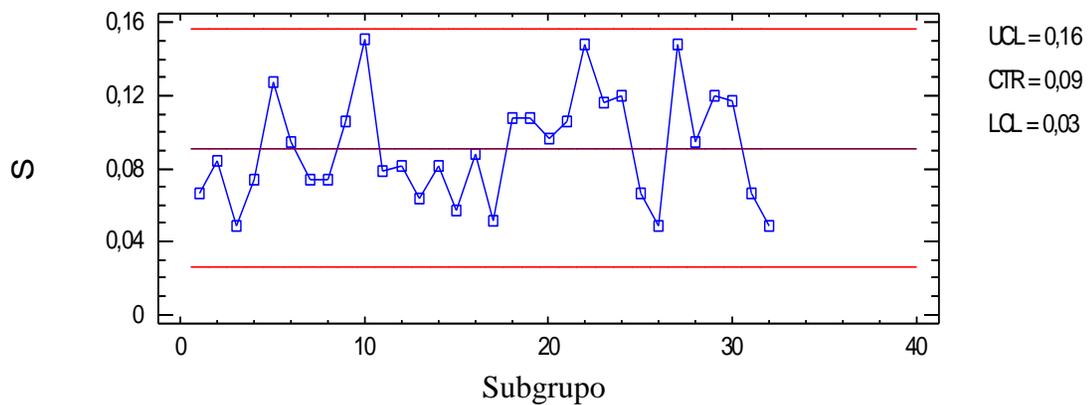
- **Diámetro de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno**

En la figura 30 se observa la carta de s para el diámetro de la salchicha superior correspondiente al 2<sup>do</sup> turno; los treinta y dos subgrupos de desviación estándar muestral se encuentran dentro de los límites de control y sin mostrar ningún patrón referencial a causas asignables. Así mismo, la magnitud de esta variación es bastante pequeña (en promedio 0,09 mm, oscilando entre 0,03 y 0,16 mm), considerando la amplitud de las especificaciones (17-17,50 mm).

La carta de medias (figura 29), evidencia cambios en el promedio del proceso donde no solo escapan de los límites de control algunos de los subgrupos sino que además se observa un desplazamiento del diámetro promedio hacia el límite de control superior (secuencia de 10 puntos consecutivos por encima de la línea central), que ameritaría pensar la manera de desplazar la tendencia central de las mediciones hacia el valor nominal de las especificaciones (17,25 mm) más que disminuir la variabilidad.



**Figura 29.** Carta de  $\bar{X}$  para el diámetro de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno.



**Figura 30.** Carta des para el diámetro de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno.

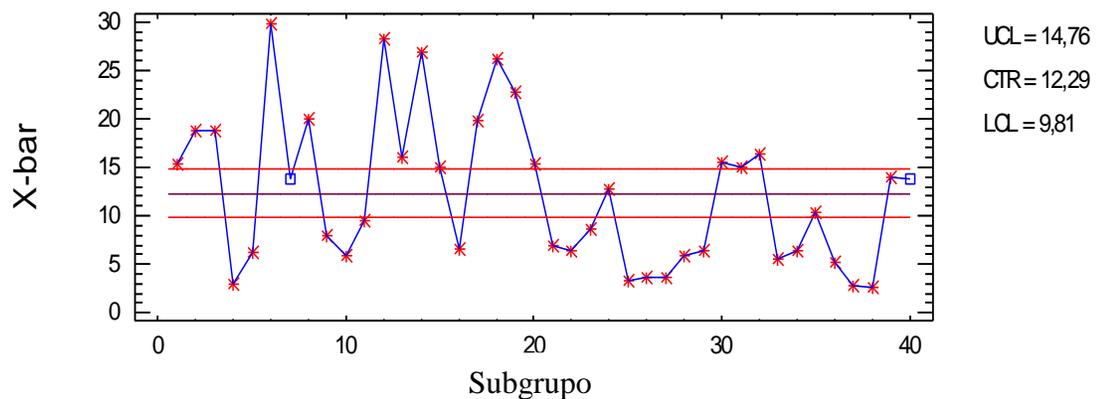
## SALCHICHA ECONOMICA

- **Tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno**

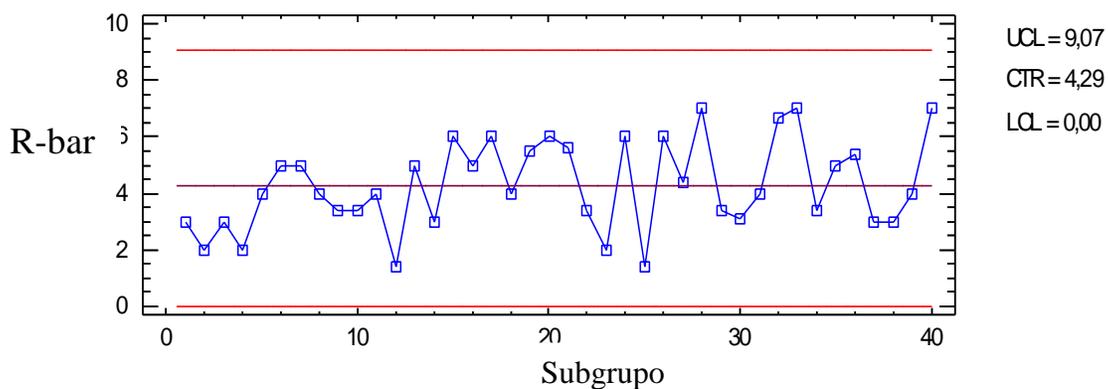
En la figura 32 se observa la carta de control de rangos para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha superior correspondiente al 1<sup>er</sup> turno. En ella no hay señales de un fuera de control estadístico, siendo la variabilidad

no muy alta si se compara con la amplitud de las especificaciones establecidas para esta característica de calidad: una dispersión que va entre 0 y 9,07 h (en promedio 4,29 h), para especificaciones que van de 0 a 12 h.

Por el contrario, la carta de medias (figura 31), muestra que el tiempo promedio de permanencia en cava de la mezcla cárnica para la elaboración de salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno está absolutamente descontrolado, reportando treinta y tres de los cuarenta puntos fuera de los límites de control del proceso.



**Figura 31.** Carta de  $\bar{X}$  para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.

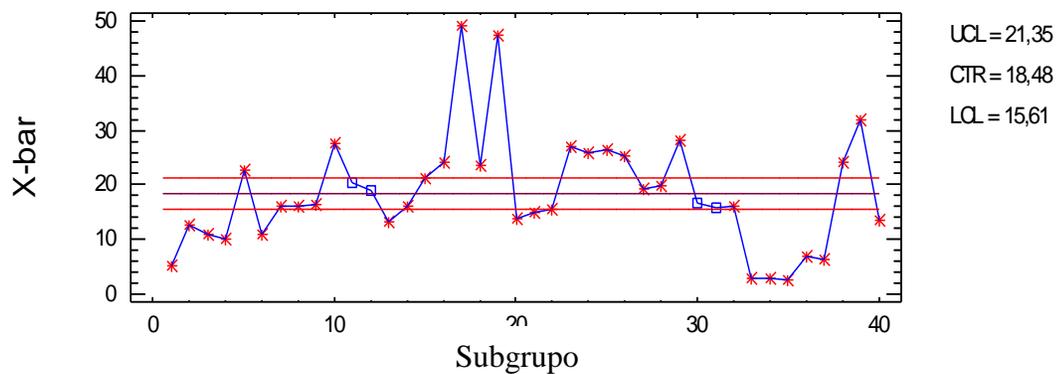


**Figura 32.** Carta de R para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.

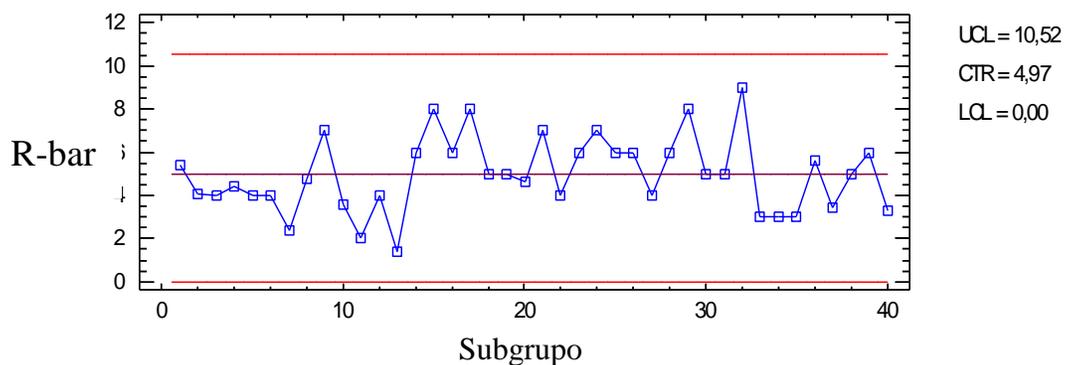
**- Tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno**

La carta de rangos para esta característica de calidad en el 2<sup>do</sup> turno (figura 34), muestra un proceso con una dispersión estable aunque mayor que la reportada para el 1<sup>er</sup> turno.

En la carta de medias (figura 33), veintey sietepuntos se ubican fuera de los límites de control del proceso y ocho de los pocos que caen dentro de éstos expresan patrones sistemáticos de distribución que igualmente acusan una condición fuera de control estadístico. Esta situación se ve agudizada por el hecho de que el tiempo promedio de permanencia en cava de la mezcla cárnica es de poco más de 18 horas, pudiendo ir desde 15,61 hasta 21,35 horas, es decir, por encima del máximo tiempo sugerido por la especificación. Aunque estos valores no pueden ser referidos para describir estrictamente el comportamiento de esta característica de calidad debido a su demostrada condición de inestabilidad, sí pueden orientar acerca de su importante descentrado.



**Figura 33.** Carta de  $\bar{X}$  para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha económica en 2<sup>do</sup> turno.



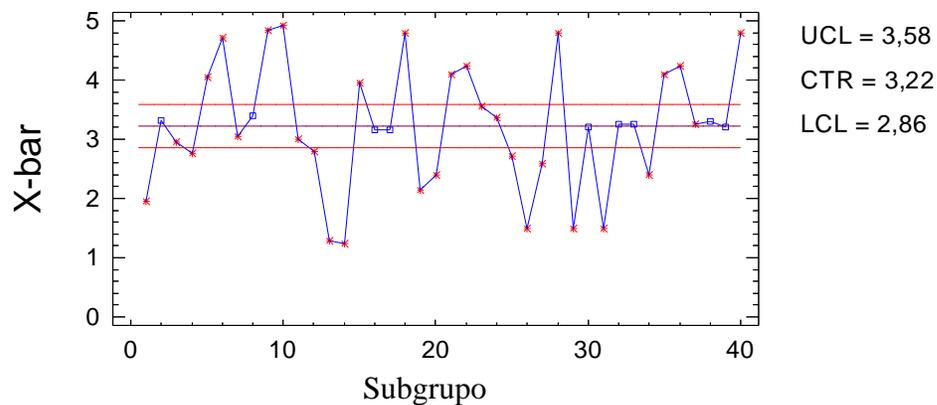
**Figura 34.** Carta de R para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla para la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.

- **Temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno**

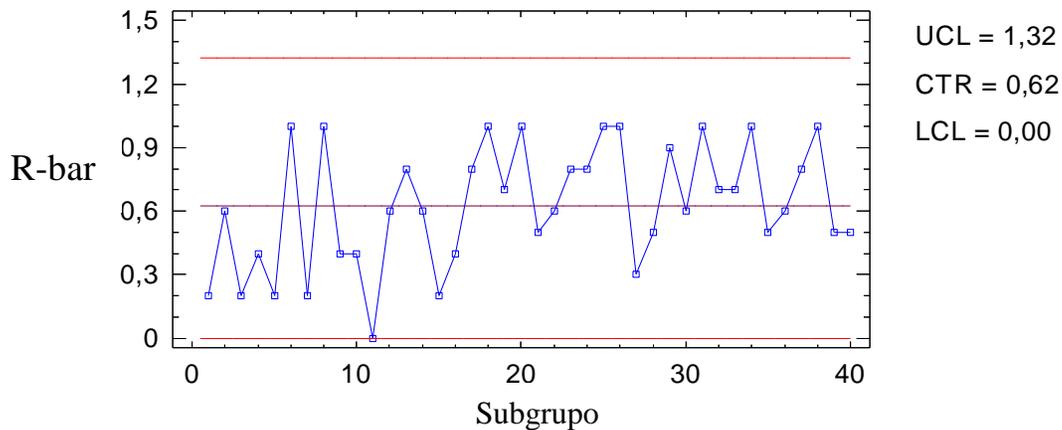
Dada la estabilidad de la dispersión de las observaciones, expresada en la carta de rangos (figura 36), y su relativa pequeña magnitud (0,62 °C en promedio, pudiendo ir desde las 0 °C hasta 1,32 °C, en una característica de calidad que se

recomienda fluctúe entre 0 y 4°C), solo resta interpretar el comportamiento de la tendencia central de las observaciones en la respectiva carta de medias (figura 35).

Esta cartamuestra cambios en la media de la característica de calidad estudiada reportando veinte y cinco puntos fuera de los límites de control del proceso que confirman la condición fuera de control estadístico que conduce a pensar en la instrumentación de estrategias emplazadas a identificar y eliminar las causas especiales responsables de dicha condición y a desplazar la gran media de las observaciones al valor nominal sugerido de 2°C.



**Figura35.** Carta de  $\bar{X}$  para la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.

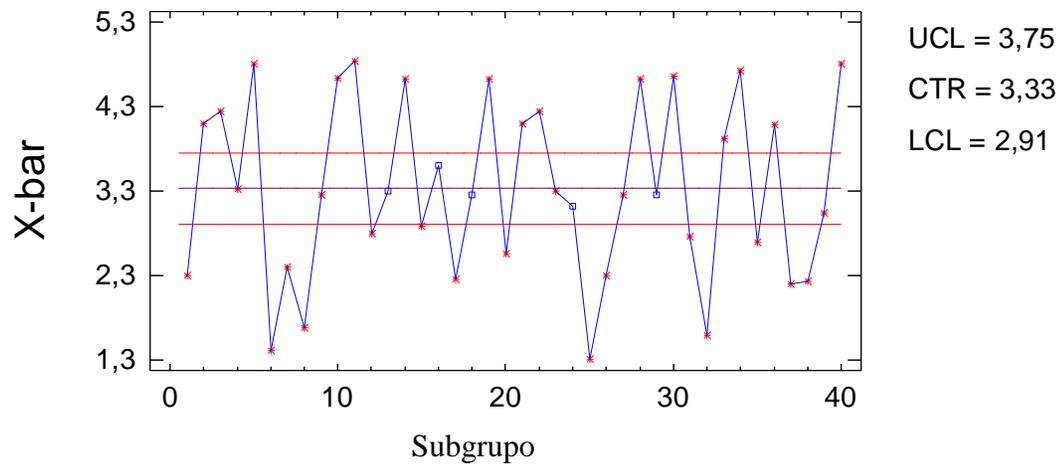


**Figura 36.** Carta de R la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.

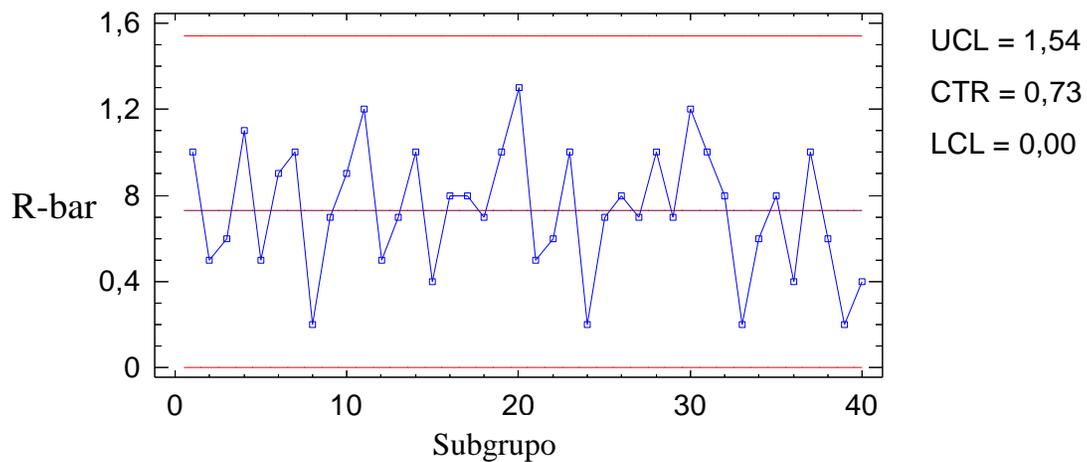
- **Temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno**

La figura 38 muestra la carta de rangos para la temperatura de la mezcla de la salchicha económica antes de refinar en el 2<sup>do</sup> turno. Ella muestra un comportamiento estable de la dispersión de las observaciones para esta característica de calidad que aun cuando es pequeña en comparación con la amplitud de los valores sugeridos, resulta algo mayor que la dispersión encontrada para esta misma característica de calidad pero durante el 1<sup>er</sup> turno.

La figura 37 corresponde a la carta de medias para esta misma característica. Esta gráfica muestra la condición de fuera de control estadístico de la tendencia central de las observaciones donde pareciera que la amplitud de la variabilidad acentúa la presencia de subgrupos con temperaturas por encima de los 4°C.



**Figura 37.** Carta de  $\bar{X}$  para la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2º turno.

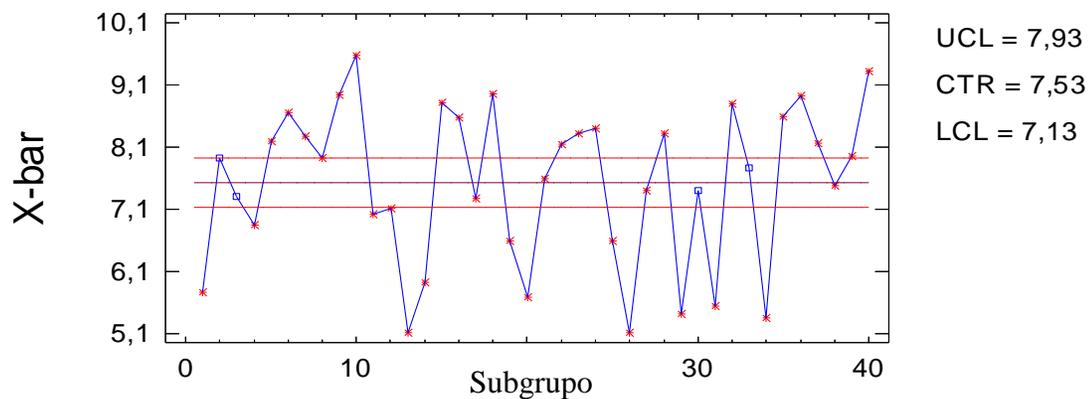


**Figura 38.** Carta de R la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2º turno.

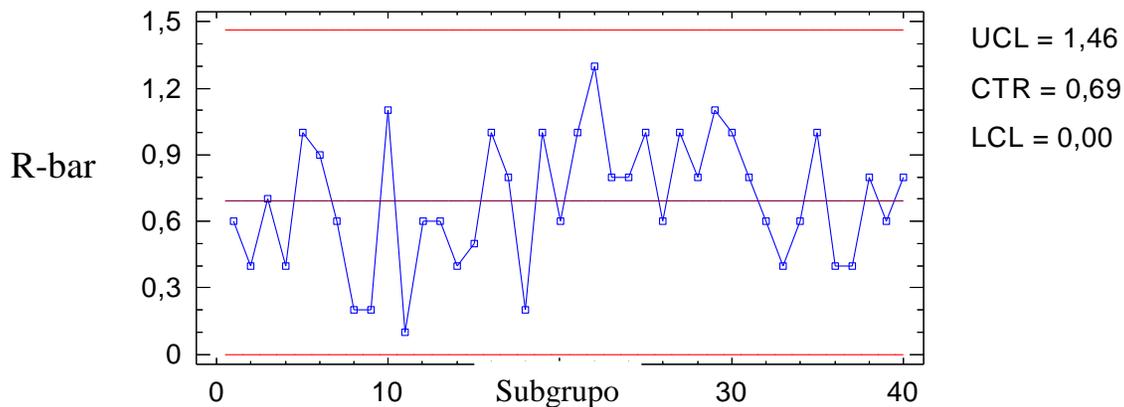
La similitud entre los comportamientos de esta característica de calidad en el primer y segundo turno precisa abordar su tratamiento con maniobras también similares.

- **Temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno**

Confirmada la condición de control estadístico de la figura 40 para la característica de calidad bajo estudio, se procede a evaluar el comportamiento de los valores promedios de temperatura después del proceso de refinado pudiéndose visualizar el estado de descontrol estadístico de la data con un total de treinta y un subgrupos fuera de los límites de la carta de medias (figura 39).



**Figura 39.** Carta de  $\bar{X}$  para la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.



**Figura 40.** Carta de R la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.

**- Temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno**

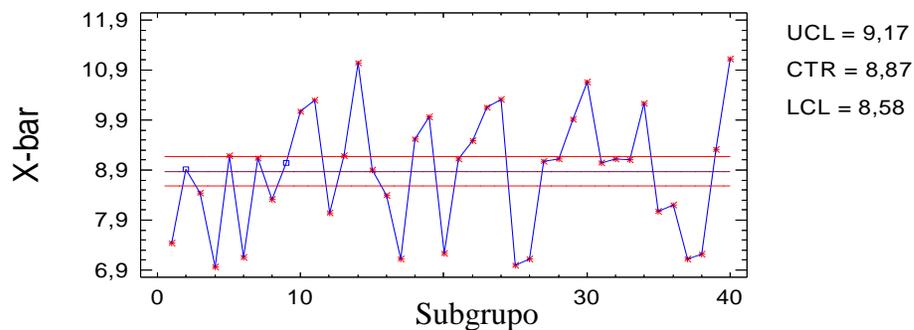
En la figura 42 se observa una carta de rangos para la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha económica correspondiente al 1<sup>er</sup> turno, donde la presencia de catorce puntos consecutivos (desde el subgrupo veintiuno hasta el treinta y cinco) ascendiendo y descendiendo alternadamente, indica la presencia de causas especiales responsables de cambios en la variabilidad de esta característica de calidad que le adjudican la condición de inestabilidad. Debido a que un estudio preliminar de posibles causas asociadas a este comportamiento no permitió la identificación de las mismas, se debió proceder a analizar la respectiva carta de medias (figura 41), con la prudencia que esta condición genera.

La figura 41 presenta un total de treinta subgrupos fuera de sus límites de control siendo esto atribuible, al igual que en el caso de la mezcla cárnica para preparar salchichas superior, a la relación de dependencia existente entre esta característica de calidad y la temperatura de la mezcla antes del refinado, es decir, los promedios de las temperaturas a la salida del proceso de refinado van a ir en aumento a medida que los promedios a la entrada del proceso sean elevados también.

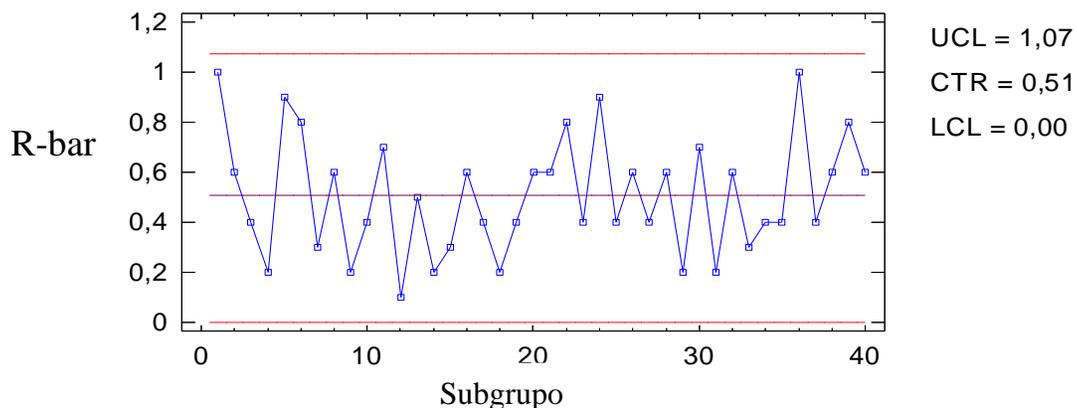
Así mismo, se puede apreciar una tendencia al incremento de las temperaturas después del refinado en aquellos subgrupos ubicados al final de cada día de la toma de muestra. Este incremento se debe al número de horas continuas de uso del equipo

refinador en conjunto con la falta de cumplimiento del programa de mantenimiento del equipo, originandoun aporte adicional de calor a la masa cárnica.

El aumento de la temperatura de salida de la mezcla en el refinador para los últimos cuatro subgrupos de la figura 41, este fenómeno está relacionado con una obstrucción parcial de la boquilla de salida en la que están ubicados los discos refinadores, lo que es común que ocurra los días viernes al final de la jornada laboral, por las condiciones de operación forzada a que es sometido el equipo refinador y al incumplimiento del correspondiente procedimiento de limpieza y mantenimiento.



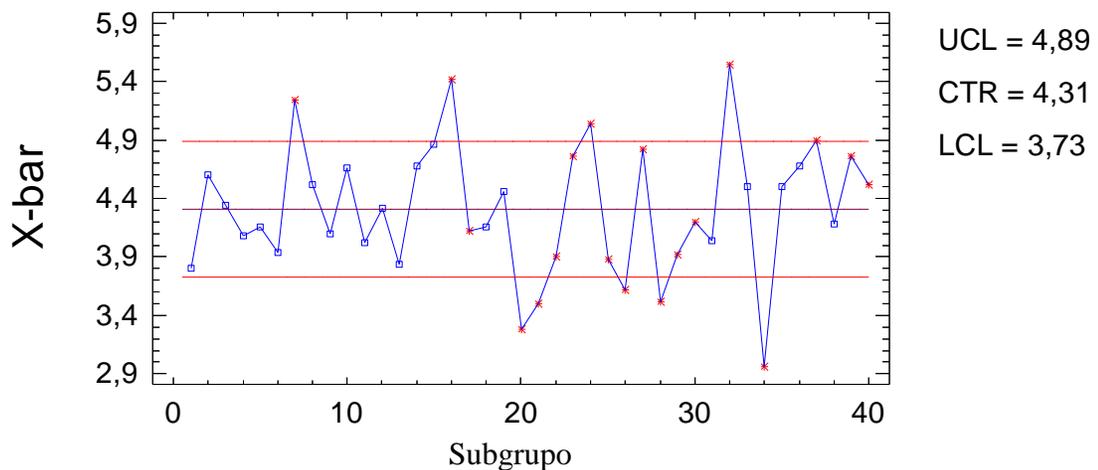
**Figura41.**Carta de  $\bar{X}$  para la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.



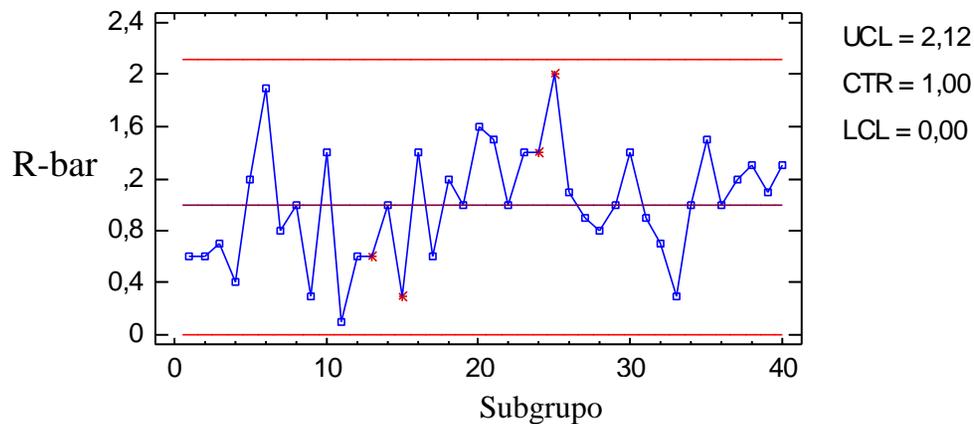
**Figura 42.** Carta de R la temperatura después de refinar la mezclade la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.

**- Diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno**

La figura 44 muestra variabilidad de las observaciones, pudiendo asumirse condición de fuera de control estadístico para la dispersión de los diferenciales de temperatura que condicionará la interpretación de la carta de medias a la debida cautela. Es así como al inspeccionar la carta de medias (figura 43), se identifican tanto puntos fuera de los límites de control como otros que violentan el azar aun manteniéndose dentro de ellos, como es el caso de los subgrupos 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 y 30. Esta condición de inestabilidad de la media del proceso y su dispersión obligan a incluir medidas conducentes a identificar y erradicar causas de variación especial que logren en primera instancia llevar a control estadístico la variabilidad de estas diferencias de temperatura y en segundo lugar estabilizar el comportamiento de su tendencia central.



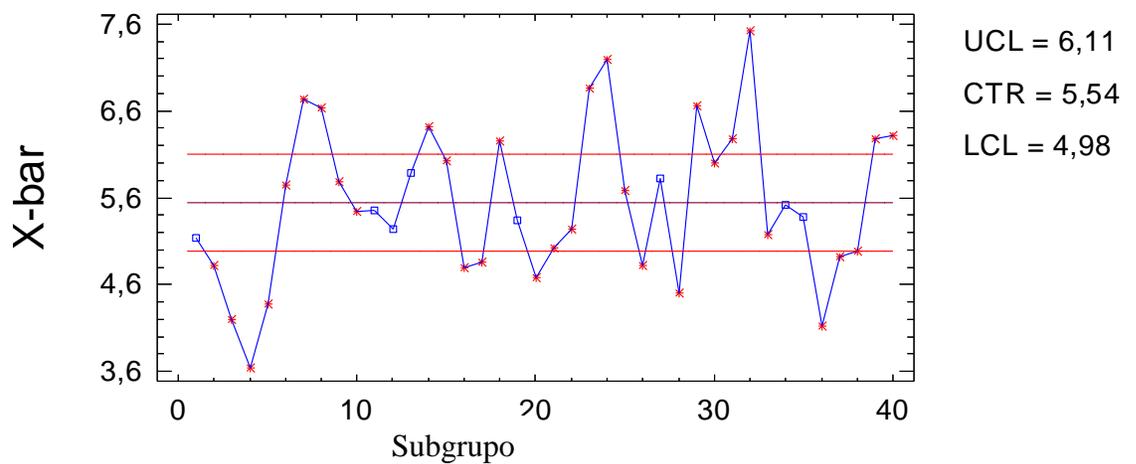
**Figura 43.** Carta de  $\bar{X}$  para el diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.



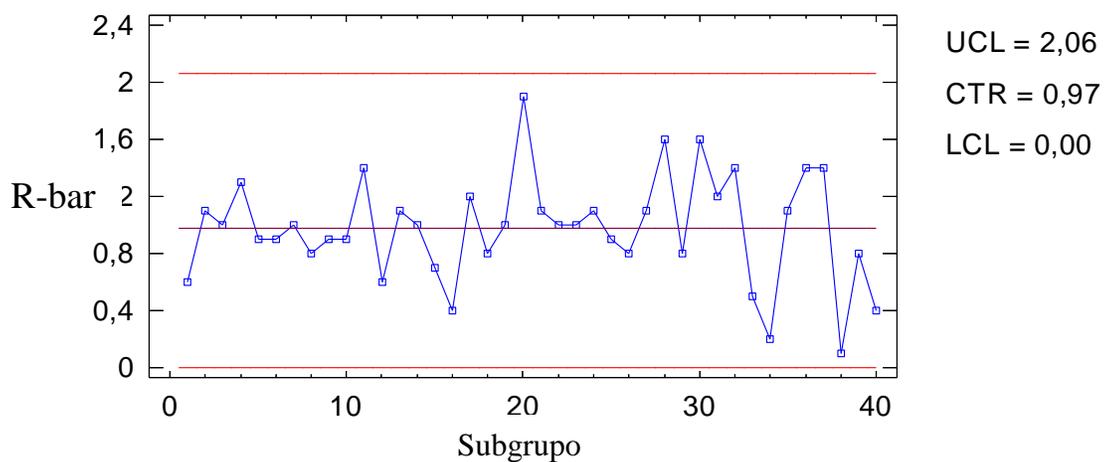
**Figura 44.** Carta de R para el diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.

- **Diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno**

Las figuras 45 y 46 corresponden respectivamente a la carta de medias y de rangos para el diferencial de temperaturas antes y después del refinado de la mezcla para salchicha económica en el segundo turno, y ellas manifiestan un comportamiento de esta característica de calidad muy similar al encontrado para el 1<sup>er</sup> turno, por lo que para este caso se justifica de igual modo la necesidad de idear procedimientos orientados a estabilizar tanto la variabilidad como el comportamiento de la tendencia central de esta característica de calidad.



**Figura 45.** Carta de  $\bar{X}$  para el diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.



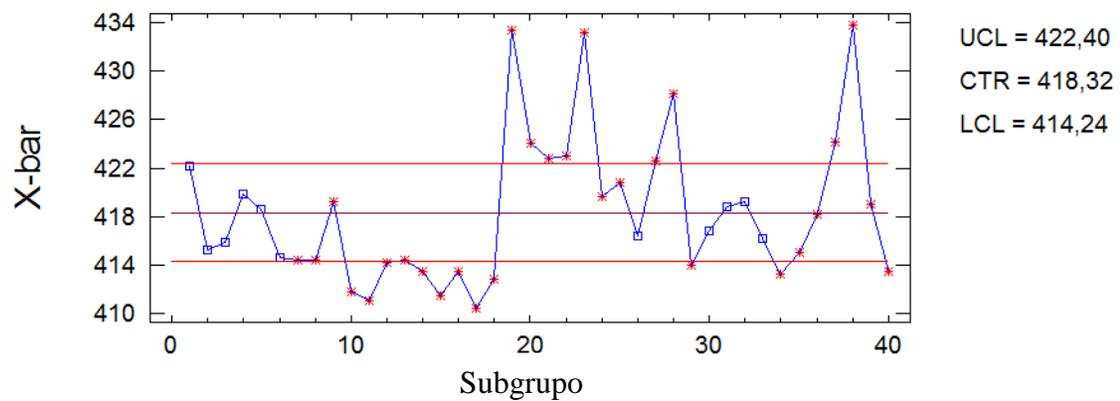
**Figura 46.** Carta de R para el diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.

- **Peso de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno**

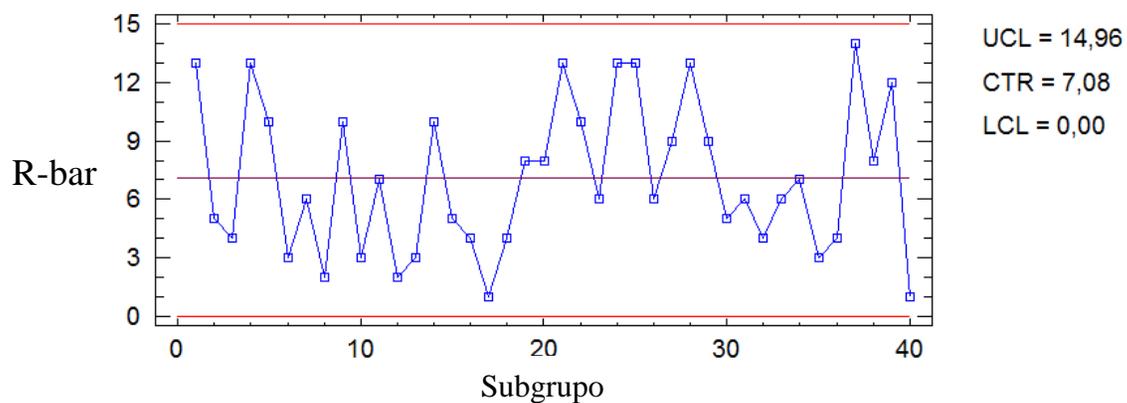
En la figura 48 se observa la carta de control de rangos para el peso de la salchicha económica correspondiente al 1<sup>er</sup> turno; los cuarenta subgrupos se encuentran dentro de los límites de control y sin mostrar ningún patrón referencial a

causas asignables, con un valor promedio de 7,08 g y una magnitud no despreciable que va desde 0 hasta 14,96 g.

En contraste, la carta de medias (figura 47), evidencia un proceso totalmente descontrolado, con una mayoría de subgrupos que escapan de los límites de control y con importantes problemas de centrado.



**Figura 47.** Carta de  $\bar{X}$  para el peso de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.

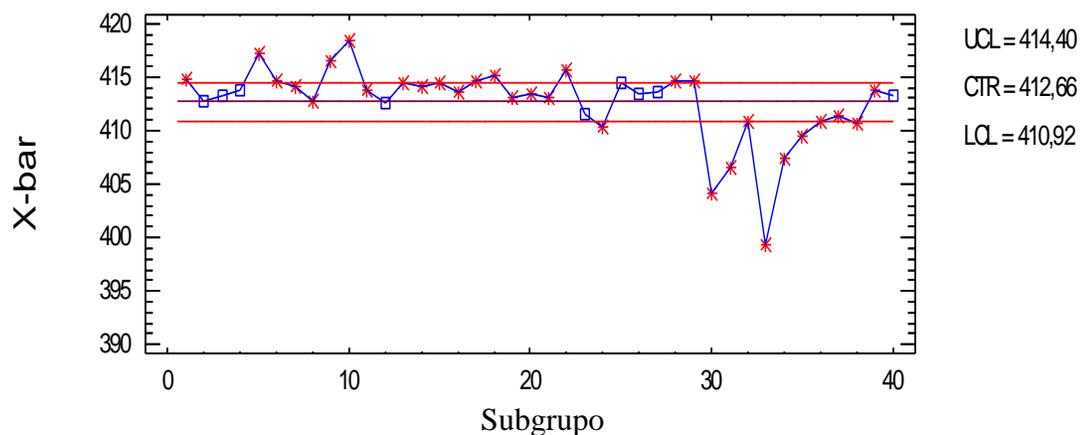


**Figura 48.** Carta de R para el peso de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.

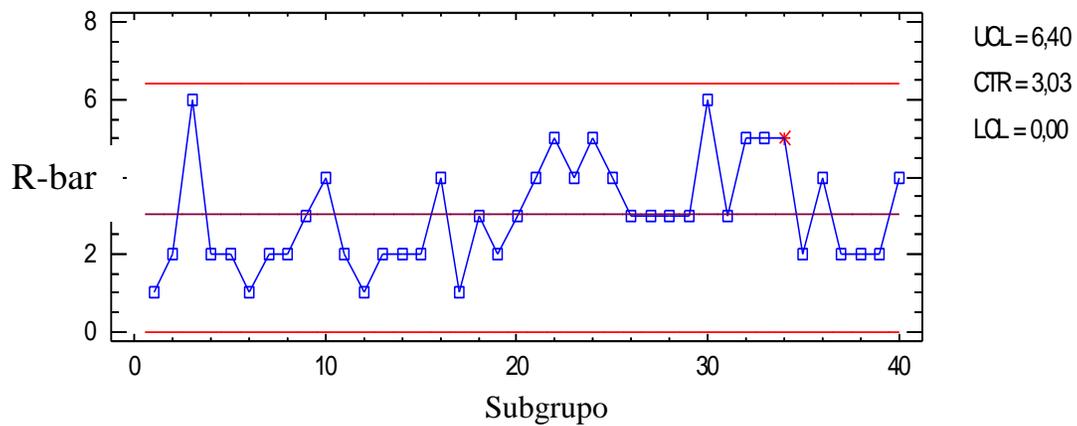
- **Peso de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno**

La figura 50 muestra una carta de rangos para el peso de la salchicha económica correspondiente al 2<sup>do</sup> turno, en la que la presencia de catorce puntos consecutivos por encima de la línea media (desde el subgrupo 20 hasta el 34), expresa un fuera de control estadístico para la dispersión de las observaciones graficadas.

Al revisar la carta de medias (figura 49) se aprecia la forma cómo cambian los promedios de esta característica de calidad en el tiempo, haciéndose evidente la dramática condición de descontrol estadístico, lo que alerta sobre la urgencia de plantear mecanismos que permitan estabilizar tanto la variabilidad como el comportamiento de la tendencia central de esta característica de calidad, cuyo desempeño es incluso más delicado que en el 1<sup>er</sup> turno.



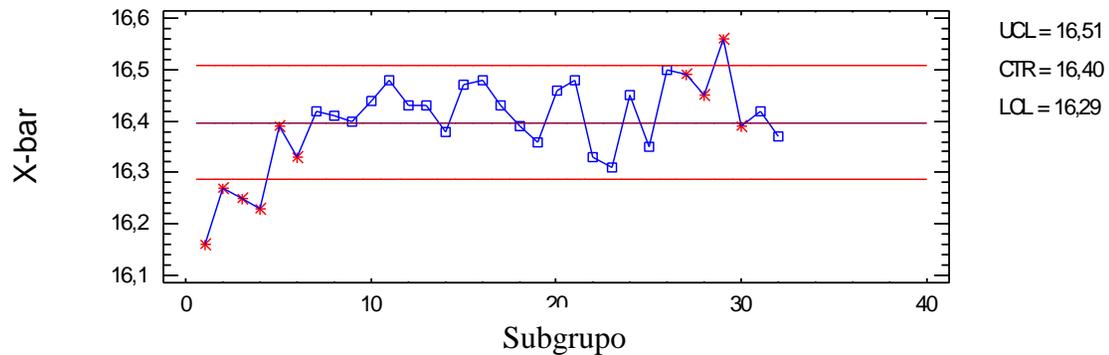
**Figura 49.** Carta de  $\bar{X}$  para el peso de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.



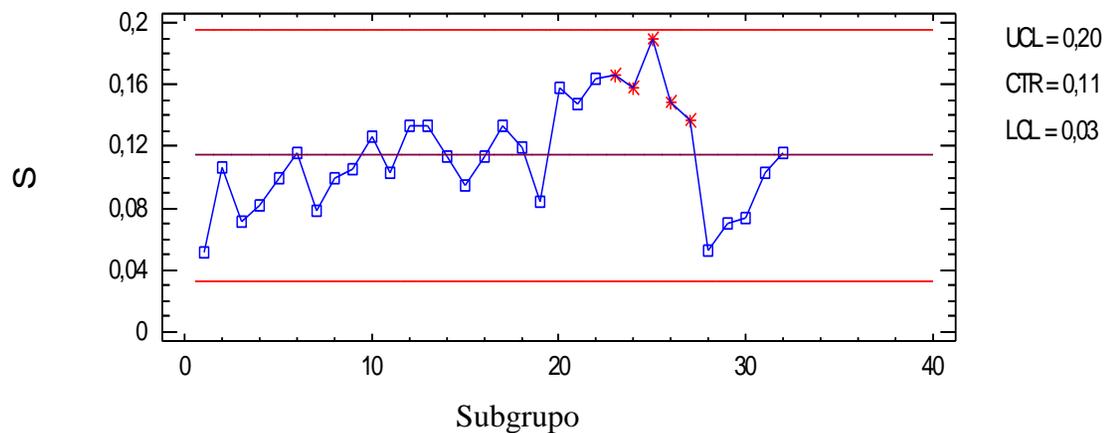
**Figura50.** Carta de R para el peso de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.

- **Longitud de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno**

Las figuras 51 y 52 presentan, respectivamente, las cartas de  $\bar{X}$  y s para la longitud de la salchicha económica durante el 1<sup>er</sup> turno y ellas muestran correspondientemente la condición de inestabilidad de la variabilidad y la tendencia central de los subgrupos. Bajo la limitación que ello implica, solo resta comentar a modo de orientación, la premura en identificar y eliminar las causas responsables de esta condición, con lo cual muy posiblemente se logrará no solo la situación de estabilidad sino aproximar la media del proceso al valor nominal sugerido para esta característica de calidad (16,25 cm).



**Figura 51.** Carta de  $\bar{X}$  para la longitud de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.

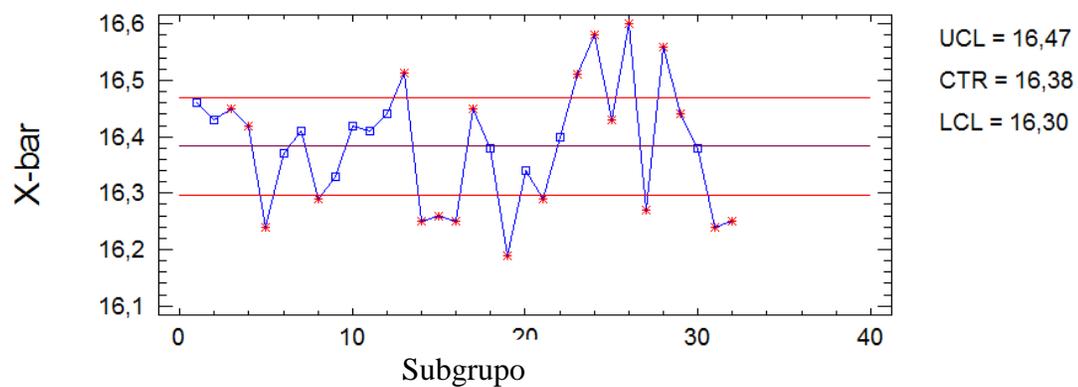


**Figura 52.** Carta des para la longitud de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.

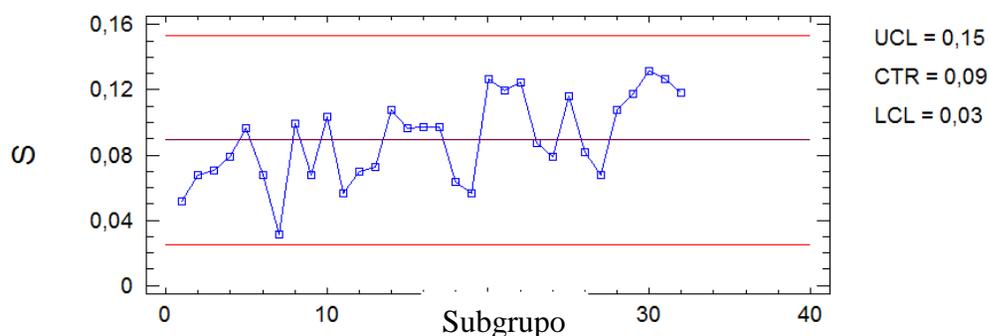
- **Longitud de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno**

Tal como lo muestra la figura 54, correspondiente a la carta de desviación estándar para la longitud de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno, la variabilidad de los subgrupos es estable, con un promedio de 0,09 cm fluctuando entre 0,03 y 0,15 cm, lo que es una variación bastante pequeña, considerando que esta característica de calidad debe ubicarse entre 16 y 16,5 cm.

La carta de medias mostrada en la figura 53 evidencia que el comportamiento de la tendencia central para esta misma característica de calidad está fuera de control estadístico reportando catorcepuntos fuera de los límites de control del proceso. No obstante, dada la poca variabilidad de las observaciones, se podría pensar en concentrar los esfuerzos en eliminar las causas especiales que están generando la condición de inestabilidad, con lo que muy probablemente se logre mejorar el centrado y aproximar la gran media a los 16,25 cm que representa el valor nominal. En cualquier caso, el comportamiento de esta característica de calidad pareciera ser menos comprometido en el segundo turno que en el primero.



**Figura 53.** Carta de  $\bar{X}$  para la longitud de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.

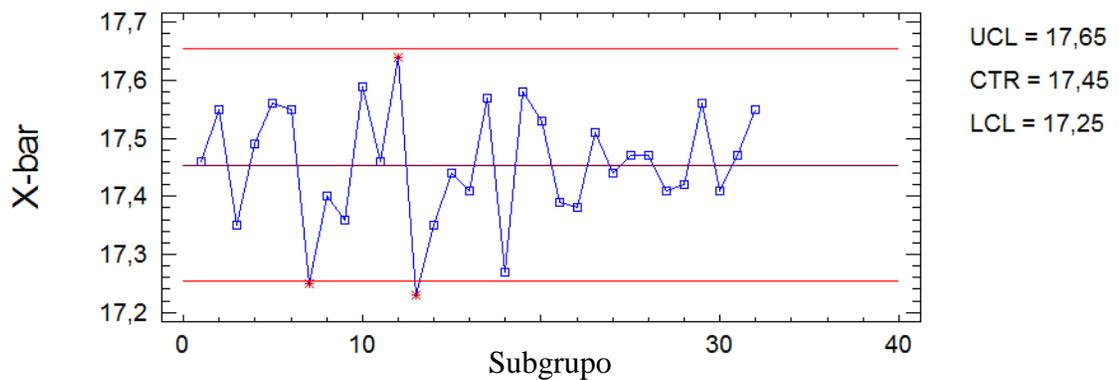


**Figura 54.** Carta de s para la longitud de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.

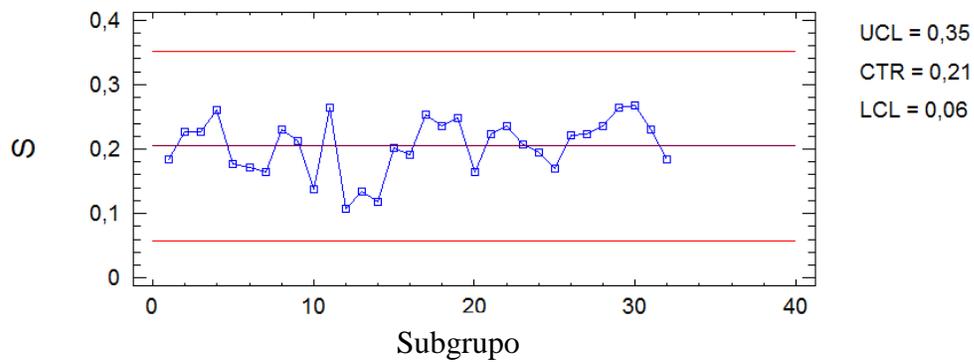
- **Diámetro de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno**

En la figura 56 se observa la carta de  $s$  para el diámetro de la salchicha económica correspondiente al 1<sup>er</sup> turno. La presencia en esta gráfica de 14 puntos consecutivos en la zona  $1\sigma$ , por encima y por debajo de la línea central (subgrupos del 15 al 28), muestra cambios en la variabilidad de los subgrupos que definen su comportamiento inestable, por lo que se hace necesario identificar las causas que están provocando estos cambios previo a trabajar el desempeño de la tendencia central de esta característica de calidad.

La carta de medias para esta misma característica de calidad, correspondiente a la figura 55, muestra una condición de fuera de control expuesta no solo por los tres puntos que escapan de los límites de control sino por los últimos catorce subgrupos ubicados entre las zonas  $1\sigma$  y  $2\sigma$ , denunciando una posible estatificación de la variación de la característica, lo que es consecuente con el patrón identificado en la carta de desviación para esta misma secuencia de puntos. Ello reafirma el planteamiento hecho en la interpretación de la carta  $s$  sobre la identificación y análisis de las causas responsables de la condición de inestabilidad de la variabilidad expresada por los subgrupos en esta primera gráfica.



**Figura 55.** Carta de  $\bar{X}$  para el diámetro de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.

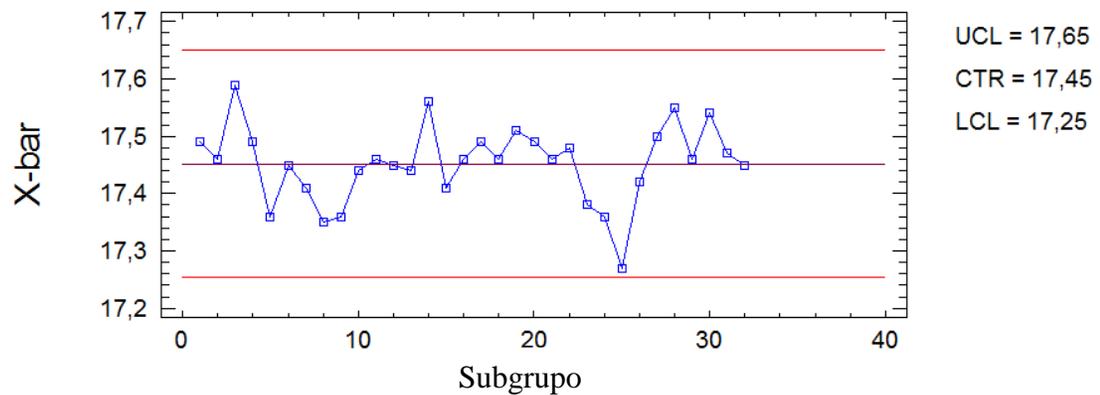


**Figura 56.** Carta des para el diámetro de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.

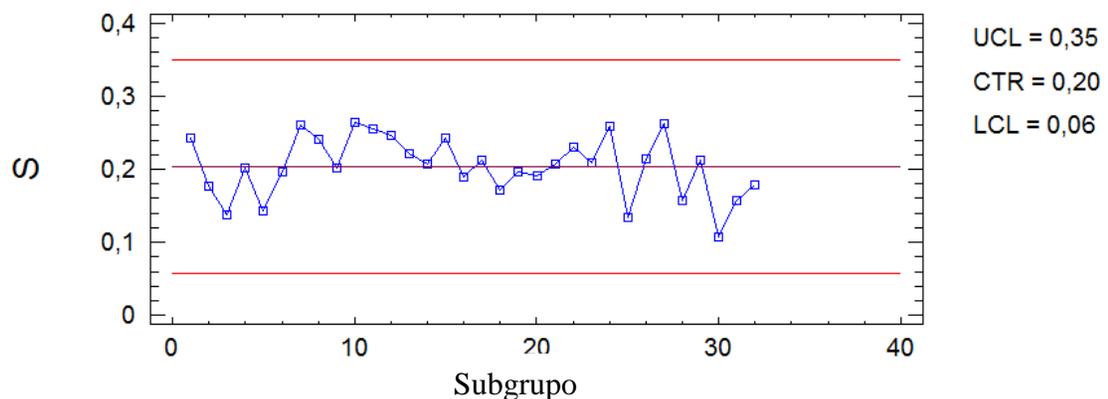
#### - Diámetro de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno

En la figura 58 se observa la carta de s para el diámetro de la salchicha económica correspondiente al 2<sup>do</sup> turno, cuyo comportamiento es bastante similar al encontrado para esta misma característica de calidad durante el 1<sup>er</sup> turno. En este caso la presencia de diecinueve puntos consecutivos en la zona  $1\sigma$  de la gráfica por encima y por debajo de la línea central (desde el subgrupo 6 hasta el 28), dejan de manifiesto la inestabilidad de la variabilidad de las observaciones.

Igualmente, en la carta de medias (figura 57), las observaciones correspondientes a los subgrupos que van desde el 10 hasta el 22 se distribuyen en la zona  $1\sigma$  y más allá, patrón éste consistente con lo encontrado en la carta de  $s$  y que a su vez se asemeja al reportado para esta misma característica durante el 1<sup>er</sup> turno dictaminando su condición de fuera de control en lo que respecta al comportamiento de las medias; lo que lleva a tomar las mismas acciones que fueron sugeridas para el 1<sup>er</sup> turno.



**Figura 57.** Carta de  $\bar{X}$  para el diámetro de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.



**Figura 58.** Carta des para el diámetro de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.

## **6.2.VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESTABLECIDAS EN UNA PLANTA PROCESADORA DE PRODUCTOS CÁRNICOS, EN LOS PROCESOS DE ELABORACIÓN DE SALCHICHAS TIPO SUPERIOR Y ECONÓMICA, BAJO EL SUPUESTO DE ESTABILIDAD DE ÉSTOS.**

Habiéndose confirmado la inestabilidad de todas las características de calidad estudiadas a través de las respectivas cartas de control, en al menos sus tendencias centrales o medias, no es posible la verificación del cumplimiento de las especificaciones técnicas establecidas a través de la elaboración de histogramas de frecuencias en los que se insertan los límites de especificación de la característica de calidad junto con el cálculo de algún índice idóneo de capacidad del proceso; debiendo recurrir a la construcción de los respectivos histogramas como herramientas para observar aspectos importantes sobre el comportamiento de las observaciones que puedan facilitar la toma de decisiones y el diseño de planes correctivos.

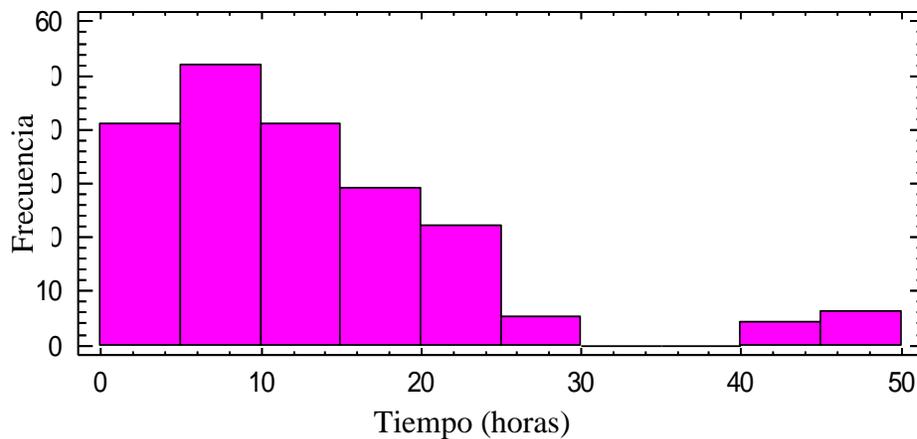
### **SALCHICHA SUPERIOR**

- **Tiempo de permanencia en cava de la mezcla de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno**

En la figura 59 se presenta el histograma de frecuencia para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla de la salchicha superior correspondiente al 1<sup>er</sup>

turno. Se puede apreciar en la figura un histograma con forma sesgada y la presencia de un pico aislado en el que la mayor proporción de datos se encuentra entre 0 y 15 horas. Esta forma del histograma pudiera ser producto del excesivo ajuste de los tiempos de permanencia en cava de la mezcla cárnica hacia uno de los extremos del rango, en este caso las 0 horas.

La presencia del grupete de barras que conforman el pico aislado que permite leer que la estadía de la mezcla en cava pudiera en ocasiones llegar a ser de hasta 50 horas (siendo lo sugerido entre 0 y 12 horas), puede estar indicando la ocurrencia en el proceso de alguna anomalía que no ocurre regularmente. Al respecto, estos tiempos por encima de 40 horas corresponden a paradas de producción, lo que sumado a la falta de rotación de los tanques genera un incremento de la permanencia de la mezcla en las cavas. Esta falta de rotación de los tanques se presenta no solo por la inadecuada ubicación de los mismos (que deberían ser ubicados de acuerdo a su fecha de elaboración, de manera que primero salgan los de más antigua data), sino porque la falta de espacio en la cava de uso común determina que los tanques sean almacenados junto a los de otros productos dificultando aún más la identificación de aquellos tanques a los que les corresponde ser procesados. Esta situación se agudiza cuando este rezago alcanza los fines de semana, en cuyo caso la mezcla deberá permanecer en cava dos días adicionales.

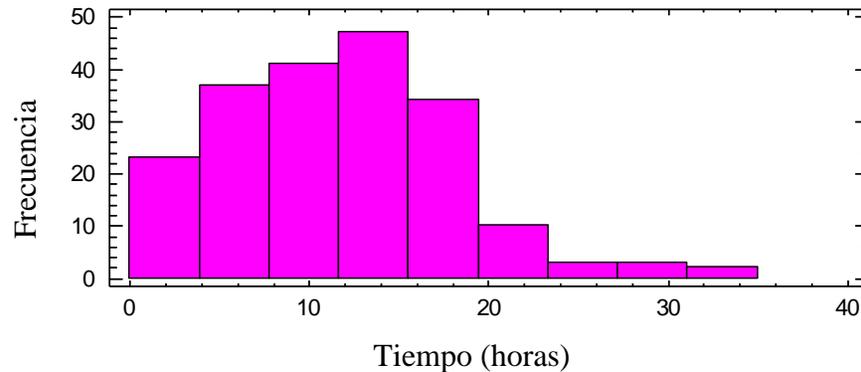


**Figura 59.** Histograma de frecuencia para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno.

- **Tiempo de permanencia en cava de la mezcla de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno**

La figura 60 muestra el histograma de frecuencia para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla de la salchicha superior correspondiente al 2<sup>do</sup> turno, cuya forma se aproxima a una meseta o distribución rectangular en la que aparece una distribución más o menos uniforme aunque en este caso no se observan altos y bajos alternándose y sí existe un pico que se diferencia del resto de las barras, en donde la mayor proporción de observaciones se encuentra entre 8 y 16 horas, pudiendo llegar en ocasiones hasta 33 horas. Ello permite observar en este turno tiempos de almacenamiento de la mezcla más uniformes que el primero, lo que pudiera deberse a que es en el 2<sup>do</sup> turno donde se realizan los ajustes de preparación de mezclas en función a las paradas existentes durante el 1<sup>er</sup> turno, lo que permite

disminuir el impacto de las paradas sobre el tiempo de permanencia en cava de la mezcla.

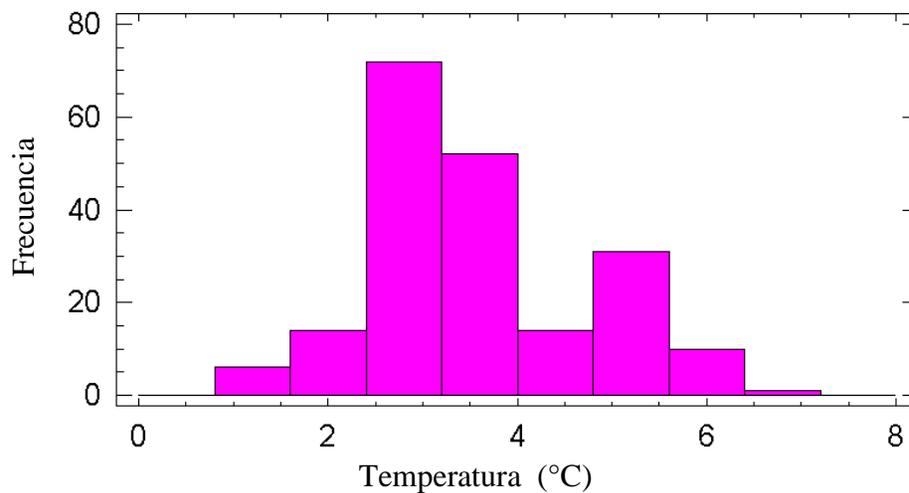


**Figura 60.** Histograma de frecuencia para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla de la salchicha superior en el 2º turno.

- **Temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1º turno**

El histograma correspondiente a la temperatura antes de refinar la mezcla cárnica para salchicha superior en el 1º turno (figura 61), exhibe una forma algo asimétrica que se aproxima ligeramente a la distribución normal. En él se puede observar que la temperatura de la mezcla cárnica antes del refinado tuvo su mayor frecuencia entre los 2,4 °C y 4,0°C, además, el rango de las observaciones va desde un mínimo de 0,8 °C hasta un máximo de 7,2°C, habiendo una barra de mayor altura a la esperada según la forma acampanada propia de la distribución normal, que podría estar indicando la ocurrencia de alguna eventualidad no propia del proceso, lo que sería conciliable con lo expuesto por Moore (2000), al definir que la aparición de una forma acampanada en la distribución de unos datos no significa que el

funcionamiento del proceso sea el correcto. El incremento de la frecuencia de temperaturas entre 5 y 5,5°C se debió a los tres subgrupos correspondientes a la toma de datos del día viernes, día en que fueron recibidos desde el área de cava tres tanques contentivos de la mezcla cárnica con temperaturas por encima de las especificaciones, esto debido a la utilización de materia prima recibida a temperatura mayor a la requerida y por tener más de 12 horas de elaboradas las mezclas cárnicas.

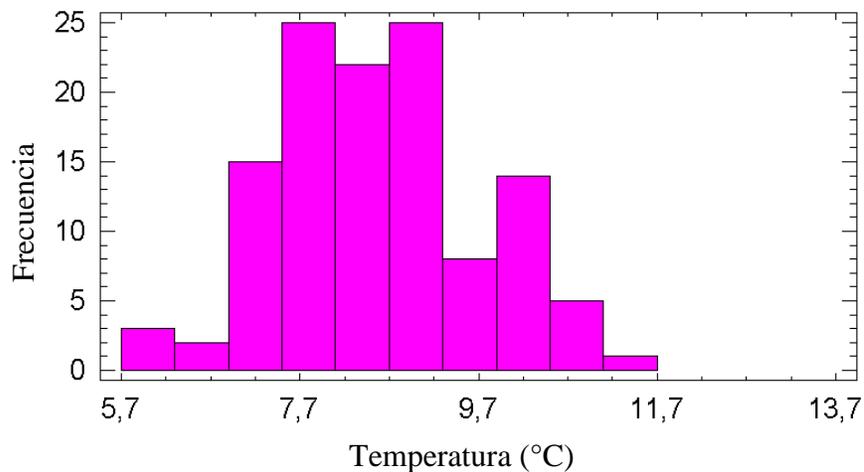


**Figura 61.** Histograma de frecuencia de la temperatura antes de refinar la mezcla de lasalchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno.

**- Temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno**

Para el caso del estudio del comportamiento de la temperatura después del refinado, reflejado en el histograma de frecuencia representado en la figura 62, se puede observar una asimetría que dificulta asociarlo a las formas convencionales sugeridas para la interpretación de los histogramas en el análisis de procesos. Es

posible que en parte esta asimetría en la distribución de las observaciones se deba a la presencia de las causas especiales de variación que fueron confirmadas en las respectivas cartas de control para esta característica de calidad. No obstante, se puede confirmar que el mayor número de observaciones se corresponden con valores comprendidos entre 7,5°C y 9,5°C, siendo su rango de 6°C y fluctuando entre 5,7°C y 11,7°C. Esto es importante considerarlo teniendo en cuenta que la temperatura recomendada para la mezcla cárnica después del refinado está entre 10 y 14°C. Es de notar que aun cuando la mayor cantidad de las observaciones son inferiores a 10 °C, esto no genera mayores inconvenientes.

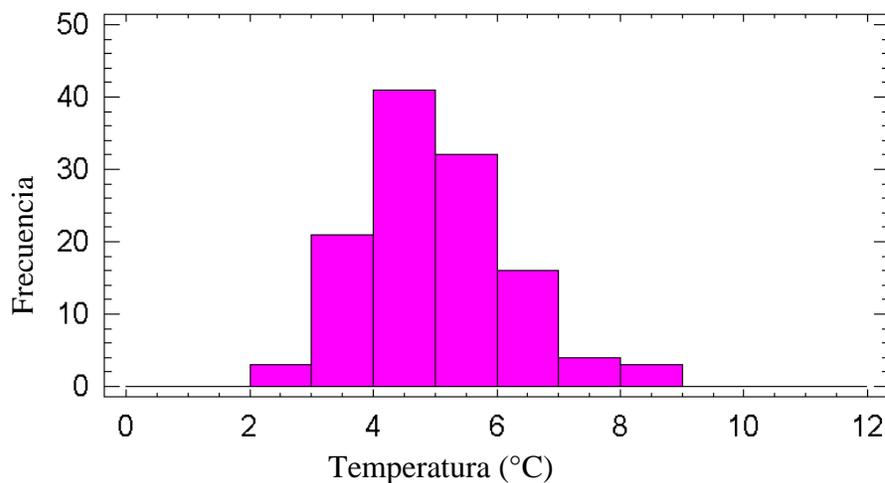


**Figura 62.** Histograma de frecuencia de la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno.

- **Diferencial de temperatura antes y después de refinar la mezcla de salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno**

En el histograma de frecuencia para el diferencial de temperatura de la mezcla cárnica antes y después del refinado para salchicha superior (figura 63) el valor promedio del gradiente de temperatura está alrededor de 5°C y su rango entre 2 y 9°C.

Es de notar como la simetría mejora sustancialmente con respecto a los histogramas de las temperaturas obtenidos antes y después del refinado, esto se debe a que el máximo gradiente de temperatura tolerado es de 10°C y el mismo dependerá de la temperatura con que se recibe la materia prima utilizada en la elaboración de la mezcla cárnica y a la temperatura que es procesada la mezcla antes de refinarla, con una forma que incluso podría aproximarse a la distribución normal, con una media de 5,2°C y una distribución bastante uniforme de las mediciones alrededor de ésta.

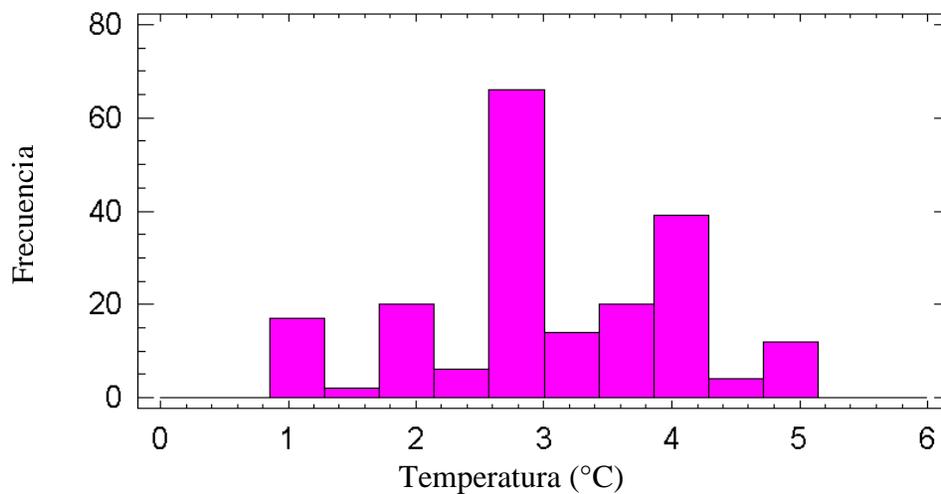


**Figura 63.** Histograma de frecuencia de la diferencia de temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno.

- **Temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno**

La figura 64 corresponde al histograma de frecuencia de la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno siendo éste asimétrico y en apariencia multimodal, con una media de 3,1 °C y un rango que va desde 1 a 5°C. En la figura se observa cómo la mayor proporción de datos se encuentra entre 2,6°C y 4,2°C, habiendo solo una fracción pequeña de las observaciones, representada por las dos últimas barras del histograma, que corresponden a temperaturas por encima de los 4°C que impone el proceso como límite superior de especificación para esta característica de calidad.

La asimetría encontrada en este histograma expresa una importante falta de uniformidad en la distribución de los datos, lo que se ve confirmado por el valor de desviación estándar. Esta heterogeneidad de las mediciones puede deberse a la ausencia de un programa de rotación de la materia prima en las cavas y a la falta de acondicionamiento ésta para el almacenamiento de los tanques de mezclas cárnicas.

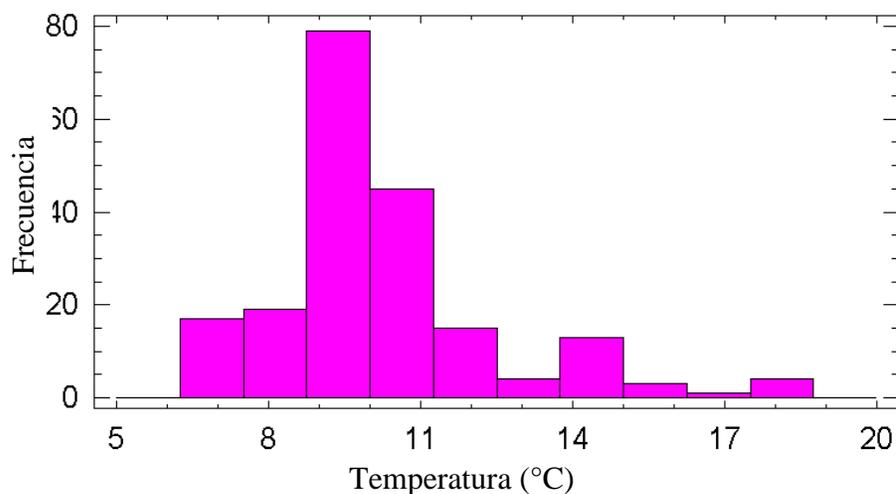


**Figura 64.** Histograma de frecuencia de la diferencia de temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno.

**- Temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno.**

En la figura 65 se observa el histograma de frecuencia de la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha superior durante el 2<sup>do</sup> turno, con una forma sesgada en la que se aprecia una asimetría, con el pico o barra de mayor altura descentrado respecto al rango de las observaciones y con una caída suave de la curva hacia la derecha y brusca hacia la izquierda, que pudiera ser el resultado de intentar ajustar la temperatura de la mezcla después del refinado hacia el extremo inferior del rango buscando llevar el diferencial de temperatura al valor único tolerado por el proceso (10°C).

En el histograma descrito se observa el mayor número de observaciones entre 9 y 10,32°C y una amplitud del rango que va de 6,5 a 17,8°C y que estaría delatando una importante dispersión de los datos.



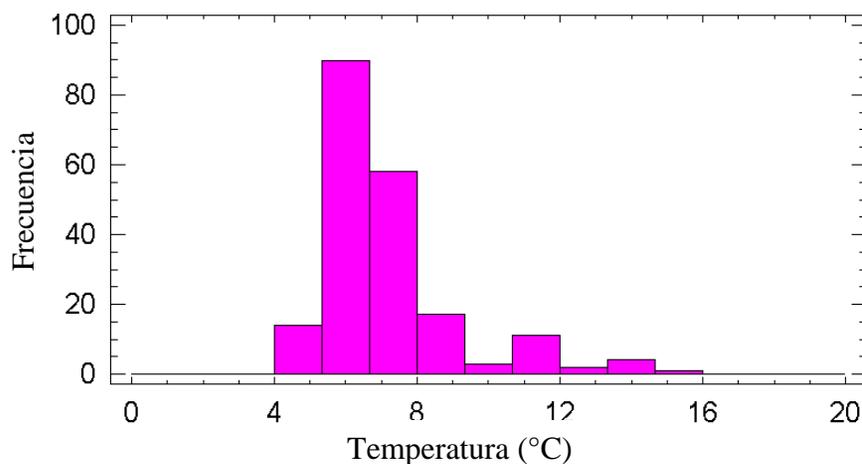
**Figura 65.** Histograma de frecuencia de la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno.

**- Diferencial de temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno**

El histograma de frecuencia del diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno aparece representado en la figura 66, y él muestra una forma clásica sesgada en la que se hace presente la asimetría definida por el desplazamiento del pico hacia el extremo izquierdo del rango, con una caída suave de las barras hacia la derecha de la barra de mayor altura y una abrupta hacia la izquierda, generado muy posiblemente por el ajuste excesivo hecho al proceso buscando ubicar el gradiente de temperatura hacia valores inferiores

a los 10°C fijado como la especificación única para esta característica de calidad. También por ello es posible que el mayor número de los datos se ubiquen alrededor de 7,21°C aun cuando la amplitud del rango es lo suficientemente grande (de 4,1 a 14,18°C) como para que se registren valores que sobrepasen los 10°C.

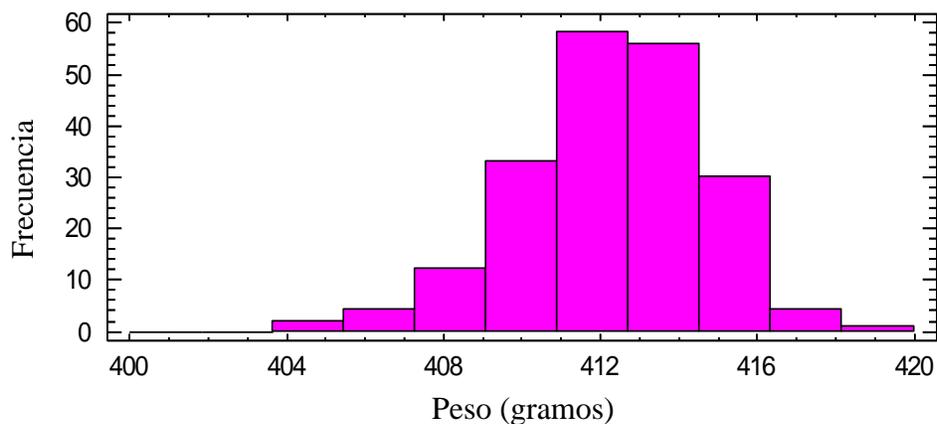
A diferencia del turno anterior no se logró compensar la poca uniformidad de temperaturas antes y después del refinado por lo que aún continúan identificándose no solo la asimetría sino una amplitud del rango de las observaciones que escapa de la especificación, es decir, mientras el rango del histograma correspondiente al diferencial de temperatura de la mezcla en el primer turno va de 2 a 9°C, en el 2<sup>do</sup> turno fluctúa entre 4 y 16°C. Esto se puede deber al incumplimiento del plan de mantenimiento del equipo refinador durante el 2<sup>do</sup> turno.



**Figura 66.** Histograma de frecuencia del diferencial de temperatura antes y después de refinarla mezcla de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno.

- **Peso de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno**

En la figura 67 se observa el histograma de frecuencia para el peso de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno, el cual presenta forma aproximada de campana o distribución normal con la barra de mayor altura en el centro del rango de las observaciones y simétrica. Considerando que el peso de las salchichas debe estar entre 405 y 415 gramos, los datos presentan poca variabilidad y la mayor cantidad de observaciones se encuentran entre 411 y 415 gramos, sin embargo hay una fracción de las observaciones que se encuentran por debajo del peso mínimo (405 gramos) y por encima del peso máximo (415 gramos).

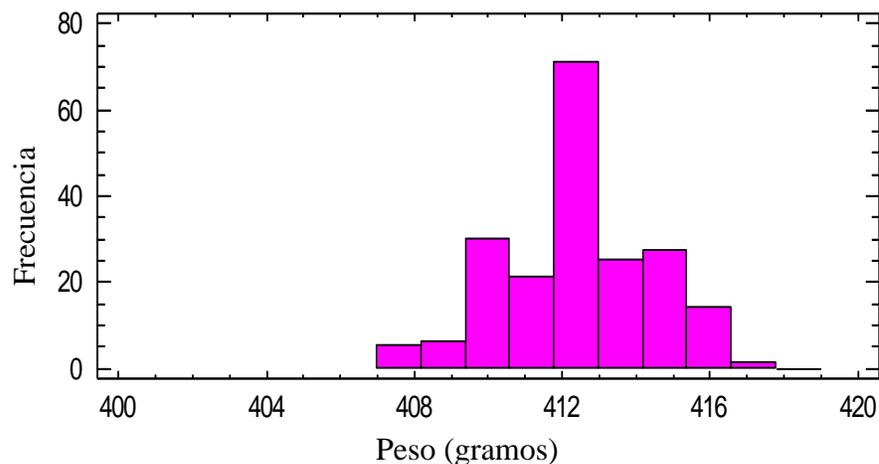


**Figura 67.** Histograma de frecuencia del peso de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno.

- **Peso de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno**

El histograma de frecuencia para el peso de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno (figura 68), se corresponde con una gráfica asimétrica con poca uniformidad en la distribución de los datos en donde el valor mínimo es de 408 gramos y el valor máximo es de 417 gramos y encontrándose aproximadamente el mayor número de observaciones entre 410 y 415 gramos.

El comportamiento de esta característica de calidad en el 2<sup>do</sup> turno difiere del turno anterior más que en sus tendencias centrales en las amplitudes de sus rangos, de modo que mientras en el 1<sup>er</sup> turno los pesos pueden ir de 404 hasta 420 gramos, en el segundo solo fluctúan entre 407 y 418 gramos, aun cuando la mayor irregularidad con que estos datos se distribuyen alrededor de la media en el 2<sup>do</sup> turno respecto al primero dificulta confirmar que el número de veces que se presentan problemas de sobrepeso sea mayor en el primer turno que en el segundo.



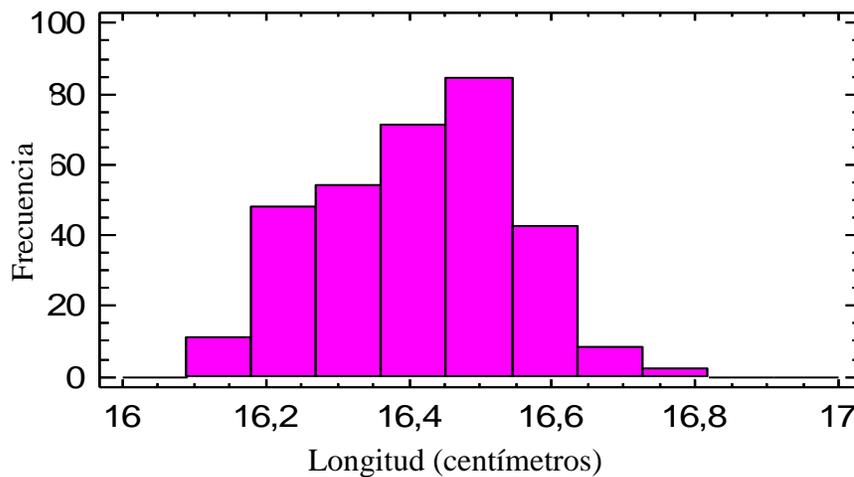
**Figura 68.** Histograma de frecuencia del peso de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno.

- **Longitud de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno**

El histograma correspondiente a la longitud de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno (figura 69) presenta la forma de un histograma con sesgo negativo donde se observa un desplazamiento de la media hacia el límite inferior del rango con una concentración de las mediciones hacia su izquierda. Esta condición pudiera generarse

por la poca amplitud de la especificación de esta característica de calidad ocasionando un ajuste excesivo del proceso a fin de garantizar que las salchichas entren en el empaque.

El rango de los valores graficados oscila entre 16,1 cm y 16,8 cm, reuniéndose la mayoría de éstos entre 16,2 y 16,6 cm. La forma gradual en que descienden las barras hacia la izquierda del pico acusa cierta homogeneidad en la distribución de las observaciones.

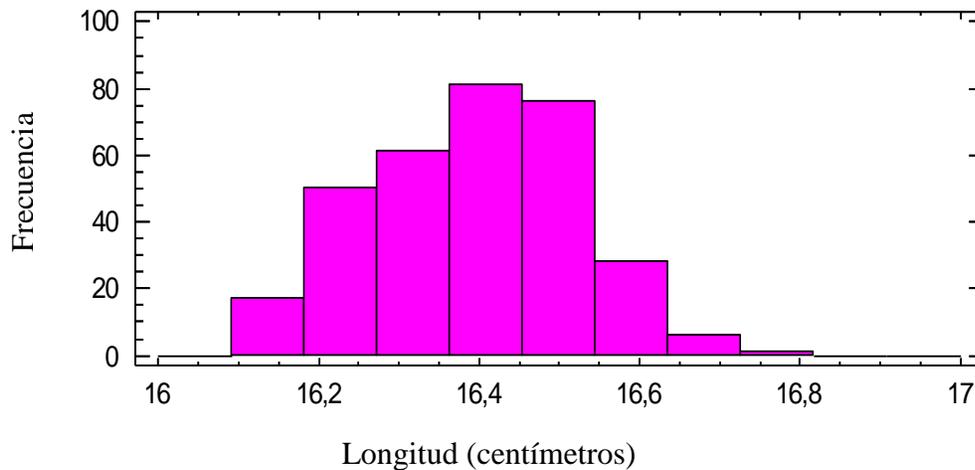


**Figura 69.** Histograma de frecuencia de la longitud de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno.

- **Longitud de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno**

El comportamiento de la longitud de la salchicha en el 2<sup>do</sup> turno es bastante similar tanto en su tendencia central como en la dispersión de sus observaciones al encontrado para esta misma característica de calidad en el 1<sup>er</sup> turno, lo que puede

constatarse al estudiar la figura 70, donde se exhibe un histograma con sesgo negativo con inclusive un poco más de uniformidad en la distribución de los datos alrededor de la media, la cual es de 16,4 cm.

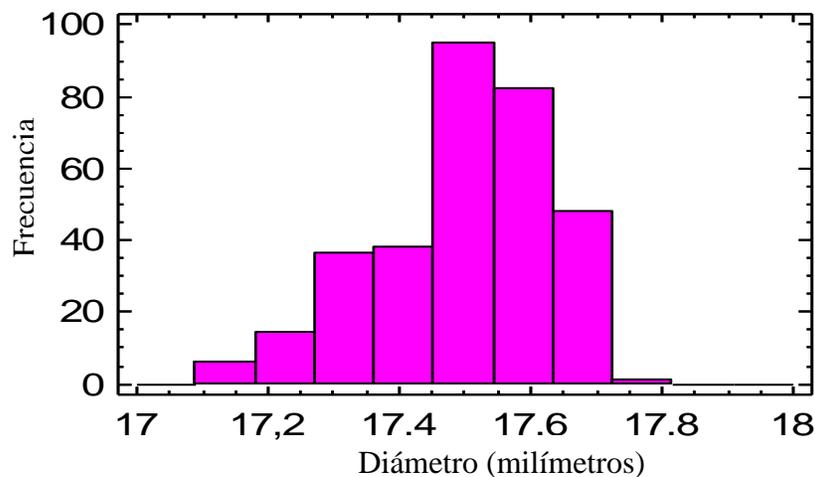


**Figura 70.** Histograma de frecuencia de la longitud de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno.

- **Diámetro de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno**

En la figura 71 se observa el histograma de frecuencia para el diámetro de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno, el cual presenta una asimetría y un descentrado del pico respecto al rango de las observaciones propia de un histograma con sesgo negativo en el que la media se muestra desplazada hacia la derecha del centro del rango con una disminución brusca de la frecuencia hacia la derecha y gradual hacia la izquierda. Adicionalmente se observa en el histograma que los valores de los diámetros oscilan entre 17,1 mm y 17,8 mm, expresando un rango de poca amplitud. El mayor número de observaciones se localiza desplazado hacia la derecha del valor

medio del rango (entre 17,45 mm y 17,65 mm); sin embargo ninguna de las observaciones está por debajo de 17 mm ni por encima de 18 mm, que son los valores entre los que debería oscilar el diámetro de la salchicha. No obstante esto último, es de considerar la presencia de causas de variación importantes en el proceso que fueron delatadas por las respectivas cartas de control y que pudieran estar relacionadas con el sobreajuste del diámetro de las salchichas hacia el límite superior del rango.



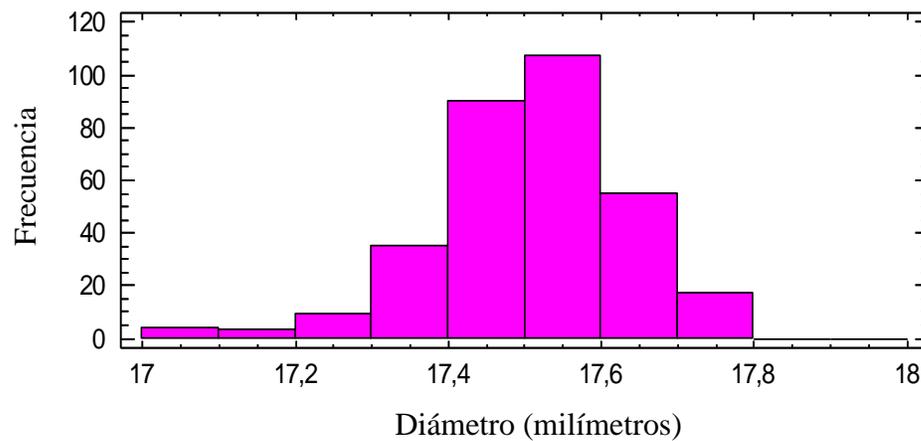
**Figura 71.** Histograma de frecuencia del diámetro de la salchicha superior en el 1<sup>er</sup> turno

- **Diámetro de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno**

La figura 72 muestra el histograma de frecuencia para el diámetro de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno. La forma de este histograma es ligeramente acampanada, con observaciones reunidas en las dos primeras barras que deben ser revisadas, por ser ellas las que rompen con la simetría de la gráfica. Así mismo, la

figura muestra un rango de los datos comprendido entre 17,1 mm y 17,8 mm, con la mayor proporción de observaciones entre 17,4 mm y 17,6 mm.

Al comparar los histogramas de esta característica de calidad en ambos turnos se aprecia que en el 2<sup>do</sup> turno mejora ligeramente la simetría y la distribución de las mediciones alrededor de la media se hace más uniforme en comparación con el primer turno, lo que puede explicarse por el ajuste de los equipos durante la jornada del turno anterior.

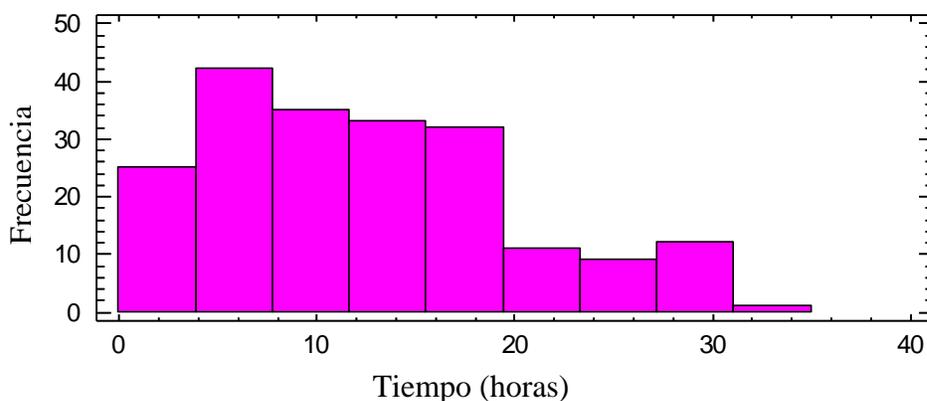


**Figura 72.** Histograma de frecuencia del diámetro de la salchicha superior en el 2<sup>do</sup> turno.

## SALCHICHA ECONOMICA

### - Tiempo de permanencia en cava de la mezcla de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno

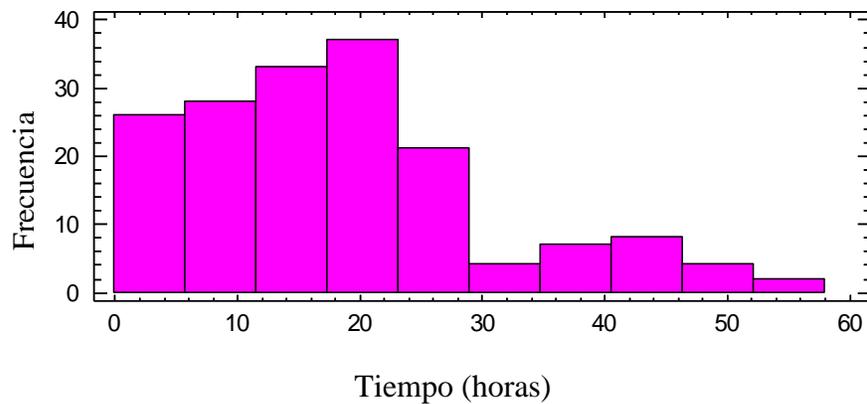
La figura 73 muestra el histograma de frecuencia para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla de la salchicha económica correspondiente al 1<sup>er</sup> turno. La gráfica expresa una forma con sesgo positivo en el que la asimetría viene dada por el desplazamiento de la media hacia el extremo izquierdo del rango de las observaciones con una caída suave de la curva hacia la derecha y una abrupta hacia la izquierda. Los valores graficados fluctúan entre 1 y 32 horas, lo que habla de una importante amplitud del rango que lleva a que un número no despreciable de las mediciones de esta característica de calidad se ubique fuera del límite superior sugerido de 12 horas.



**Figura 73.** Histograma de frecuencia del tiempo de permanencia en cava de la mezcla de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.

**- Tiempo de permanencia en cava de la mezcla de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno**

El histograma de frecuencia para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla de la salchicha económica correspondiente al 2<sup>do</sup> turno (figura 74), expresa una marcada asimetría que dificulta aproximar su forma a cualquiera de las formas clásicas sugeridas para el análisis e interpretación de este tipo de gráfico. No obstante, en la figura puede apreciarse una amplitud del rango que va desde 1 hora hasta 84 horas, lo que pone en evidencia una alta variabilidad de los datos. Así mismo, puede observarse un número substancial de mediciones concentradas entre 12 y 22 horas, lo que estaría indicando que la mayoría de las mediciones se encuentra fuera del límite superior especificado para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla cárnica. La irregularidad en el cumplimiento de las especificaciones expresada por esta característica de calidad evaluada es atribuible a la falta de aplicación por parte de la empresa, de un sistema de almacenamiento interactivo que le permita conocer cuales tanques contentivos de mezcla deberán salir primero, motivo por el cual el personal encargado de sacar los tanques de la cava y llevarlos hasta el área de refinado, toman aquellos que le sean de mas fácil acceso dejando almacenados por mucho más tiempo los tanques que se encuentran al final de la cava estacionaria y/o trancados por otros.



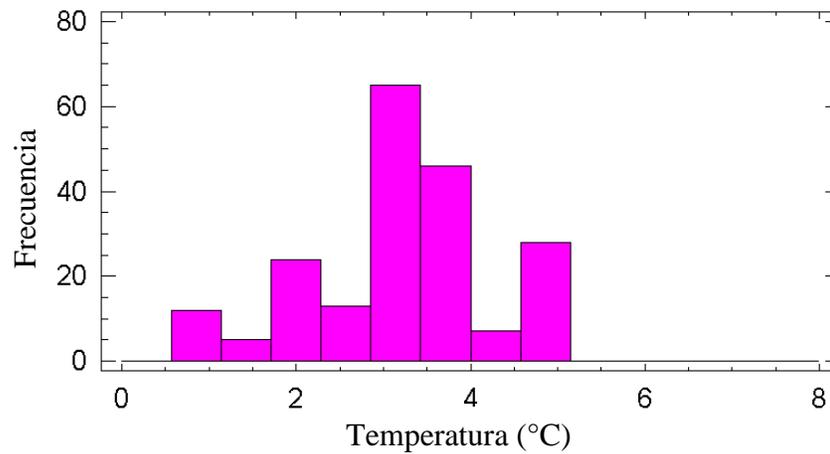
**Figura 74.** Histograma de frecuencia del tiempo de permanencia en cava de la mezcla de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.

Al comparar el comportamiento de esta característica de calidad entre un turno y otro para la misma mezcla cárnica empleada en la elaboración de salchichas económicas, se observa que los tanques procesados en el segundo turno llevan un mayor número de horas almacenados en la cava estacionaria con respecto al primer turno. Esto se debe a la disminución de la presión para producir ejercida por el departamento de ventas de productos manufacturados sobre el personal del área de refinado y embutido de salchichas en horas de la tarde (2<sup>do</sup> turno). Esta particularidad ocurrió específicamente en dos de los días de producción estudiados en los que las metas fueron cubiertas a tempranas horas del día. Esta disminución en la presión para el cumplimiento de dichas metas permitió que el personal del segundo turno se tomara el tiempo requerido para verificar y seleccionar aquellos tanques que debían ser procesados según su fecha de elaboración.

Por otro lado, al cotejar el comportamiento del tiempo de permanencia en cava por parte de las mezclas cárnicas empleadas en la elaboración de los dos tipos de salchicha en estudio (superior y económica) se puede deducir que: a excepción del pico aislado manifiesto en la figura 59, el tiempo de permanencia en cava de la mezcla económica para ambos turnos de trabajo es mucho mayor que para la mezcla de salchicha superior; esto debido a la preferencia manifiesta por parte de la empresa para sacar de primero las producciones de este rubro (salchicha superior), como producto bandera de la organización.

- **Temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno**

Para el caso de la distribución de la frecuencia de las temperaturas registradas antes del proceso de refinado en la salchicha económica durante el 1<sup>er</sup> turno, la data registra un histograma asimétrico (figura 75) con una forma de peine en el que se alternan barras altas y barras bajas de modo regular; con una media cercana a los 3°C, un rango de las temperaturas que oscila entre 0,5 y 5°C y con la mayor proporción de datos ubicados entre 3 y 4°C.

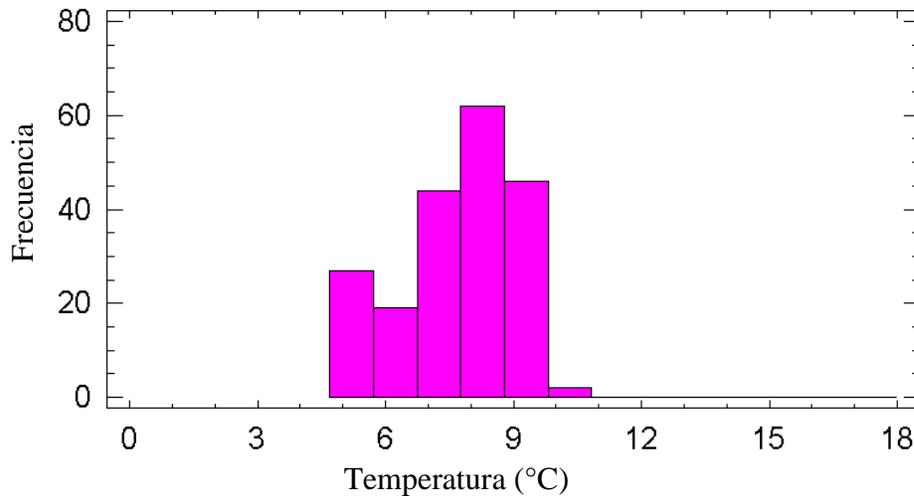


**Figura 75.** Histograma de frecuencia de la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.

**- Temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno**

Para el caso del estudio del comportamiento de la temperatura de la mezcla después del refinado reflejado en el histograma de frecuencia representado en la figura 76, se puede confirmar un histograma asimétrico, con observaciones concentradas entre los 5 y 10,1°C y un promedio alrededor de 7,52°C. La presencia de clases en el histograma cuyo límite superior no llega a los 11°C informa que no se registran valores que escapen del límite de especificación superior sugerido para esta característica de calidad (14°C). El cumplimiento de esta especificación es atribuible al turno laboral en el cual se registró la data ya que el equipo refinador arranca en el primer turno totalmente limpio y no es sino hasta final de cada ciclo del turno (subgrupos 7 y 8 de cada día), que la temperatura de la mezcla después del refinado sufre un leve incremento debido a la falta de mantenimiento del equipo refinador.

Este ligero aumento en la escala centígrada, en general no llega a ser significativo para este primer turno.

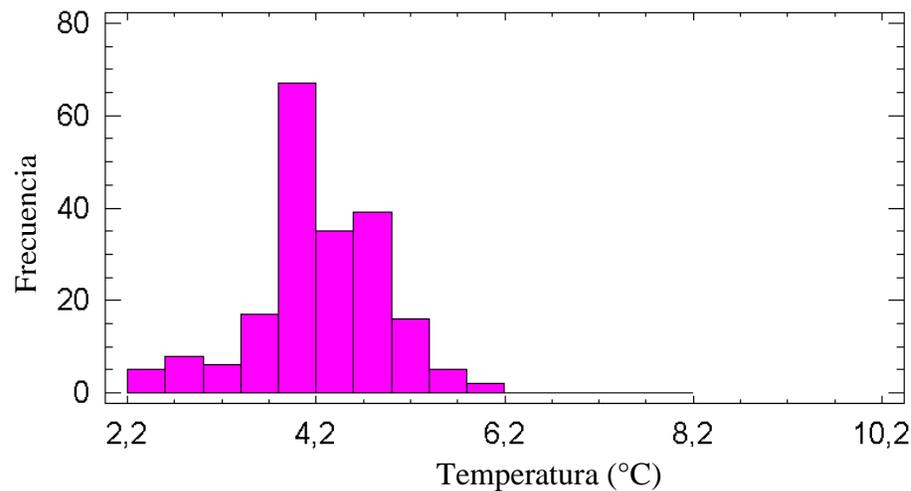


**Figura 76.** Histograma de frecuencia de la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.

**- Diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno**

En la figura 77 se muestra la gráfica de los datos correspondientes al diferencial de temperatura de la mezcla cárnica (antes y después del refinado) de la salchicha económica durante el 1<sup>er</sup> turno de trabajo. La figura muestra un histograma asimétrico con barras de altura irregular alrededor del pico, una mediacercana a 4°C, un rango que fluctúa entre 2,2 y 6,2°C y una concentración de las observaciones entre 3,7 y 5,3°C. La alta heterogeneidad manifiesta por las mediciones en la gráfica puede ser el resultado de las elevadas temperaturas alcanzadas por la mezcla cárnica a la salida del equipo refinador principalmente el día viernes, incrementándose a su vez el gradiente

de temperatura en forma considerable y con ello la dispersión de la data. Aún cuando esta elevada dispersión de las observaciones no llega a comprometer el desempeño de la característica de calidad, por no presentarse valores que escapen de los 10°C sugeridos como límite superior, no deben dejar de atacarse las causas de esta falta de homogeneidad de las observaciones.



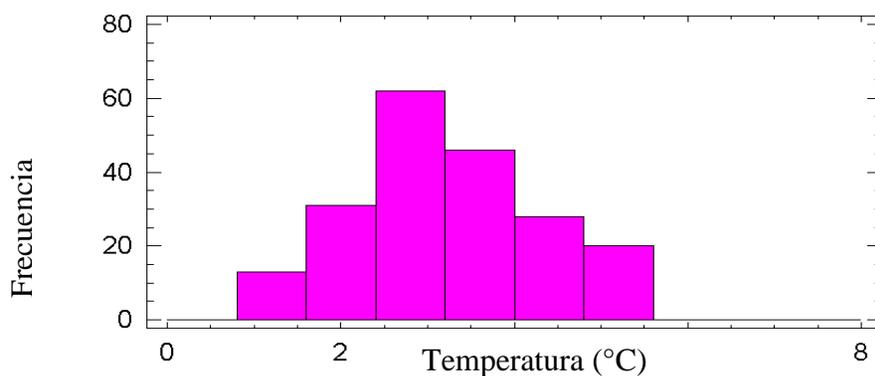
**Figura 77.** Histograma de frecuencia de la diferencia de temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.

- **Temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.**

El comportamiento de la temperatura de la mezcla antes de refinar para la salchicha económica durante el 2<sup>do</sup> turno difiere bastante del encontrado para esta misma característica de calidad durante el primero. Esto puede apreciarse en la figura 78, en la que se distingue un histograma simétrico, con forma de campana o de

distribución normal en el que el promedio de las observaciones se ubica alrededor de los 3°C y el rango oscila entre 0,7 y 5,6°C, concentrándose la mayor proporción de datos entre 2,5 y 4°C.

Dada las características operativas del segundo turno resulta inesperada esta conducta de la temperatura de la mezcla antes de refinar, especialmente en lo que se refiere a la homogeneidad de las mediciones. Es posible que ello pudiera explicarse por el incumplimiento del FIFO a la hora del traslado de los tanques al área de procesamiento, los tanques contentivos de la mezcla cárnica a utilizar son los que van saliendo directamente de la mezcladora por lo que presentan la temperatura adecuada para ser procesadas, dejando los tanque con mayor tiempo de procesamiento en la cava de almacenamiento.

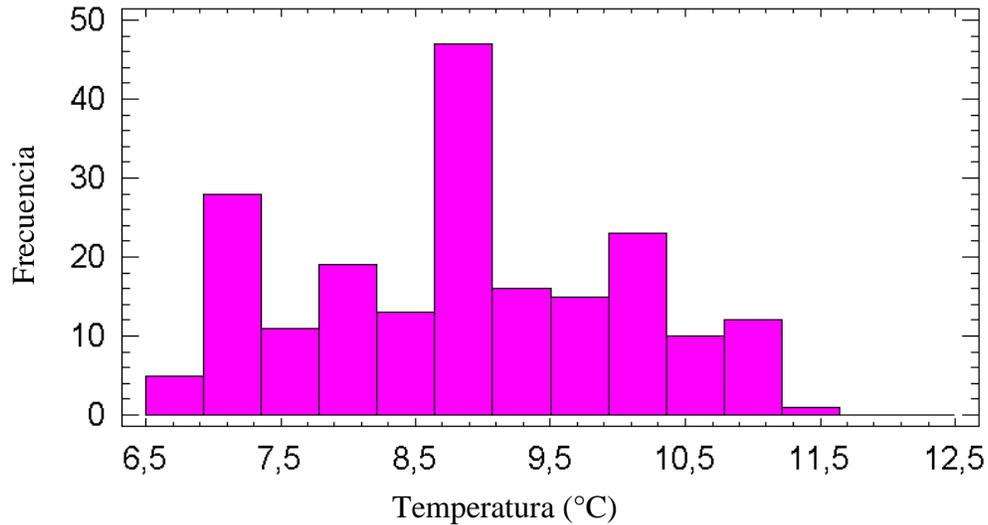


**Figura 78.** Histograma de frecuencia de la temperatura antes de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.

- **Temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.**

En la figura 79 se observa el histograma de frecuencia para la temperatura de la mezcla cárnica para salchicha económica correspondiente al 2<sup>do</sup> turno. La presencia en él de barras altas y bajas alternándose de manera más o menos regular sugiere la aproximación a una forma de peine, con una media de 8,7°C, y una amplitud del rango que va desde 6,5 hasta 11,6 °C.

La importante variabilidad expresada por las observaciones y que se hace evidente en la forma irregular en que las barras se distribuyen alrededor de la media, era de esperarse para esta característica de calidad y en este turno de acuerdo a la particularidad del proceso de producción de la salchicha. No obstante, esta actuación de la temperatura de la mezcla después del refinado no parece corresponderse con la encontrada en la temperatura antes del refinado para el mismo turno, todo ello tomando en consideración la relación de dependencia que guarda la temperatura después del refinado con la reportada en el primero. Esta particularidad expresada en la gráfica podría ser atribuible a las fallas presentadas en el cumplimiento del plan de mantenimiento del equipo refinador, lo que generó que la temperatura de la mezcla cárnica se elevara por encima de lo esperado arrojando valores inconsistentes con los esperados. Es importante destacar que la mezcla cárnica para salchicha económica contiene componentes que son difíciles de refinar, tales como el cuero, los cuales se van acumulando en la cuchilla y los discos del equipo refinador, aumentando la fricción de la mezcla dentro del equipo y consecuentemente la temperatura de la mezcla de no hacersele a la máquina el mantenimiento adecuado.

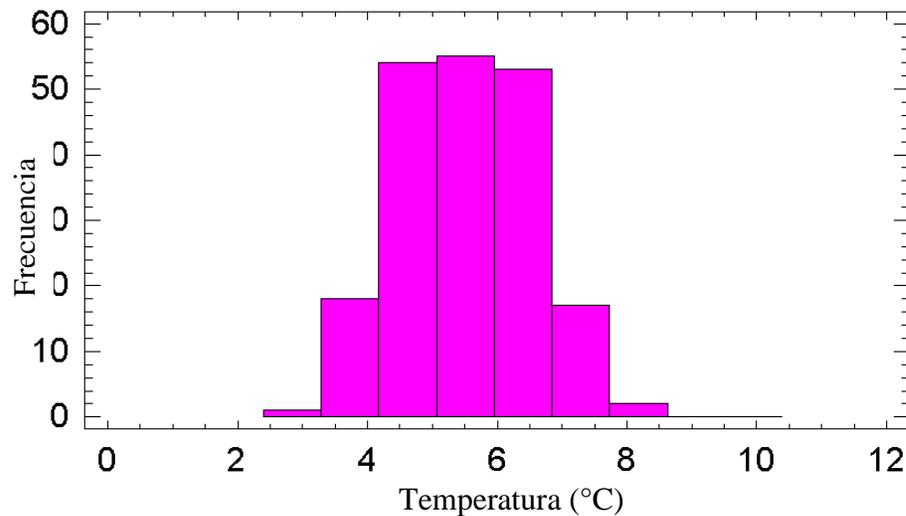


**Figura 79.** Histograma de frecuencia de la temperatura después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.

**- Diferencial de la temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.**

En la figura 80 se muestra la gráfica de la data correspondiente al diferencial de temperatura de la mezcla cárnica (antes y después del refinado) para preparar salchicha económica durante el 2<sup>do</sup> turno de trabajo. Se observa un histograma de apariencia bastante simétrica, con una distribución bastante homogénea de los datos alrededor de la media, la cual es de 5,5°C y una amplitud del rango en el cual se proyectan los valores desde 2,4 hasta 8,7°C. El recogimiento de la conducta expresada por esta característica de calidad en esta gráfica respecto al encontrado para la temperatura de la mezcla después del refinado en lo que atañe a la uniformidad de los datos y el desplazamiento del promedio desde 8,7 hasta 5,5°C es

producto del efecto compensatorio ejercido por los valores de la temperatura de la mezcla antes de refinar. En función a ello se debe controlar la temperatura de la mezcla antes de refinar.

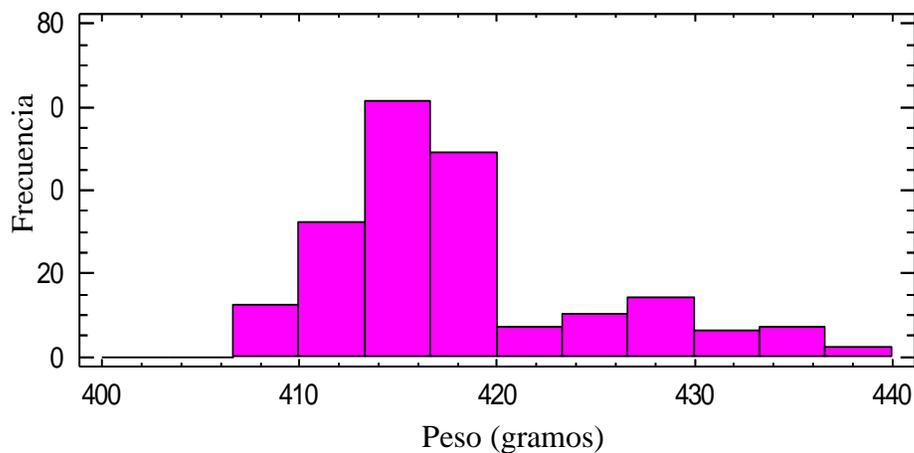


**Figura 80.** Histograma de frecuencia de la diferencia de temperatura antes y después de refinar la mezcla de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.

#### - **Peso de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno**

El histograma de frecuencia para el peso de la salchicha económica correspondiente al 1<sup>er</sup> turno (figura 81), expresa una marcada asimetría que dificulta aproximar su forma a cualquiera de las formas clásicas sugeridas para el análisis e interpretación de este tipo de gráfico. No obstante, en la figura puede apreciarse una variabilidad importante de las observaciones, con una amplitud del rango que va desde 408 hasta 438 gramos. Así mismo, puede observarse un número substancial de mediciones concentradas entre las 410 y 420g y una media de 418,3 g, lo que estaría indicando que la mayoría de las mediciones se encuentran desplazadas

hacia el límite superior especificado para el peso de la salchicha (418g). Ello se puede deber a la alta fluidez de la mezcla cárnica en la formulación de esta salchicha en comparación a la superior, lo que genera fluctuaciones importantes en el caudal al embutir la salchicha impactando sobre el ajuste del peso hacia el límite superior, como consecuencia de un sobreajuste de la máquina por parte del operador.



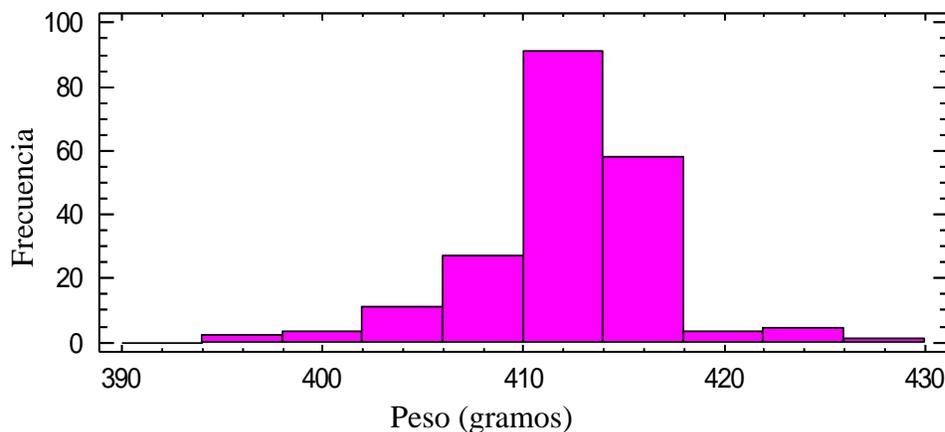
**Figura 81.** Histograma de frecuencia del peso de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.

- **Peso de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno**

En la figura 82 se observa el histograma de frecuencia para el peso de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno, y en él se puede apreciar una distribución asimétrica de las observaciones alrededor del pico o barra de mayor altura, un valor mínimo 396 g y uno máximo de 428 gramos ambos valores fuera de los especificados para esta característica de calidad (410 y 415 gramos) y una media de 412,75 gramos. La mayor proporción de datos está concentrada entre 410 y 418 gramos, por lo

que solo una fracción pequeña de las mediciones se encontraría dentro de los 410 y 415 gramos sugeridos como rango de tolerancia técnica.

Al comparar el desempeño de esta característica de calidad durante ambos turnos, se nota una mejora en la media, una ligera disminución de la amplitud del rango y en la variación de las observaciones en el segundo turno respecto al primero, lo que permitió que la proporción de datos que quedara incluida dentro del rango de especificaciones sugeridas para esta variable fuera mayor en este turno en comparación con el primero.

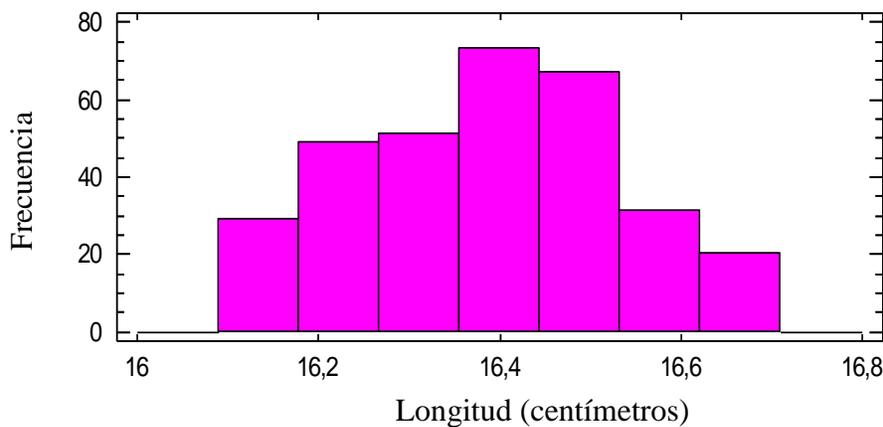


**Figura 82.** Histograma de frecuencia del peso de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.

#### - Longitud de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno

En la figura 83 se observa el histograma de frecuencia para la longitud de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno. Los valores graficados oscilan entre 16,1 cm y 16,7 cm y la mayor cantidad de datos se encuentran concentrados entre 16,2 cm y

16,5 cm. La media es de 16,4 cm y se muestra desplazada hacia la especificación superior sugerida para esta característica de calidad (16,5 cm), lo que contribuye junto con la amplitud a empujar a una fracción pequeña de las observaciones a escapar de esta especificación.

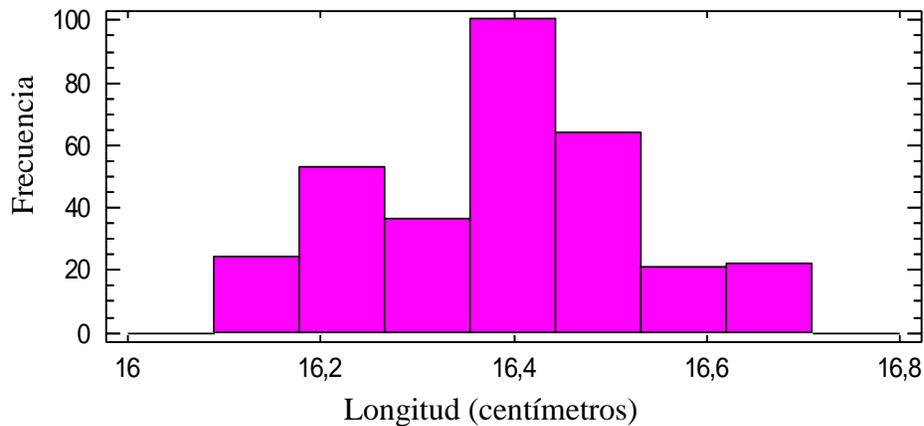


**Figura 83.** Histograma de frecuencia de la longitud de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.

- **Longitud de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno**

El histograma de frecuencia para la longitud de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno, que aparece representado en la figura 84, muestra un comportamiento muy similar en este turno respecto al primero, los valores graficados oscilan entre 16,1 cm y 16,7 cm, la mayor proporción de datos se encuentran entre 16,3 cm y 16,5 cm y una media de 16,4 cm desplazada hacia el límite superior de especificación con una fracción pequeña de las observaciones por fuera de éste. No obstante que los histogramas de ambos turnos exhiben iguales rangos y medias, en la figura 86 se aprecia un histograma con mucha más variabilidad que la encontrada en el en el

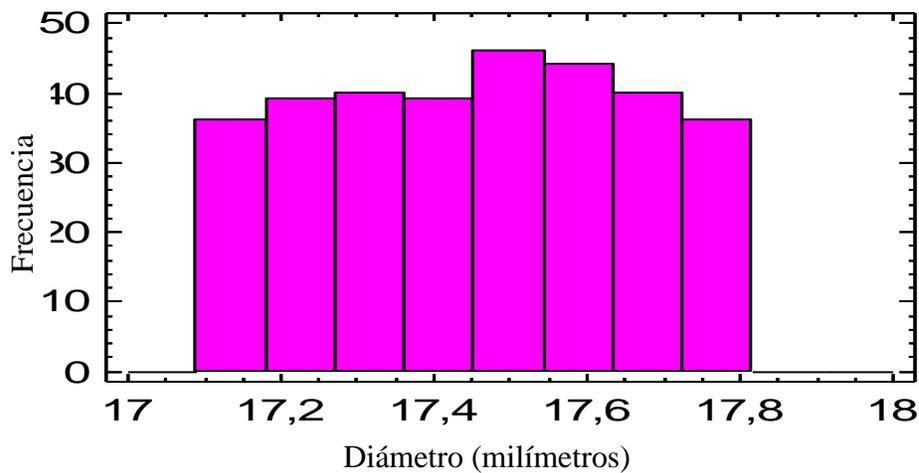
primer turno. La conducta de esta característica de calidad está directamente relacionada con el peso y diámetro de la salchicha y por ser esta mezcla más fluida que en el caso de la salchicha superior se evidencia una mayor variabilidad de los datos impactando en la calidad del producto final y generando rechazos y reproceso.



**Figura 84.** Histograma de frecuencia de la longitud de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.

#### - Diámetro de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno

En la figura 85 se observa el histograma de frecuencia para el diámetro de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno. Este histograma presenta la forma característica de mesetao distribución rectangular en la que se alternan barras altas y bajas sin que se distinga claramente alguna de ellas por encima de las demás. Es una distribución bastante uniforme en la que los valores fluctúan entre 17,1 mm y 17,8 mm, manteniéndose la amplitud de este rango dentro del margen de tolerancia sugerido para esta característica de calidad. Esta homogeneidad relativa de la data podría deberse al tipo de instrumento de medición empleado (vernier) en esta característica.



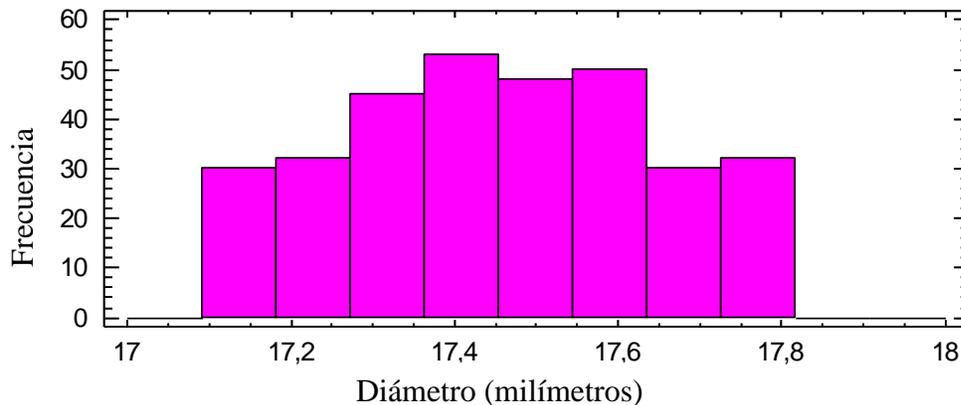
**Figura 85.** Histograma de frecuencia del diámetro de la salchicha económica en el 1<sup>er</sup> turno.

- **Diámetro de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno**

El histograma de frecuencia para el diámetro de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno (figura 86) muestra un comportamiento similar al que se encontró para esta característica de calidad durante el primer turno.

En la figura se observan barras altas y bajas que se alternan sin el predominio marcado de alguna de ellas por encima de las otras, los valores varían entre 17,1 mm y 17,8 mm, sin encontrarse valores fuera de las especificaciones técnicas, aunque sí hay una concentración de las observaciones entre 17,3 y 17,6 mm que era imposible identificar durante el primer turno, producto de una menor uniformidad en la distribución de las observaciones. El incremento de la variación encontrado en este turno en comparación con el primero puede deberse a la acentuación de las fluctuaciones en la consistencia de la mezcla cárnica como consecuencia de alto

tiempo de permanencia en la cava de almacenamiento y a la utilización de materia prima con temperaturas mayores a las especificaciones para no paralizar las operaciones de elaboración de la mezcla.

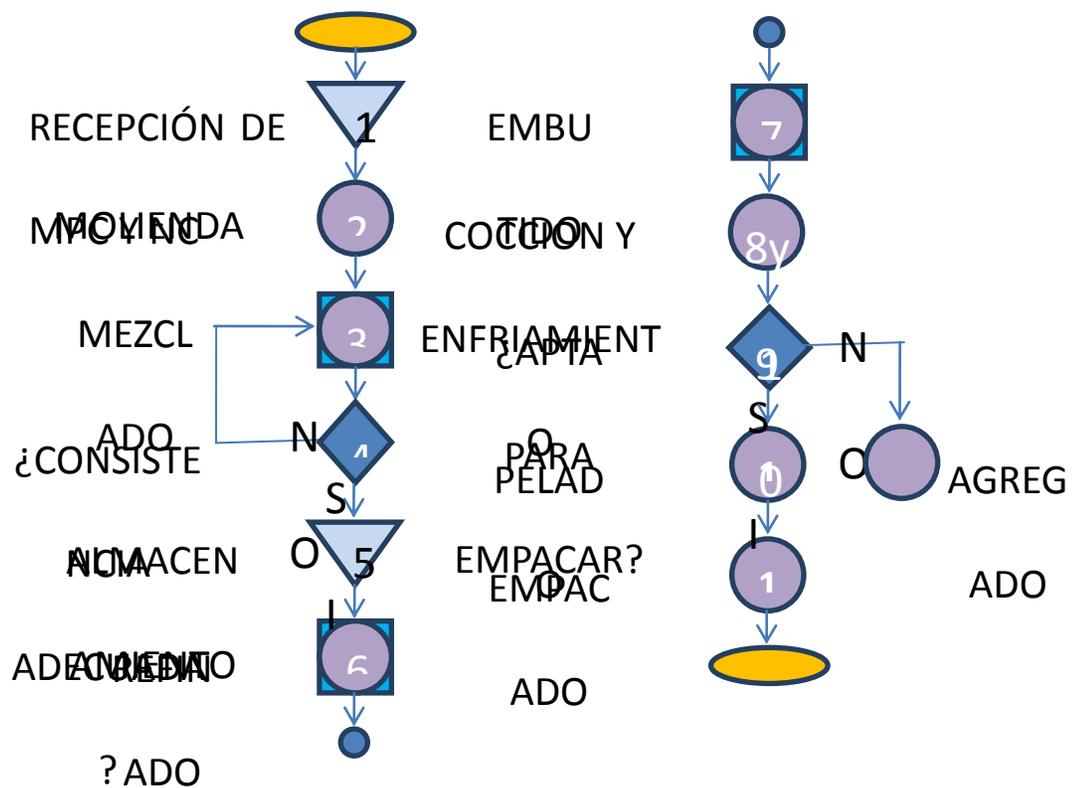


**Figura 86.** Histograma de frecuencia del diámetro de la salchicha económica en el 2<sup>do</sup> turno.

### **6.3. IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE LAS CAUSAS QUE GENERAN NO CONFORMIDADES EN LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS TIPO SALCHICHAS SUPERIOR Y ECONÓMICA**

En la figura 87 se muestra el diagrama de flujo del proceso de elaboración de un producto cárnico tipo salchicha basado en la descripción de proceso y la observación directa en la elaboración del mismo, cabe destacar que el diagrama de flujo de la salchichas superior y económica difieren solo en la materia prima cárnica y no cárnica.

Debido a que el presente estudio se enfoca en el comportamiento de las características de calidad de la salchicha superior y económica que se ubican en solo parte del proceso completo de elaboración del embutido, en la figura 87 se presenta la diagramación solo de esa fracción del proceso. No obstante, en la discusión de la figura se procedió a mencionar muy brevemente las etapas que le anteceden a las diagramadas a fin de facilitar su entendimiento.



**Figura 87.** Diagrama de flujo de proceso de elaboración de salchichas superior y económica.

### **1. Recepción de materia prima cárnica y no cárnica**

La materia prima cárnica y no cárnica son recibidas y almacenadas en cava a una temperatura entre 0 y 5°C previa selección de la misma, esta carne debe ser en lo posible magra ya que ésta puede influir en la calidad del producto final (Wirth, 1992).

### **2. Molienda**

Se le coloca un disco pre-cortador al molino. La carne previamente seleccionada es descarga a través de unos tanques de acero inoxidable a la tolva del molino a fin de disminuir el tamaño de la partícula para posteriormente formar la emulsión.

### **3. Mezclado**

La incorporación de todos los ingredientes necesarios para la elaboración del producto en la mezcladora tiene como objeto la distribución homogénea de los ingredientes cárnicos molidos y de los aditivos alimenticios utilizados, en esta etapa del proceso se debe inspeccionar la mezcla ya que si ocurre un mal mezclado podría ocasionar que no se forme la emulsión y que el sabor de la mezcla sea diferente en cualquier punto del producto (Frey, 1995)

#### **4. ¿La mezcla presenta una consistencia adecuada para refinar?**

Al realizar la inspección en la etapa anterior se debe garantizar que el mezclado sea homogéneo, con una textura adecuada y con la temperatura requerida para poder proceder a refinar de no ser así se debe mezclar nuevamente.

#### **5. Almacenamiento**

Los tanques contentivos de la mezcla cárnica son almacenados en una cava donde de acuerdo al tipo de producto serán trasladados al área de procesamiento, donde se procede a refinar la mezcla.

#### **6. Refinado**

Consiste en la reducción del tamaño de la partícula, haciendo pasar la mezcla por un conjunto de discos que permiten la formación de la emulsión. La mezcla no debe tener una temperatura mayor a 4°C, para evitar que al refinarla no afecte la estabilidad de la emulsión, permitiendo un diferencial de temperatura antes y después de refinar hasta 10°C. (Vivas, 2001).

#### **7. Embutido**

Luego de refinar es importante que se embuta la mezcla lo más rápido posible ya que si la temperatura es muy elevada (mayor a 15°C) se corre el riesgo de romper la emulsión. Se procede a llenar las tripas artificiales a través de unas embutidoras

(equipos eléctricos) que le dan la forma a través del peso, longitud y diámetro deseado por la empresa de acuerdo a la presentación del mismo. (Enciclopedia Agropecuaria Terranova, 1995)

## **8. Cocción**

Al embutir las salchichas éstas son colgadas en un paral que se coloca en un horno continuo, el tiempo total del proceso es de una hora veinte minutos aproximadamente. Pasando por tres etapas dentro de hornos con diferencias de temperatura hasta alcanzar temperaturas de pasteurización.

## **9. Enfriamiento**

Se realiza con una solución de salmuera que le es rociada a las ristras de salchichas, logrando un rápido enfriamiento del producto (Desrosier, 1997). Esta operación ocurre en el mismo horno donde se cocinan las salchichas.

## **10. Pelado**

Se hacen pasar las ristras de salchichas a través de unas máquinas que permiten la separación de la tripa artificial de la salchicha mediante una cuchilla y presión de aire. Si el producto no alcanza temperaturas de enfriamiento puede afectar fuertemente el pelado debido a que la tripa se adhiere más de las salchichas.

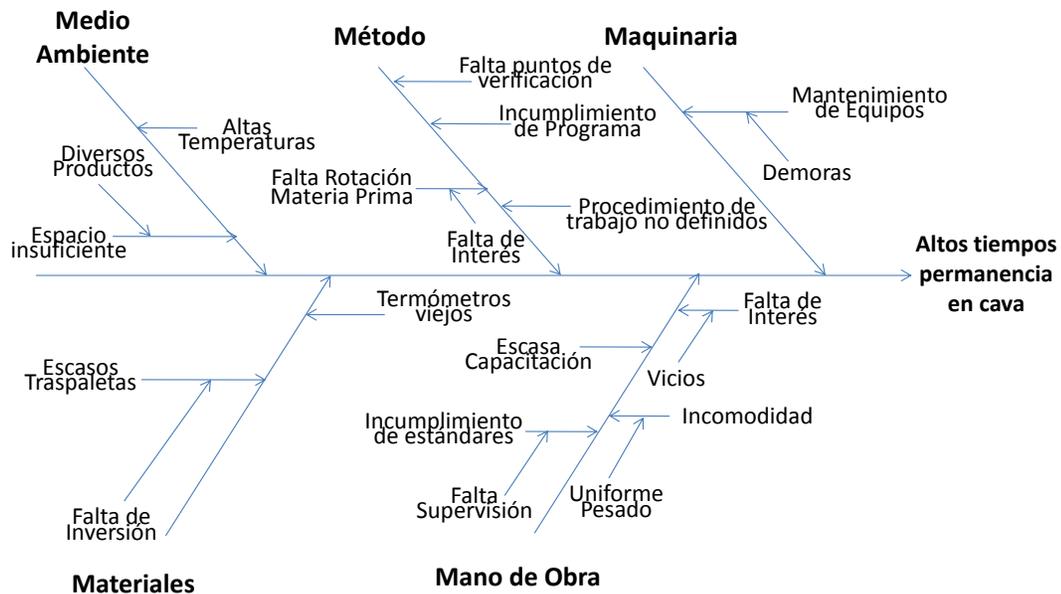
## **11. Empacado**

Las salchichas son colocadas en los moldes destinados para ello de acuerdo a la presentación del producto siendo previamente inspeccionadas para verificar el cumplimiento de las especificaciones en cuanto al peso, longitud y diámetro y así proceder al empaclado a través de unas multivac que empaca al vacío, previniendo así el desarrollo de microorganismos patógenos.

Habiendo documentado el proceso a través del diagrama de flujo, el siguiente paso fue identificar las causas potenciales asociadas a las no conformidades de las distintas características de calidad para las salchichas superior y económica, lo cual se hizo a través de diagramaciones causa-efecto según el método de las 6 M's, para inmediatamente proceder a priorizarlas mediante los respectivos diagramas de Pareto y tomar esta información como insumo para la formulación del plan de acción orientado a corregir o mejorar dichas características de calidad.

### **1.- Tiempos de permanencia en cava de la mezcla para la elaboración de la salchicha.**

Seguidamente se presenta en la figura 88 el diagrama causa-efecto donde se muestra la relación existente entre las causas probables que ocasionan los prolongados tiempos de permanencia en cava de la mezcla para la elaboración de la salchicha.



**Figura 88.** Diagrama Causa-Efecto de los altos tiempos de permanencia en cava de la mezcla de las salchichas superior y económica.

a) Medio Ambiente

**Altas Temperaturas:** la cava presenta unas especificaciones en cuanto a temperatura las cuales no se cumplen por dos razones: la primera es que no posee instrumentos de monitoreo de temperaturas, corroborándose solo en auditorías internas que la temperatura registrada es superior a la requerida y la segunda es que la cantidad de producto que se almacena en la cava está por encima de su capacidad ocasionando que la temperatura aumente continuamente.

**Espacio Insuficiente:** en la cava de almacenamiento de mezclas cárnicas se reciben mezclas de otros departamentos por lo cual existe una gran diversidad de tanques que

no permite ubicarlos adecuadamente para ser utilizados de acuerdo a la fecha de elaboración.

b) Método

**Falta de puntos de verificación:** en la cava de almacenamiento no existen controles que permitan verificar la fecha de elaboración y la ubicación de los tanques contentivos en función a las fechas de elaboración de las mezclas. Ello determina que los tanques se vayan sacando de la cava sin un orden sistemático establecido por la cronología de ingreso de los mismos por lo que el tiempo de permanencia de la mezcla en la cava no solo fluctúa mucho sino que en muchos casos aumenta considerablemente respecto al rango de tolerancia establecido por la organización.

**Incumplimiento del programa de producción:** específicamente por paradas mecánicas y ausentismo laboral por parte del personal de base que opera en el área de producción, generando esto sobrantes de mezclas cárnicas que deberán ser embutidas en la siguiente jornada, no siendo siempre respetado el orden en que estas mezclas residuales se han ido acumulando en la cava para el momento de seleccionar los tanques que ingresarán en el siguiente turno de producción, por lo que aumenta el tiempo de permanencia de estos tanques a valores considerablemente elevados.

**Falta Rotación de Producto en Proceso:** existen fallas en la rotación de las mezclas cárnicas dentro de la cava a modo de garantizar que aquellos tanques que llegaron primero sean los que primero se desalojen (regla FIFO). Generalmente es la falta de interés por parte de los operarios lo que prevalece en esta rotación, de modo que buscando agilizar la entrega al área de procesamiento se saca el producto al que más fácilmente puede accederse sin considerar su fecha de ingreso a la cava, alterando así el orden de la cava y por ende aumentando el tiempo de permanencia de algunos tanques en ella. Esta indiferencia del operario es debida de manera importante a su desconocimiento sobre las consecuencias que tiene el no respetar el orden de ingreso de los tanques de mezclas cárnicas a la cava sobre la calidad del producto terminado.

**Procedimientos e instrucciones de trabajos inexistentes:** actualmente no existen ni procedimientos ni instrucciones de trabajo que describan el proceso de almacenamiento y traslado de los tanques al área de procesamiento, de modo que el operario no recibe una inducción formal sino que la información le llega solo a través de otros compañeros de labor de mayor antigüedad en el sitio de trabajo. Esto genera una distorsión progresiva de la instrucción que termina por forjar un desconocimiento grosero de la importancia y las implicaciones acarreadas por el incumplimiento de los procedimientos de almacenamiento y salida de almacén.

c) Maquinaria

**Mantenimiento de equipos:** la falta o inadecuado mantenimiento de la maquinaria que transporta las mezclas desde la cava de almacenamiento hasta el área de producción provocan demoras en la salida de cava y entrega de los tanques contentivos de las mezclas cárnicas, siendo los problemas más frecuentes en estos casos la falta de los traspaletas, que además de no ser suficientes en número se ven aún disminuidos por no tener un mantenimiento adecuado.

d) Materiales

**Escasos Traspaletas:** la falta de traspaletas para trasladar las mezclas cárnicas al área de procesamiento impide hacer el trabajo eficientemente. Es necesario recordar que estos equipos operan con baterías recargables y si existen pocos esto también va a generar demoras debido al tiempo que se requiere para recargar las baterías, lo que incrementa el tiempo del semi-elaborado en cava.

**Termómetros deteriorados:** los termómetros utilizados para el monitoreo de la temperatura de las mezclas y la temperatura ambiente de la cava están deteriorados, por lo que actualmente no se llevan estos registros de manera sistemática y por ende continua sino que solo se realizan registros al efectuar las auditorías internas.

e)Mano de Obra

**Falta de Interés:** muchos operadores manifiestan falta de interés al realizar las actividades y llevar control y registros referentes a las mismas. Esto se ve agudizado ante la falta de seguimiento de estas actividades. Los operadores están en conocimiento de las fallas en algunos métodos y la ausencia o el mal funcionamiento de algunos instrumentos y/o equipos y no muestran iniciativas en pro de reportarlos o incluso mejorar aquellas situaciones que están a su alcance por no sentir que se le da la importancia que ésta amerita o no contar con el apoyo de sus supervisores dentro del departamento.

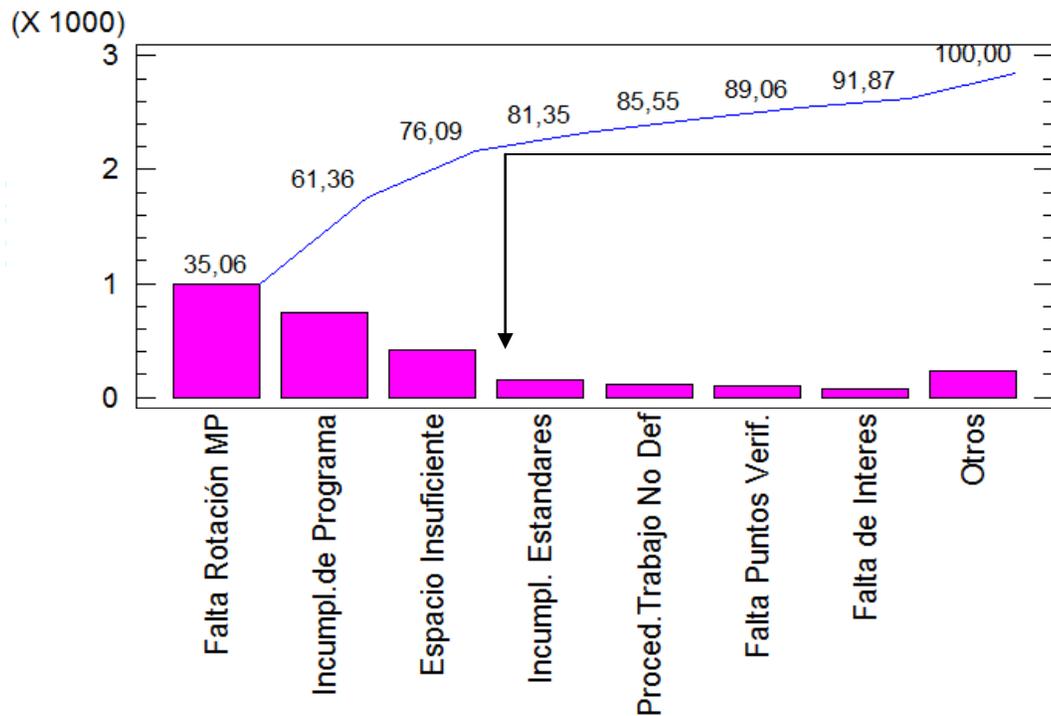
**Incomodidad para realizar el trabajo:** los operarios de las líneas expresan que realizan un trabajo incómodo en virtud de que trabajan en un área que se encuentra a temperaturas muy bajas, por lo que tienen que utilizar uniformes especiales para protegerse del frío que son muy pesados y en muchas ocasiones molestos a la hora de realizar su labor.

**Insuficiente Capacitación:** aunque los operarios conocen la regla FIFO (Lo primero que entra es lo primero que sale) desconocen la importancia del cumplimiento de la misma ya que no tienen la capacitación adecuada. Esto influye directamente en el tiempo de permanencia en cava de los tanques con las mezclas cárnicas ya que hay mezclas que debiendo ser procesadas con mayor prioridad van siendo dejadas en

cava, disminuyendo así la eficiencia del proceso productivo y la calidad del producto terminado y ocasionando pérdidas de mezclas por deterioro de este producto en proceso.

**Incumplimiento de estándares:**el ingreso de las mezclas cárnicas para su procesamiento en la elaboración de salchichas debe cumplir ciertos criterios, como lo es la escogencia de los tanques según la regla FIFO, a modo de garantizar las temperaturas de las mezclas cárnicas al ingresar a la línea de embutido. Estos criterios son sistemáticamente incumplidos y esta inconformidad es conocida por todos los trabajadores involucrados con el proceso productivo alegándose en honra a ello que los estándares no están claros en los requerimientos de la empresa, situación ésta que afecta directamente el tiempo de permanencia en cava.

Al priorizar estas causas potencialmente asociadas a los prolongados tiempos de permanencia en cava de las mezclas cárnicas para la elaboración de salchicha superior y económica a través del respectivo diagrama de Pareto, se obtuvo la figura 89.



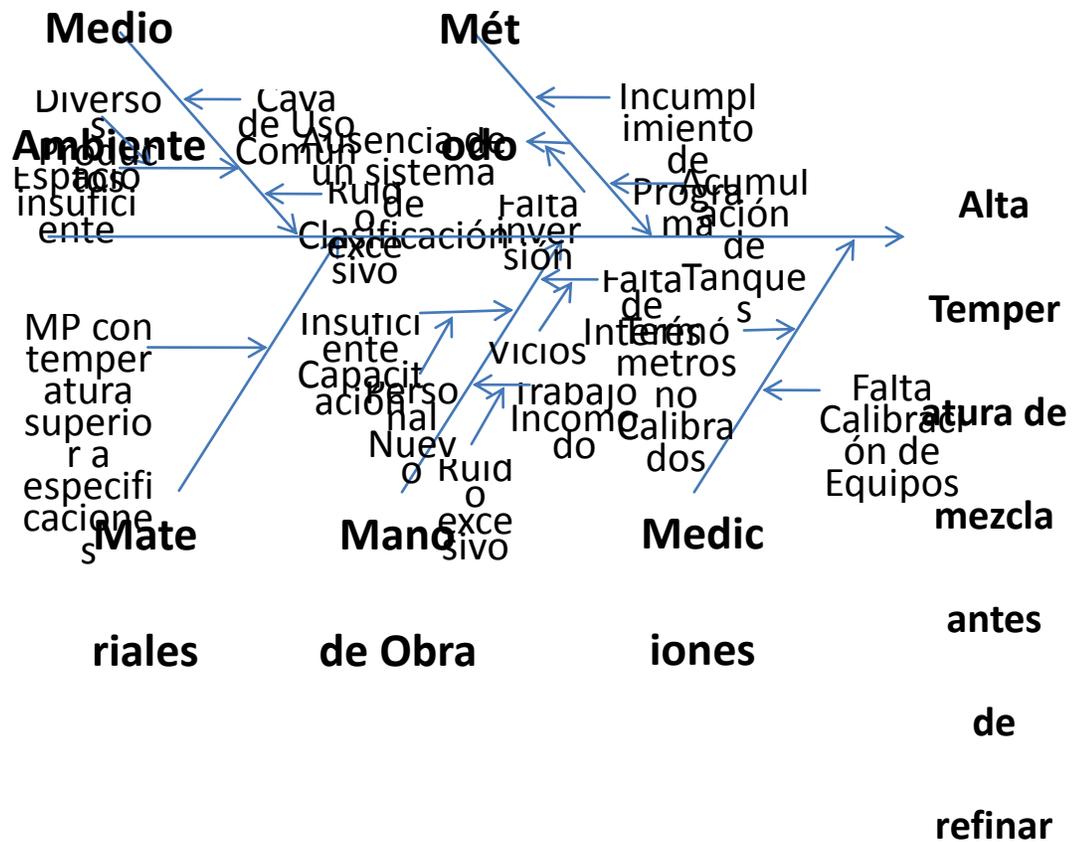
**Figura 89.** Diagrama de Pareto para el tiempo de permanencia en cava de la mezcla de las salchichas superior y económica.

Al revisar este diagrama de Pareto, aparece que para esta característica de calidad los principales problemas que debenser atacados con el fin de optimizarel proceso son la falta de rotación del producto en proceso (es imperativo cumplir con el correcto uso de las mezclas cárnicas de acuerdo a la fecha de elaboración), el incumplimiento de programa de producción (se debe ajustar este programa cuando ocurran retrasos en el embutido), y el espacio insuficiente de la cava (por la gran cantidad de producto y la falta de clasificación del mismo); llegando ellas a representar un porcentaje acumulado de 76,09% de las causas responsables de los problemas de los tiempos de permanencia de las mezclas cárnicas en las cava. Es

así como se deriva la necesidad de concentrar los esfuerzos para diseñar acciones orientadas a mejorar el proceso en las categorías método y medio ambiente.

**2.- Altas temperaturas de las mezclas antes de refinar.**

La relación existente entre las causas probables que ocasionan las altas temperaturas de las mezclas para la elaboración salchichas antes de refinar, es descrita a través del diagrama causa-efecto mostrado en la figura 90.



**Figura 90.** Diagrama Causa-Efecto de la temperatura antes de refinar la mezcla de las Salchichas Superior y Económica.

a) Medio Ambiente

**Cava de Uso Común:** en la cava de almacenamiento se reciben mezclas de los diferentes departamentos por lo que el número de tanques que se almacenan superan la capacidad que el espacio de la cava ofrece. Este apilamiento de producto no solo dificulta la organización de los tanques en función a sus fechas de ingreso sino que adicionalmente genera un incremento térmico en los tanques almacenados al no disponer la cava de un sistema de refrigeración capaz de darse abasto para esa cantidad de material.

**Espacio Insuficiente:** Este factor es consecuencia del ítem que le antecede pues al recibirse en el área asignada para el almacenamiento de las mezclas cárnicas destinadas para la elaboración de salchichas mezclas de otros departamentos, se compromete el espacio disponible volviéndose insuficiente. El incremento de temperatura que experimentan las mezclas a consecuencia de esto es considerable, llegando a afectar el proceso de refinado en virtud de que se aumenta el riesgo de romper la emulsión y afectar las características organolépticas del producto final.

**Ruido Excesivo:** Al encender la refinadora se genera mucho ruido afectando el desempeño de los trabajadores en la línea, principalmente por como evaden en

muchos casos realizar los ajustes necesarios por evitar permanecer por mucho tiempo en el área.

b) Método

**Ausencia de un sistema de clasificación:** actualmente no existe un sistema para clasificar las mezclas en la cava de almacenamiento situación que incrementa el riesgo de utilizar una mezcla con temperatura superior a la recomendada para poder ser procesada en el área de elaboración de salchichas.

**Incumplimiento de Programa:** durante la jornada laboral se realizan paradas ya sea por causas mecánicas y/o ausentismo del personal que labora en la línea. Estas paradas provocan rezagos en la línea que terminan generando sobrantes de mezclas cárnicas que deberán ser embutidas en la siguiente jornada laboral. Estas mezclas de procesamientos inconclusos deben ser almacenadas nuevamente en la cava hasta que sean procesadas. Durante este nuevo almacenamiento ocupan y comprometen espacio de la cava, dificultan el ordenamiento del resto de los tanques y aumentan la masa de producto que debe ser enfriado. Todo ello se agudiza cuando se considera que estos tanques remanentes no siempre son procesados en el siguiente turno de trabajo como debería hacerse, quedando retenidos por algún tiempo dentro de la cava de almacenamiento, todo lo que se traduce en un aumento de la temperatura de la mezcla previo al refinado.

**Acumulación de tanques:**no existe un método para el almacenamiento correcto de los tanques por lo que éstos se consumen sin respetar la fecha de elaboración de las mezclas cárnicas, por lo que se pueden despachar tanques para su procesamiento cuyo tiempo de permanencia en la cava no ha sido el suficiente para que la mezcla se haya enfriado lo suficiente como para alcanzar una temperatura que se ubique dentro del rango de las especificaciones técnicas sugeridas para antes del refinado.

c) Materiales

**Materia prima con temperatura superior a las especificaciones:** generalmente la materia prima con la que se realizan las mezclas cárnicas son recibidas en planta con temperatura superiores a las especificadas en los protocolos de recepción, lo que aumenta la temperatura con que la mezcla ya elaborada llega a la cava retardando no solo su enfriamiento sino provocando un calentamiento de los otros tanques ya dispuestos en ella.

d) Mano de Obra

**Falta de Interés:**Los operarios responsables de mantener la temperatura de los tanques así como la de la cava dentro de los rangos de tolerancias especificados no llevan ni siquiera un registro sistemático de estos parámetros. Esta conducta del personal de base obedece a la falta de identificación con quienes liderizan el proceso

tanto directamente en el área como con los más altos niveles jerárquicos dentro de la organización. La ausencia de políticas de entrenamiento y capacitación, la inexistencia de instrucciones de trabajo y procedimientos a los que ellos puedan fácilmente acceder, la falta de diligencia ante la resolución de los problemas operativos que los aquejan, aún habiendo sido denunciados en repetidas ocasiones, son algunas de las causas responsables del comportamiento de este personal.

**Incomodidad para realizar el trabajo:** los operarios de las líneas expresan que realizan un trabajo incómodo en virtud de que trabajan en un área que se encuentra a temperaturas muy bajas, por lo que tienen que utilizar uniformes especiales para protegerse del frío que son muy pesados y en muchas ocasiones molestos a la hora de realizar su labor.

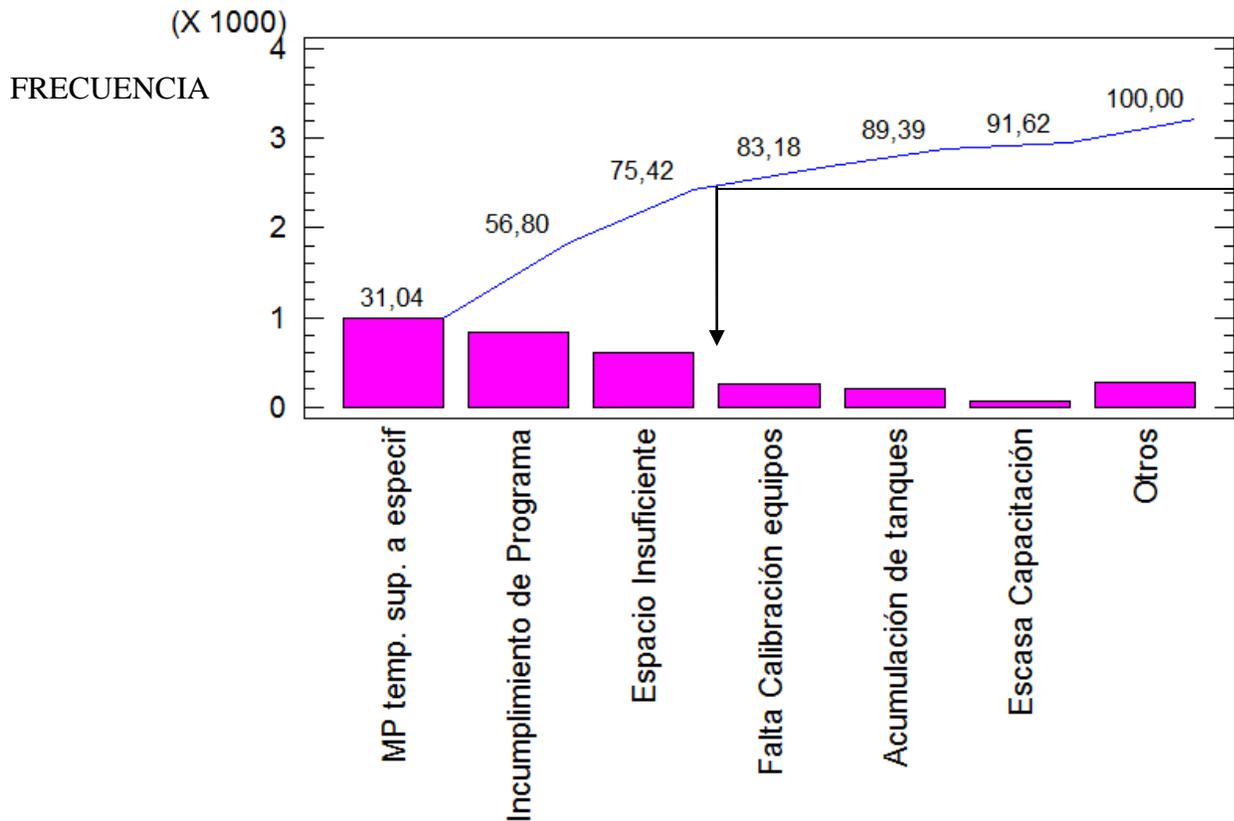
**Insuficiente Capacitación:** aunque los operarios conocen la regla FIFO desconocen la importancia del cumplimiento de la misma sobre características de calidad de la mezcla cárnica y el producto terminado (salchicha), ya que no tienen la capacitación adecuada. Esto influye directamente en la temperatura de la mezcla cárnica antes de su refinado pues hay mezclas que debiendo ser procesadas con prioridad van siendo dejadas en cava, y en su lugar son desalojadas otras con fechas más recientes de ingreso, que incluso pudieran no haberse enfriado lo suficiente como para ser refinadas, disminuyendo así la eficiencia del proceso productivo y la calidad del producto terminado.

e) Mediciones

**Termómetros deteriorados:** los termómetros utilizados para la medición de temperatura de las mezclas cárnicas dentro de las cavas están algunos dañados y otros son muy viejos, afectando la veracidad de los registros y la toma de decisiones en el momento de seleccionar los tanques que deberán ir a la refinadora.

**Falta de calibración de los instrumentos de medición de las características de calidad:** es importante que todos los instrumentos de medición involucrados en la elaboración de salchichas sean debida y periódicamente calibrados. De no ser así pueden generarse lecturas erradas de estas características de calidad y toma de decisiones no acertadas que pudieran repercutir negativamente sobre la eficiencia del proceso y calidad del producto terminado.

En la figura 91 se observa el diagrama de Pareto para las principales causas asociadas a las altas temperaturas de la mezcla cárnica empleadas en la elaboración de salchicha, antes del refinado.

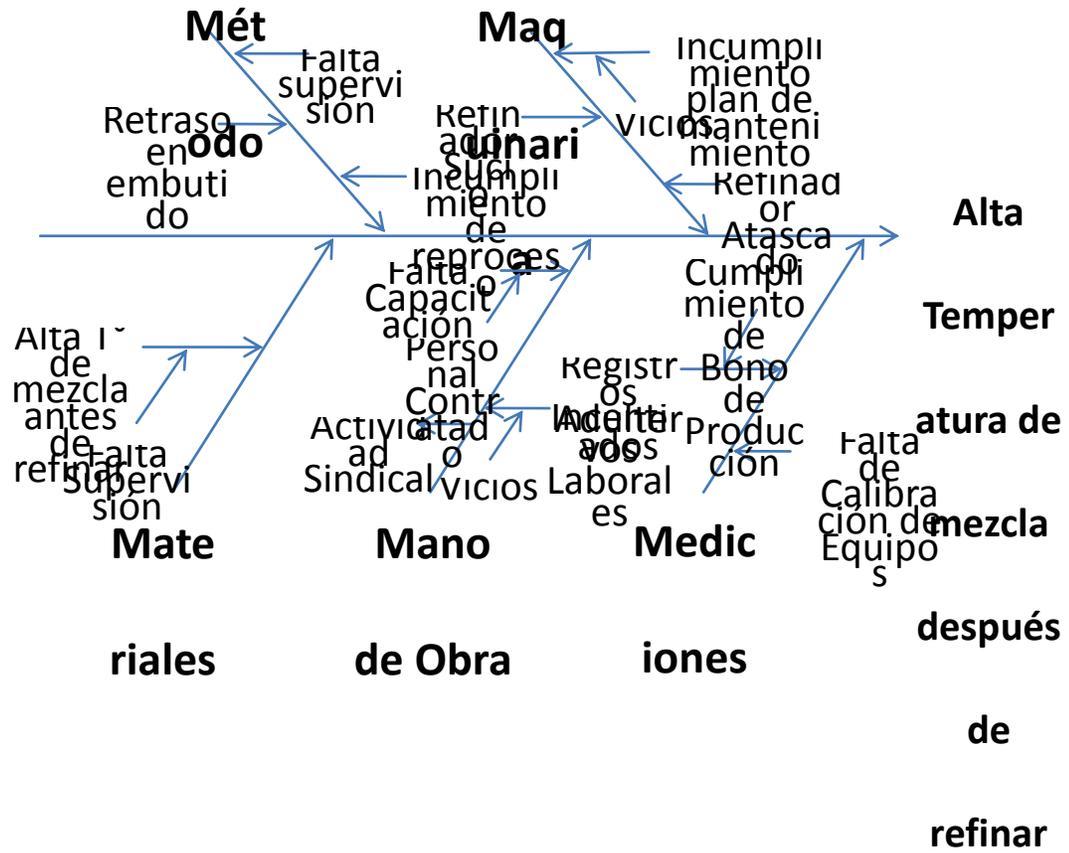


**Figura 91.** Diagrama de Pareto para la alta temperatura antes de refinar la mezcla de las salchichas superior y económica.

Las principales causas que se presentan y que deben ser atacadas con prioridad son: el producto en proceso con temperatura por encima de la especificada, el incumplimiento del programa de producción y el espacio insuficiente, logrando estas tres fuentes reunir el 75,42% del porcentaje acumulado asociado a la presencia de las altas temperaturas de la mezcla antes del refinado. Por lo que son las categorías materiales, método y medio ambiente donde deben concentrarse los esfuerzos para la mejora del proceso que toca a esta característica de calidad.

**3.- Altas temperaturas de las mezclas después de refinar.**

El diagrama causa-efecto que relaciona las posibles causas asociadas a las altas temperaturas de la mezcla después del refinado se muestra en la figura 92.



**Figura 92.** Diagrama Causa-Efecto de la alta temperatura después de refinar la mezcla de las salchichas superior y económica.

a) Método

**Falta de supervisión:** La falta supervisión del personal encargado de tomar y registrar la temperatura de las mezclas cárnicas después que han sido refinadas, así como que estos operarios manejen los registros de las temperaturas de las mezclas antes del refinado, generan inconsistencias en los reportes que no permiten que éstos tengan la confiabilidad que ameritan para el análisis del proceso y toma de decisiones a la hora de introducir una posible mejora.

Adicionalmente se debe garantizar la inspección visual de la mezcla antes de ser pasada por el equipo refinador, chequeando la ausencia de cartílagos y trozos de carne excesivamente grandes generadas por fallas en el mezclado que pudieran obstruir los discos del equipo refinador e inducir paradas en el proceso que terminarían provocando que los tanques de las mezclas permanecieran más tiempo del programado sin ser refinadas, incrementándose las temperaturas con que luego saldrían de esta operación.

**Retraso del embutido:** las paradas que se generan en el proceso de embutido pueden aumentar la temperatura después de refinar la mezcla comprometiendo la calidad de la misma. Entre los factores que pueden generar estas paradas están: la ocurrencia de fallas mecánicas a nivel del horno de cocción o en la peladora, el desarrollo de alguna actividad sindical, entre otros.

**Incumplimiento de reproceso:** al embutir las mezclas en el área de salchichas se genera el reproceso de la mezcla cárnica correspondiente a la punta y cola de las tripas

embutidas y/oa la de salchichas de empaques que hayan presentado alguna falla de vacío. Esta mezcla es retenida en bandejas para posteriormente ser volteadas en la tolva de la embutidora. En esta fase la mezcla ha incrementado hasta en 5°C su temperatura, embutiéndose mezclas con distintas temperaturas que terminan por sacar de las especificaciones establecidas por la organización a la masa cárnica contenida en la tolva de la embutidora.

b) Maquinaria

**Refinador sucio:** se debe realizar una limpieza del refinador por lo menos cada hora para evitar que la temperatura de la mezcla aumente como consecuencia del incremento de la fuerza de roce que se genera en el equipo y del tiempo de permanencia de la masa en el refinador ante la resistencia a su paso por el disco de la máquina.

**Incumplimiento del plan de mantenimiento:** el equipo refinador y las cavas de almacenamiento deben cumplir con un mantenimiento preventivo a fin de alargar la vida útil de los mismos y garantizar el correcto funcionamiento durante la jornada evitando atasco de los discos, temperatura de las mezclas fuera de especificaciones, retrasos en el refinado y en el embutido de las mezclas. El incumplimiento de un programa de mantenimiento preventivo termina finalmente impactando en los mantenimientos correctivos, haciéndolos más engorrosos y costosos, esto último no

solo por el costo *per se* de la operación de mantenimiento, reparación o adquisición de piezas y repuestos sino por los costos implícitos en el tiempo de parada de la línea y en la merma de la calidad del producto.

**Refinador atascado:**Es importante el lavado de los discos de la refinadora durante la jornada laboral debido a que las mezclas contienen alto contenido de fibras, cartílagos y grasas que ocasiona que el refinador se atasque con restos de materia prima cárnica aumentando la temperatura de la mezcla después del refinado al forzar el pasar la mezcla por los discos refinadores para disminuir el tamaño de partícula.

c) Materiales

**Alta temperatura de la mezcla antes de refinar:**en ocasiones la mezcla es recibida con temperaturas por encima de las especificaciones ya sea por materia prima recibida a mayor temperatura que la requerida para procesarla o por fallas en el proceso de almacenamiento. Estos incrementos de temperatura pueden provocar el rompimiento de la emulsión cárnica.

d) Mano de Obra

**Falta de Capacitación:**aunque los operarios conocen el procedimiento a seguir para la recepción y refinado de las mezclas, desconocen la importancia del cumplimiento

de los mismos por la falta de un programa de capacitación formal, lo que influye directamente sobre la temperatura de la mezcla después de refinar al no observarse por parte de este personal los procedimientos estipulados para regular el flujo de los tanques en la cava en función de la prioridad con que deberían ser procesadas.

**Incentivos Laborales:** La ausencia de políticas de gestión por parte de la organización dirigidas a los procesos y fundamentadas en el control y la mejora de los mismos, ha determinado la imposición del cumplimiento de cuotas numéricas de producción y el logro de bonificaciones o incentivos de producción que terminan orientando la atención y esfuerzo de los trabajadores hacia el logro de las mismas distrayéndolos del cumplimiento de aquellos procedimientos que aseguren el control de los procesos y el alcance de los niveles de calidad especificados en los productos terminados.

**Actividad Sindical:** en ocasiones se presentan actividades sindicales que conducen a la paralización de las líneas incluyendo el embutido de las mezclas que ya han sido refinadas. Normalmente durante este retraso las mezclas permanecen en el área de producción hasta que se reinicia la producción por lo que después de refinar se compromete aún más la calidad organoléptica y microbiológica de la mezcla antes de embutirse, aparte de incrementarse su temperatura. Sin embargo, los efectos secundarios que esto genera son observados en el producto posterior a la etapa de embutido.

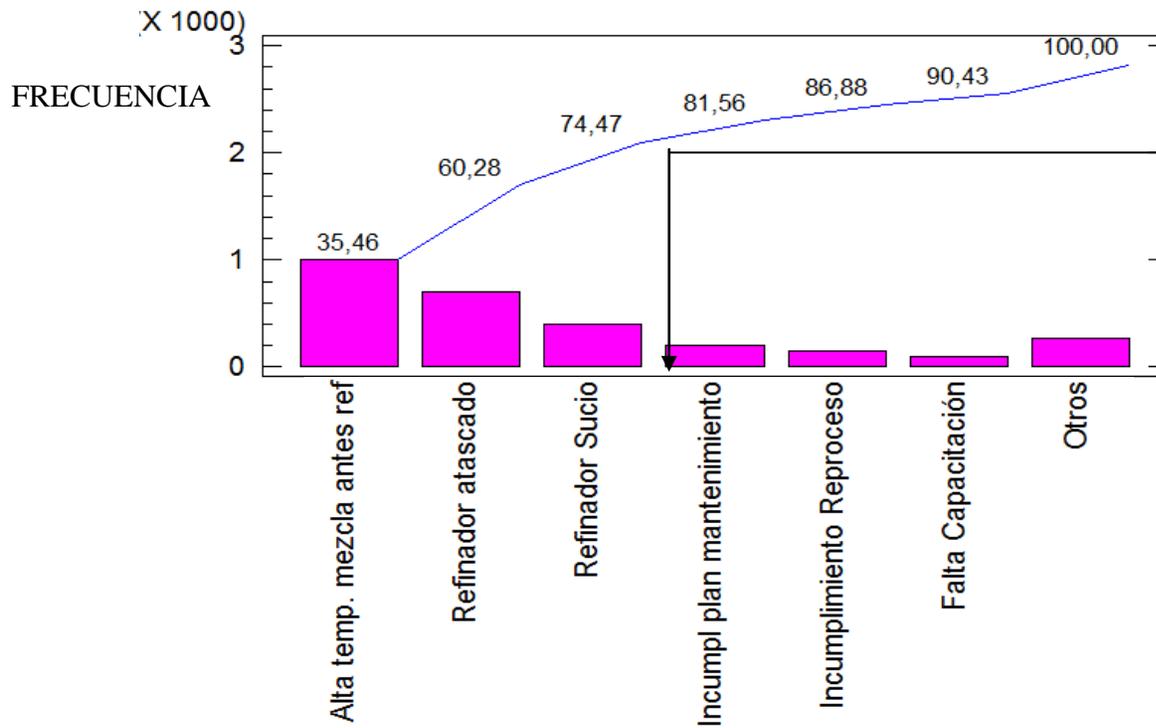
e) Mediciones

**Alteración de los Registros:** los líderes de los procesos, para cumplir con el volumen de producción planificado y asegurar la ganancia de los respectivos bonos de producción, procesan sin realizar las mediciones y llenar los registros exigidos con información fidedigna que teóricamente garantizaría el control de la producción.

**Falta de calibración de los instrumentos de medición de las características de calidad:** es importante que todos los instrumentos de medición involucrados en la elaboración de salchichas sean debida y periódicamente calibrados. De no ser así pueden generarse lecturas erradas de estas características de calidad y toma de decisiones erradas que pudieran repercutir negativamente sobre la eficiencia del proceso y calidad del producto terminado.

Según la figura 93, los principales problemas que se presentan y deben ser atacados con mayor prioridad para la característica de calidad temperatura después de refinar, son las altas temperaturas de las mezclas antes de refinar (evitar el incumplimiento de las especificaciones de temperatura de la materia prima recibida), y el refinador atascado y sucio (realizar la limpieza y ajuste de los discos refinadores periódicamente). Estas tres clases representan el 74,47% de las causas asociadas a las altas temperaturas de las mezclas después de refinar, lo que determina la conveniencia

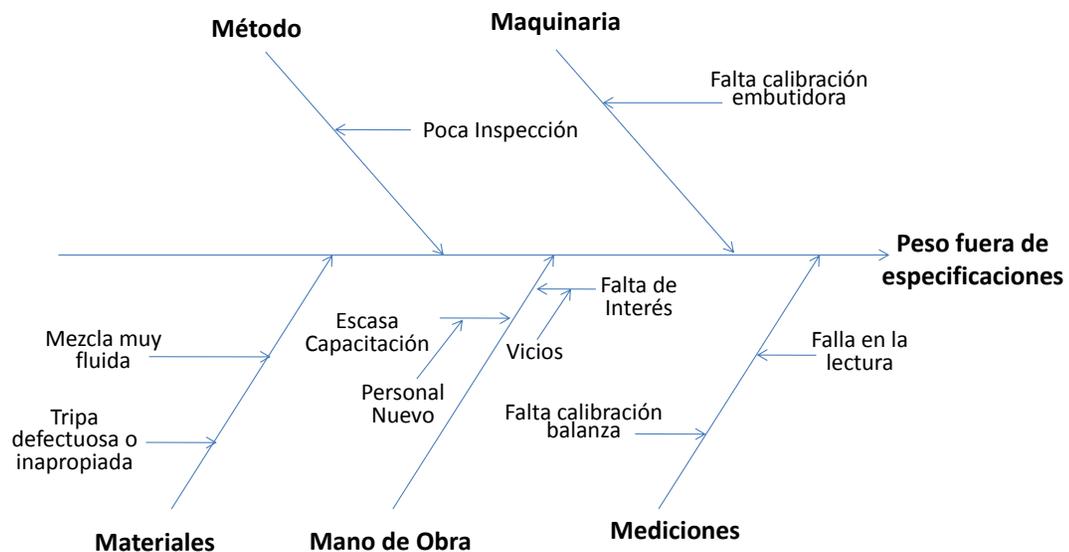
de enfocarprioritariamente los esfuerzos de mejora en las categorías de maquinaria y materiales.



**Figura 93.** Diagrama de Pareto para la temperatura después de refinar la mezcla de las salchichas superior y económica.

#### 4.- Peso de las salchichas al embutir

La relación existente entre las causas probables que ocasionan problemas con el peso de las salchichas al embutir, es descrita a través del diagrama causa-efecto que se muestra en la figura 94 y la cual se procede a discutir seguidamente.



**Figura 94.** Diagrama Causa-Efecto del peso fuera de especificaciones de la mezcla de las salchichas superior y económica.

a) Método

**Inspección insuficiente:** durante el proceso de embutido se deben verificar sistémicamente los cabezales del equipo embudidor, el calibre de las bocinas y las tripas y el peso de las salchichas. En lo que concierne al peso de la salchicha, lo recomendado sería seleccionar una muestra representativa cada hora, este procedimiento no se realiza actualmente de la manera más idónea lo que no garantiza disponer con datos que revelen la realidad del proceso y que por tanto contribuyan a la toma asertiva de decisiones referentes a mantener esta característica de calidad dentro de las especificaciones.

b) Maquinaria

**Falta de calibración de los equipos involucrados en el proceso de embutido:** es importante que todos los equipos involucrados en el embutido de las salchichas estén debidamente calibrados. Ello garantizará que el peso de las salchichas se encuentre dentro de las especificaciones exigidas, de no ser así pueden obtenerse lecturas erradas, pudiéndose producir como consecuencia de ello problemas de sobre-embutido de las tripas utilizadas así como la presencia de oxígeno en la mezcla, siendo ello responsable de la ocurrencia de pérdida de la calidad del producto final.

c) Materiales

**Mezcla muy fluida:** en el proceso de mezclado se debe controlar la cantidad necesaria de los ingredientes a utilizar y el porcentaje de humedad que tengan los ingredientes secos tales como el aislado proteico, para evitar que la mezcla varíe su consistencia respecto a la requerida según las especificaciones técnicas. Esta variación de la consistencia de la mezcla refinada, en especial el aumento de su fluidez, afecta el control del peso del embutido. Estas variaciones en el peso de la salchicha generan la necesidad de tener que calibrar constantemente la máquina embutidora con el fin de garantizar que el peso de las mismas concuerde con el margen de tolerancia de las especificaciones.

**Tripa defectuosa o inadecuada:** generalmente las tripas utilizadas son susceptibles a posibles rupturas al ser embutidas por encima del peso sobre todo por ser una mezcla muy fluida.

d) Mano de Obra

**Falta Capacitación:** aunque los operarios manejan el procedimiento a seguir para el embutido de las mezclas, desconocen la importancia del cumplimiento de los controles señalados en el mismo, por la ausencia de un programa de inducción formal que les informe de ello. A esto se suma que debido al importante problema de ausentismo laboral que se registra de manera regular en la organización, frecuentemente son dispuestos en los sitios de trabajo del área de embutido operarios que por no estar familiarizados con la actividad desconocen estos procedimientos. Todo ello influye para que no se tomen medidas correctivas inmediatas en el lugar de trabajo que afectan el control del peso de las salchichas.

**Falta de Interés:** Los operarios responsables de mantener las características de calidad de la mezcla cárnica dentro de los rangos de las especificaciones técnicas no llevan ni siquiera un registro sistemático de estos parámetros. Esta conducta del personal de base obedece a la falta de identificación con quienes liderizan el proceso tanto directamente en el área como con los más altos niveles jerárquicos dentro de la organización. La ausencia de políticas de entrenamiento y capacitación, la

inexistencia de instrucciones de trabajo y procedimientos a los que ellos puedan fácilmente acceder, la falta de diligencia ante la resolución de los problemas operativos que los aquejan, aún habiendo sido denunciados en repetidas ocasiones, son algunas de las causas responsables del comportamiento de este personal que no siente apoyo para mejorar las condiciones de embutido de las mezclas, al no realizar el mantenimiento periódico a la maquinaria y no realizar los correctivos necesarios.

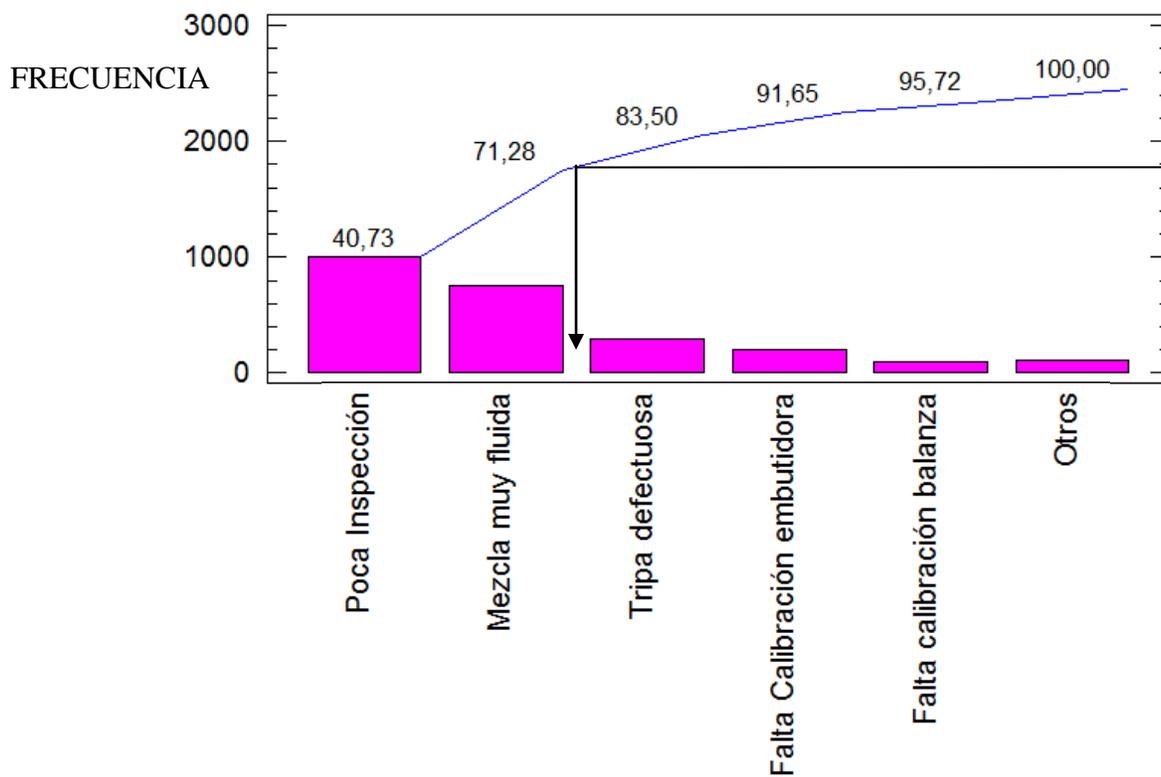
e) Mediciones

**Falta de calibración de los instrumentos de medición:** es importante que todos los instrumentos de medición involucrados en la elaboración de salchichas estén calibrados constantemente, de no ser así pueden generarse lecturas erradas ocasionando fallas en la calidad del producto final y dificultando la toma asertiva de decisiones.

**Falla en la lectura:** en ocasiones por desconocimiento o por la rapidez en llenar los registros los inspectores reportan los valores correspondientes a peso de manera errada lo que afecta significativamente la veracidad de la data.

Al priorizar estas causas con el respectivo diagrama de Pareto, el cual aparece en la figura 95, se observa que la inspección insuficiente (es imperativo verificar el cumplimiento de las especificaciones de peso periódicamente), y la pérdida de

consistencia de la mezcla (por un posible mal mezclado o recepción de materia prima no adecuada para su procesamiento) representan el 71,28% de las causas responsables de las variaciones de peso de las salchichas. Son las categorías método y materiales donde se deben enfocar los esfuerzos para mejorar.

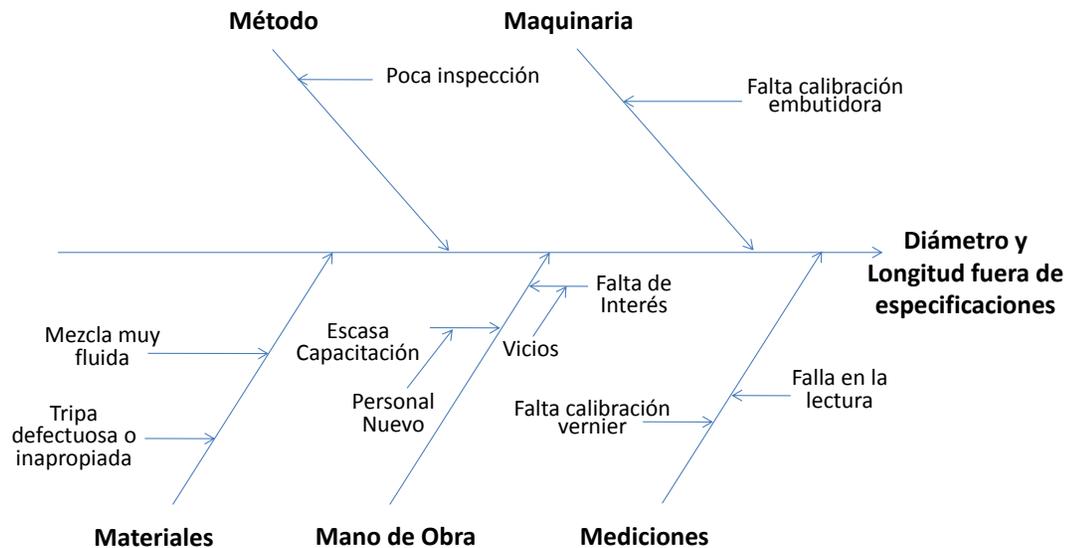


**Figura 95.** Diagrama de Pareto para el peso fuera de especificaciones de la mezcla de las salchichas superior y económica.

### 5.- Diámetro y Longitud de las salchichas

La relación existente entre las causas probables que ocasionan problemas y el diámetro y la longitud de las salchichas al embutir, es descrita a través del diagrama

causa-efecto que se presenta en la figura 96 y que se procederá a discutir seguidamente.



**Figura 96.** Diagrama Causa-Efecto del diámetro fuera de especificaciones de la mezcla de las salchichas superior y económica.

a) Método

**Inspección insuficiente:** durante el proceso de embutido se deben verificar sistémicamente los cabezales del equipo embutidor, el calibre de las bocinas y las tripas y el peso de las salchichas. En lo que concierne al peso de la salchicha, lo recomendado sería seleccionar una muestra representativa cada hora, este procedimiento no se realiza actualmente de la manera más idónea lo que no garantiza disponer con datos que revelen la realidad del proceso y que por tanto contribuyan a

la toma asertiva de decisiones referentes a mantener esta característica de calidad dentro de las especificaciones.

b) Maquinaria

**Falta de calibración de la embutidora:** es importante que todos los equipos involucrados en el embutido de las salchichas estén calibrados constante y correctamente, para garantizar que el peso y por ende la longitud y diámetro de las misma se encuentren dentro de las especificaciones exigidas, de no ser así pueden generarse lecturas erradas en instrumentos de medición, sobre-embutido de las tripas utilizadas, así como la presencia de oxígeno en la mezcla ocasionando fallas en la calidad del producto final.

c) Materiales

**Mezcla muy fluida:** en el proceso de mezclado se debe controlar la cantidad necesaria de los ingredientes a utilizar y el porcentaje de humedad que tengas los ingredientes secos tal como el aislado protéico, para evitar que la mezcla varíe su consistencia respecto a la requerida según las especificaciones técnicas. Esta variación de la consistencia de la mezcla refinada, en especial el aumento de su fluidez, afecta el control del peso del embutido, estas variaciones en el peso de la salchicha generan la necesidad de tener que calibrar constantemente la máquina

embudidora con el fin de garantizar que el peso de las mimas concuerde con el margen de tolerancia de las especificaciones.

**Tripa defectuosa o inadecuada:** en ocasiones existe variación de la consistencia de la mezcla generando el embutido de las tripas por encima del peso requerido por lo que las tripas defectuosas utilizadas son susceptibles a sufrir rupturas por micro-perforaciones.

d) Mano de Obra

**Falta Capacitación:** aunque los operarios manejan el procedimiento a seguir para el embutido de las mezclas, desconocen la importancia del cumplimiento de los controles señalados en el mismo, por la ausencia de un programa de inducción formal que les informe de ello. A esto se suma que debido al importante problema de ausentismo laboral que se registra de manera regular en la organización, frecuentemente son dispuestos en los sitios de trabajo del área de embutido operarios que por no estar familiarizados con la actividad desconocen estos procedimientos. Todo ello influye para que no se tomen medidas correctivas inmediatas en el lugar de trabajo que afectan el control del peso de las salchichas.

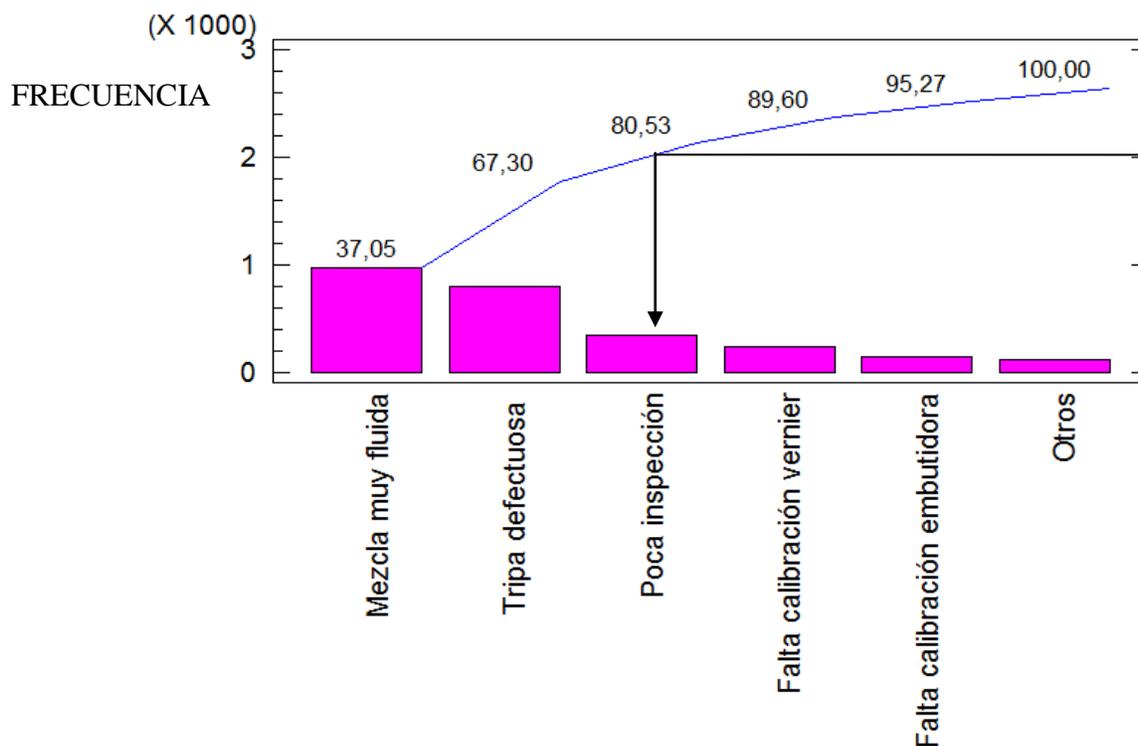
**Falta de Interés:** Los operarios responsables de mantener las características de calidad de la mezcla cárnica dentro de los rangos de las especificaciones técnicas no

llevan ni siquiera un registro sistemático de estos parámetros. Esta conducta del personal de base obedece a la falta de identificación con quienes liderizan el proceso tanto directamente en el área como con los más altos niveles jerárquicos dentro de la organización. La ausencia de políticas de entrenamiento y capacitación, la inexistencia de instrucciones de trabajo y procedimientos a los que ellos puedan fácilmente acceder, la falta de diligencia ante la resolución de los problemas operativos que los aquejan, aún habiendo sido denunciados en repetidas ocasiones, son algunas de las causas responsables del comportamiento de este personal que no siente apoyo para mejorar las condiciones de embutido de las mezclas, al no realizar el mantenimiento periódico a la maquinaria y no realizar los correctivos necesarios.

e) Mediciones

**Falta calibración vernier:** es importante que el vernier esté debidamente calibrado, de no ser así pueden generarse lecturas erróneas dificultando la toma asertiva de decisiones, lo que unido a las fallas en la lectura pueden tener un efecto importante tanto en la longitud como en el diámetro de la salchicha.

**Falla en la lectura:** en ocasiones por desconocimiento o rapidez en llenar los registros los inspectores leen los valores de longitud y diámetro de manera errada lo que afectando la veracidad de la data. En la figura 97 se observa el diagrama de Pareto para el diámetro y longitud de la salchicha.



**Figura 97.** Diagrama de Pareto para el diámetro y longitud fuera de especificaciones de las salchichas superior y económica.

En la figura puede apreciarse que el 80,53% de los problemas que se presentan con la longitud y el diámetro de las salchichas se concentran en tres causas principales que son la pérdida de consistencia de la mezcla (por un posible mal mezclado o recepción de materia prima no adecuada para su procesamiento), tripas defectuosas o inadecuadas (es necesario que las tripas sean almacenadas correctamente y embutidas de acuerdo al calibre requerido) y la insuficiente inspección. Esto determina el requerimiento de trabajar la categoría de materiales a fines de mejorar el desempeño de estas dos características de calidad.

**6.4. FORMULACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN ORIENTADO A CORREGIR O MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD QUE AFECTAN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO CÁRNICO TIPO SALCHICHAS SUPERIOR Y ECONÓMICA.**

La formulación del plan de acción encaminado a mejorar el desempeño de las características de calidad bajo estudio, con fundamento en la metodología propuesta por el Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior de Planes de Mejoramiento Continuo (2003), se aprecia el cuadro 3.

Cuadro 3. Plan de Mejora del Almacenamiento de las mezclas cárnicas

Componente: Almacenamiento de las mezclas cárnicas							
Objetivo: Garantizar el embutido de la mezcla para la elaboración de salchichas con un máximo de 12 horas posterior al mezclado							
Debilidad o necesidad	Acciones		Indicadores	Fuente de verificación	Acciones de Seguimiento	Fecha	Responsable
	Actividades	Tareas					
Ausencia de rotación de la mezcla en la cava	Rotación de la materia prima	Adiestramiento del personal involucrado sobre la importancia de mantener el FIFO	participantes asistentes/participantes involucrados Debe ser igual a 1	Lista de asistencia en capacitación sobre la regla FIFO y su importancia en la industria de alimento así como las especificaciones establecidas por la empresa.	Corrección de causas inasistencias Programación de sesión de fortalecimiento de aplicación de procedimiento		Supervisor de Producción
		Seguimiento de los registros de elaboración de las mezclas (fecha y hora de elaboración) para cumplir con los parámetros establecidos	T = hora de elaboración - hora de procesamiento ≤ 12 horas	Ticket de registro de fecha y hora de elaboración que se le coloca a los tanques luego del mezclado	Establecimiento de plan de monitoreo integral al momento de almacenar tanto de los valores establecidos como los valores de los tickets		Supervisor de Producción Cavero
		Movimiento de tanques por lote según fecha de procesamiento	Inventario de los tanques de mezcla ordenado de acuerdo al correlativo del número de lote	Formato de control de salida (movimiento de cava). "Formato inexistente"	Reunión periódica para corregir desviaciones y fortalecer la aplicación del procedimiento		Supervisor de Producción Cavero
		Mantenimiento organizado de la cava a fin de facilitar la salida de los tanques que contienen la mezcla cárnica	Inventario de los tanques de mezcla ordenado de acuerdo al correlativo del número de lote	Formato de control de salida (movimiento de cava). "Formato inexistente"	Reunión periódica para corregir desviaciones y fortalecer la aplicación del procedimiento		Supervisor de Producción Cavero
Insuficiente espacio de la cava de almacenamiento	Ordenamiento organizado de los tanques con mezcla para salchichas en el área seleccionada que permita mantener la trazabilidad de los mismos	Demarcación del área de la cava de acuerdo a las diversas mezclas almacenadas	Plano de la cava con las diferentes ubicaciones (Ruta garantiza FIFO)	Cumplimiento de la ruta de demaraje del área seleccionada	Supervisión periódica del consumo de los lotes producidos		Supervisor de Producción Cavero
		Clasificación de los tanques con mezclas en función al departamento que van a suministrar	Inventario de los tanques de mezcla ordenado de acuerdo al código del producto	Ticket con número de lote y fecha de elaboración	Revisión periódica de la ubicación de los tanques de acuerdo al tipo de producto y reforzar importancia de mantener clasificación facilitando la salida de los mismos de acuerdo a la fecha de elaboración		Supervisor de Producción Cavero y Alimentador
		Demarcación del espacio para colocar tanques de cada departamento	% tanque debidamente ubicado	Formato de chequeo de ubicación de los tanques (inventario)	Revisión periódica de la ubicación de los tanques de acuerdo al tipo de producto		Supervisor de Producción Cavero
Incumplimiento del Programa de producción	Cumplimiento de la planificación de producción diaria del área de embutido de salchichas	Cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo existente	mant.realizados=mant.preventivo realizados/mant.planificados Debe ser igual a 1	Reporte de Planificación de mantenimientos preventivos realizados	Chequeo de la entrega de equipos para el mantenimiento preventivo y verificar la realización del mismo.		Supervisor de Producción y de Mantenimiento
		Recepción de Materia Prima dentro de los parámetros (temperatura y consistencia de la mezcla)	Temperatura de la MP ≤ 5°C Consistencia de la mezcla = óptima	Formato de recepción de MP a procesar	Ejecución de auditorías internas y verificar cumplimiento del procedimiento de recepción de MP y elaboración de la mezcla		Supervisor de Producción Inspector de Calidad
		Verificación periódica de las características de calidad a evaluar	Número de insp. realizadas - número de insp. Planif. = 0	Formato de evaluación de las inspecciones realizadas a las características de calidad	Verificación periódica de cumplimiento de inspecciones		Supervisor de Producción Inspector de Calidad
		Elaboración de la mezcla ajustada al tiempo real disponible para su embutido (número de paradas)	Inventario de elaboración de mezclas-inventario a consumir = 0	Programa de producción y Reporte de producción	Confirmación de inventario por turno y ante una parada inesperada que afecte el cumplimiento del programa de producción		Jefe y Supervisor de Producción

Componente: Refinado de la mezcla							
Objetivo: Mantener temperatura de la mezcla cármica por debajo de 5°C antes de embutir y con un gradiente no mayor de 10°C despues de refinar							
Debilidad o necesidad	Acciones		Indicadores	Fuente de verificación	Acciones de Seguimiento	Fecha	Responsable
	Actividades	Tareas					
Materia Prima con temperatura superior a las especificaciones establecidas por la empresa	Recepción de la materia prima para la elaboración de salchichas dentro de las especificaciones	Adiestramiento el personal involucrado sobre la importancia de recibir la MP con temperatura dentro de especificaciones	participantes asistentes/participantes involucrados Debe ser igual a 1	Lista de asistencia en capacitación sobre la temperatura de la MP dentro de especificaciones al momento de recibirla.	Corrección de causas inasistencias Fortalecimiento de aplicación de procedimiento de recepción MP		Supervisor de Producción
		Seguimiento a los registros de temperatura de recepción en los respectivos formatos	T = temp. recepción - temp. requerida T = ≤ 5°C	Formato de Control de refinado	Establecimiento de plan de monitoreo integral al recibir la MP		Supervisor de Producción Inspector de Calidad
Espacio Insuficiente de la cava de almacenamiento	Almacenar los tanques con mezcla para salchichas en un area específica que permita mantener la trazabilidad de los mismos	Organización de los tanques con mezclas en función al departamento que se van a suministrar	Inventario de los tanques de mezcla ordenado de acuerdo al código del producto	Inventario de tanques	Revisión de formato de inventario de tanques		Supervisor de Producción Caveru
		Demarcación del area de la cava de acuerdo a las diversas mezclas almacenadas	Plano de la cava con las diferentes ubicaciones	Formato de chequeo de ubicación de los tanques (inventario)	Revisión de la ubicación de los tanques de acuerdo al tipo de producto		Supervisor de Producción Inspector de Calidad
Incumplimiento de Programa	Cumplimiento de la planificación de producción diaria del area de embutido de salchichas	Cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo existente	mant.realizados=mant.preventivo realizados/mant.planificados Debe ser igual a 1	Reporte de Planificación de mantenimientos preventivos realizados	Chequeo de la entrega de equipos para el mantenimiento preventivo y verificar la realización del mismo.		Supervisor de Producción y de Mantenimiento
		Recepción de Materia Prima dentro de los parámetros (temperatura y consistencia de la mezcla)	Temperatura de la MP ≤ 5°C Consistencia de la mezcla = optima	Formato de recepción de MP a procesar	Ejecución de auditorias internas y verificar cumplimiento del procedimiento de recepción de MP y elaboración de la mezcla		Supervisor de Producción Inspector de Calidad
		Verificación periodica de las características de calidad a evaluar	Número de insp. realizadas - número de insp. Planif. = 0	Formato de evaluación de las inspecciones realizadas a las características de calidad	Verificación periodica de cumplimiento de inspecciones		Supervisor de Producción Inspector de Calidad
		Elaboración de la mezcla ajustada al tiempo real disponible para su embutido (número de paradas)	Inventario de elaboración de mezclas-inventario a consumir = 0	Programa de producción y Reporte de producción	Confirmación de inventario por turno y ante una parada inesperada que afecte el cumplimiento del programa de producción		Jefe y Supervisor de Producción
Alta temperatura de la mezcla antes de refinar	Recepción de la mezcla para la elaboración de salchichas dentro de las especificaciones	Adiestramiento el personal involucrado sobre la importancia de recibir la mezcla con temperatura dentro de especificaciones	participantes asistentes/participantes involucrados Debe ser igual a 1	Lista de asistencia en capacitación sobre la temperatura de la mezcla dentro de especificaciones al momento de recibirla.	Corrección de causas inasistencias Fortalecimiento de aplicación de procedimiento de recepción		Supervisor de Producción
		Seguimiento a los registros de temperatura de recepción en los respectivos formatos	T = temp. recepción - temp. requerida T = ≤ 5°C	Formato de Control de refinado	Establecimiento de plan de monitoreo integral al recibir la mezcla		Supervisor de Producción Inspector de Calidad
Refinador atascado y/o sucio	Cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo de la refinadora	Adiestramiento al personal sobre condiciones de la mezcla a refinar	operadores asistentes/operadores involucrados Debe ser igual a 1	Lista de asistencia al programa de capacitación	Corrección de causas inasistencias Fortalecer aplicación de procedimiento		Supervisión de Producción
		Recepción de mezcla cármica dentro de las especificaciones técnicas establecidas	Especificaciones de Mezcla cármica recibida = especificaciones de mezcla cármica establecida	Formato de recepción de mezcla	Revisión de formatos de formulación.		Supervisor de Producción Inspector Pesador
		Cumplimiento del plan de ajuste de la refinadora	Ajuste de refinadora = Parametros establecidos	Lista de chequeo arranque óptimo	Revisión del plan de ajuste de embudidora		Supervisor de Producción Inspector de Calidad
	Cumplimiento del plan de higiene de la refinadora	Recepción de mezcla cármica dentro de las especificaciones técnicas establecidas	Especificaciones de Mezcla cármica recibida = especificaciones de mezcla cármica establecida	Formato de Control de refinado	Revisión de formatos de formulación.		Supervisor de Producción Inspector Pesador
		Cumplimiento de limpieza de disco de la refinadora	Limpieza de Equipo = Conforme	Lista de chequeo hiege de equipos	Verificación de limpieza de equipo refinador		Supervisor de Producción Inspector de Calidad

Componente: Embutido de la salchicha							
Objetivo: Mantener las características de calidad peso, longitud y diámetro dentro de las especificaciones							
Debilidad o necesidad	Acciones		Indicadores	Fuente de verificación	Acciones de Seguimiento	Fecha	Responsable
	Actividades	Tareas					
Poca inspección de las características de calidad peso, longitud y diámetro	Inspección periódica de las características de calidad peso, longitud y diámetro	Adiestramiento del personal involucrado sobre la importancia de mantener las especificaciones establecidas	participantes asistentes/participantes involucrados Debe ser igual a 1	Lista de asistencia a los programas de capacitación	Corrección de causas inasistencias Fortalecer aplicación de procedimiento		Supervisor de Producción
		Seguimiento a los formatos de control de variable de proceso para cumplir con los parámetros establecidos	Frecuencia insp.real-Frecuencia establecida = 1 h	Formato de control de variables de proceso y plan de inspección establecido	Verificación periódica de cumplimiento de inspecciones		Supervisor de Producción Inspector de Calidad
		Auditoría de las inspecciones realizadas durante la jornada laboral	Inspección realizada - inspección planificada = 0	Formato de control de variables de proceso y plan de inspección establecido	Reunión periódica para corregir desviaciones y fortalecer la aplicación de las inspecciones		Supervisor de Producción Inspector de Calidad
Mezcla muy fluida	Establecimiento de las características necesarias que debe tener la mezcla para ser embutida	Revisión de formulación de la mezcla	fórmula realizada - fórmula sistema = 0	Registro de materia prima utilizada y registro de materia prima del sistema	Revisión de formatos de formulación.		Supervisor de Producción Inspector Pesador
		Monitoreo de sustituciones de materia prima	Materia Prima utilizada=Materia Prima Requerida	Inventario de materia prima	Cotejo de inventario físico de M.P con el inventario en sistema		Supervisor de Producción Inspector Pesador
		Verificación de temperaturas adecuadas de MP e ingredientes a utilizar	Temp. MP - Temp. Establecida = $\pm 2^{\circ}\text{C}$	Formato de control de refinado	Revisión de Formato de Control de Refinado		Supervisor de Producción Inspector de Calidad
		Monitoreo del proceso de elaboración de las mezclas carnicas	Valores de formulación - formula real = 0	Formato de MP e ingredientes utilizados	Cotejo de inventario físico de M.P e ingredientes con el inventario en sistema		Supervisor de Producción Inspector Pesador
Tripas defectuosas o inapropiadas	Auditorías de seguimiento a la calidad y uso de las tripas	Minimización de cantidad de tripas defectuosas despachadas	tripas defectuosas/tripas despachadas $\leq 1\%$	Formato de registro de cantidad de tripas defectuosas y/o fallas de procesamiento (inexistente)	Revisión de estadísticas de reproceso originado por tripas defectuosas		Supervisor de Producción Inspector de Calidad
		Adiestramiento al personal sobre el tipo de tripa a utilizar de acuerdo al calibre	operadores asistentes/operadores involucrados Debe ser igual a 1	Lista de asistencia al programa de capacitación	Corrección de causas inasistencias Fortalecer aplicación de procedimiento		Supervisión de Producción
		Accesorios de embutidora en buen estado que no afecte el estado de la tripa	Puesta a punto de línea = Optimo	Lista de chequeo arranque optimo	Verificación de lista de chequeo		Supervisión de Producción
Falta Calibración de embutidora e instrumentos de medición (balanza, vernier)	Diseño de plan de ajuste de la embutidora	Adiestramiento al personal sobre condiciones para embutir (arranque de línea)	operadores asistentes/operadores involucrados Debe ser igual a 1	Lista de asistencia al programa de capacitación	Corrección de causas inasistencias Fortalecer aplicación de procedimiento		Supervisión de Producción
		Recepción de mezcla carnica dentro de las especificaciones técnicas establecidas	Especificaciones de Mezcla carnica recibida = especificaciones de mezcla carnica establecida	Formato de recepción de mezcla	Revisión de formatos de formulación.		Supervisor de Producción Inspector Pesador
		Cumplimiento del plan de ajuste de embutidora	Ajuste de embutidora = Parámetros establecidos	Lista de chequeo arranque optimo	Revisión del plan de ajuste de embutidora		Supervisor de Producción Inspector de Calidad
	Cumplimiento del plan de calibración de los instrumentos de medición	Adiestramiento al personal sobre el cumplimiento de calibración de instrumentos de medición	operadores asistentes/operadores involucrados Debe ser igual a 1	Lista de asistencia al programa de capacitación	Corrección de causas inasistencias Fortalecer aplicación de procedimiento		Supervisión de Producción
		Cumplimiento del plan de calibración de instrumentos de medición	instrumentos calibrados/instrumentos asignados=1	Formato de cumplimiento de calibración de instrumentos de medición	Revisión del plan de cumplimiento de calibración de los instrumentos de medición		Supervisor de Producción Inspector de Calidad

## VII. CONCLUSIONES

En la presente investigación la aplicación de gráficos de control para variables como herramienta estadística permitió analizar el comportamiento desarrollado por las cinco características de calidad que fueron objetos de estudio, siendo necesaria la aplicación de dos tipos de gráficos: uno para evaluar el tiempo de permanencia en cava de la mezcla, las temperatura antes y después de refinar la mezcla con su diferencial, y el peso de las salchichas (cartas  $\bar{X}$ - $R$ ) y otro de mayor sensibilidad estadística para el estudio de las características de calidad longitud y diámetro de las salchichas (cartas  $\bar{X}$ - $s$ ). En general, la totalidad de las características evaluadas durante los dos turnos de trabajo y las dos clases de salchichas presentaron valores de tendencia central o medias fuera de control estadístico.

Debido a la condición de inestabilidad que presentaron en sus respectivas cartas de control todas las características de calidad evaluadas en la investigación, no fue posible la verificación del cumplimiento de las especificaciones técnicas establecidas por la empresa procesadora a través de la construcción de histogramas de frecuencia con la inclusión de los cálculos de algún índice de capacidad de procesos.

Con el propósito de observar aspectos relevantes sobre el comportamiento de las observaciones y sus tendencias, a fin de fijar criterios para el diseño de los planes

correctivos y la toma de decisiones, se realizaron los histogramas de frecuencia, arrojando para la mayoría de las características de calidad evaluadas gráficos asimétricos con una fracción de las observaciones que escapan de las especificaciones, presentándose esta conducta en ambos turnos y para los tipos de salchichas evaluadas en la investigación, a excepción del diámetro de la salchicha superior durante el segundo turno y los diferenciales de la temperatura antes y después de refinar la mezcla en la salchicha superior “primer turno” y la salchicha económica “segundo turno”, en los cuales los histogramas presentan cierta simetría y sus rangos caen dentro de la amplitud de las especificaciones..

En atención a la identificación y priorización de las causas que generan no conformidades en productos cárnicos tipo salchichas superior y económica, se reportan como las de mayor impacto la falta de rotación de la materia prima, la materia prima con temperatura superior a las especificaciones, las altas temperaturas de las mezclas antes de refinar, la poca inspección y las mezclas muy fluida.

Con la intención de solventar los problemas expresados por las características de calidad evaluadas, mediante el análisis estadístico del proceso, se formuló un plan de acción que permitió establecer el camino a seguir para la aplicación de acciones correctivas o de mejoras al proceso de elaboración del producto cárnico tipo salchichas superior y económica, a fin de reducir las no conformidades. En esta programación se detallaron las actividades a seguir desglosadas en tareas, se definieron indicadores y fuentes de verificación, acciones de seguimiento y responsable para cada una de éstas.

De este modo, la aplicación de herramientas estadísticas para el control de procesos de elaboración de estos productos cárnicos, permitió la evaluación de los factores que inciden en el control de las especificaciones de las características de calidad inherentes a la optimización del producto y por ende condujo a una propuesta en la toma de decisiones que incurren la mejora general del proceso productivo.

### VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ASME (American Society of Mechanical Engineers) 2006. Transactions of The American Society of Mechanical Engineers.
- ASQ, 2006. Quality Management Journal USA Volumen 13, pág. 43 – 55.
- ALVARADO, I. 1993. Control Estadístico de Procesos. Calidad Total. Año 1(2):5–7.
- BELITZ, G.; GROSCHE, W. 1997. Química de los Alimentos. 2<sup>da</sup> Edición. Zaragoza, España. Editorial Acribia S.A. 1087 p.
- BESTERFIELD, 1994. Control de Calidad. 4<sup>ta</sup> Edición Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 507 p.
- BROCKA BRUCE y BROCKA M. SUZANNE. 1994. Quality Management. Buenos Aires. Argentina
- CARBALLO, B.; LOPEZ, G.; MADRID, A. 2001. Tecnología de la Carne y Productos Cárnicos. 1era Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 321 p.
- CEPET. 1989. Manual de Herramientas para el Control Estadístico de Procesos. 85p.
- COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 2005 Norma N° 0412:2005. Salchicha Cocida (3<sup>a</sup> Revisión)
- COULTATE, T. 1984. Alimentos. Química de sus componentes. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. 167 p.
- DESROSIER, N. 1997. Elementos de Tecnología de Alimentos. Editorial Continental S.A. D. F. México 351p.
- ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA TERRANOVA. 1995. Ingeniería y Agroindustria. N° 5. Colombia. 246 –272 pag.
- EVANS, J. LINDSAY, W. 2005. Administración y Control de la Calidad. 6ta Edición. México. Thomson Editores, s.a. 760p.

- EVANS, J. LINDSAY, W. 2009. Administración y Control de la Calidad. 7ma Edición. México. CENGAGE Learning. 783p.
- FEIGENBAUM, A. 1998. Control Total de la Calidad. 3ra reimpression. Compañía Editorial continental, S.A. de C.V. México. 922 p.
- FERMIN, J; VALDIVIEZO, M; ORLANDONI, G; BARRETO, S. 2009. Control estadístico de procesos multivariantes en la industria Alimentaria: implementación a través del estadístico  $t^2$ -hotelling. En: Agroalimentaria, n°28, Vol 15 (Junio)
- FREY, W. 1995. Fabricación Fiable de Embutidos. Traducido del Alemán por Escobar, J. 1era Reimpresión. Zaragoza-España. Editorial Acribia, s.a. 125p.
- GARCIA, C.; QUINTERO, R; LOPEZ, M. 1999. Biotecnología de Alimentos. Editorial Limusa S.A. D.F., Mexico. 636 p.
- GIALLONGO, A. 2000. Control estadístico del proceso de envasado de mayonesa en una línea de producción de alimentos. Trabajo de Pasantía de Grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 134p.
- GRIGG, N.; DALY, J.; STEWART, M. 1998. Case study: the use of statistical process control in fish product packaging. Elsevier Science. Food Control. Great Britain. Vol. 9, No. 5, pp. 289-297
- GROOVER, M. 1997. Fundamentos de Manufactura Moderna: Materiales, Procesos y Sistemas. Hispanoamericana, S.A. México. 1040 pp.
- GUTIÉRREZ, H. 1997. Calidad Total y Productividad. 2da Edición. Editorial Mc Graw Hill Interamericana S.A. D.F. México. Pag 189-250.
- GUTIERREZ, H.; R. DE LA VARA. 2004. Control estadístico de la calidad y seis sigmas. Segunda edición. Mc-Graw Hill. D.F., México. 635 p.
- JURAN, J.; GRZYNA, F. 1993. Manual de Control de Calidad. Vol. 1. 4ta Edición. Editorial Mc Graw Hill. Madrid, España. 22:72 p.
- MALDONADO, R.; GRAZIANI, L. 2007. Herramientas estadísticas de la calidad para la diagnosis: estudio de un caso en la industria de productos cárnicos. INCI, Oct. vol.32, no.10, p.707-711. ISSN 0378-1844.
- MONTGOMERY, D. 1991. Diseño y Análisis de Experimentos. Grupo Editorial Iberoamericana, S.A. D.F. México p. 15
- MONTGOMERY, D. 2004. Control Estadístico de la Calidad. 3era Edición. Grupo Editorial Limusa, S.A. D.F. México 797 p.

- MOORE, D. 2000. The Basic Practice of Statistics. 2nd Edition. W.H Freeman and company. New York. 831 pp.
- MORENO, J. 2006. Elaboracion de Salchichas de Proteina Vegetal. Facultad de Agronomia. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Edo. Aragua
- PYZDEK, T.; BERGER, R. 1996. Manual de Control de la Calidad en la Ingeniería. Volumen 1. Editorial Mc Graw Hill. D.F. México p.290
- SINAES, 2003. Manual para la elaboración de planes de mejoramiento. 3ra revisión Costa Rica p. 6
- SRIKAE0, K.; FURST, J.; ASHTON, J. 2005. Characterization of wheat-based biscuit cooking process by statistical process control techniques. Elsevier Science. Food Control. Australia. Vol. 16, No. 5, pp. 309-317
- STALIK, J. 2002. Producción y Tecnología de Jamones Cocidos. 1era Edición. Caracas, Venezuela. 270 p.
- VALERA, R. 1996 Manual de Estadística Básica 2ª Edición. Editorial Copiher. Maracay, Venezuela. P. 101.
- VIVAS, N. 2001. Evaluación Nutricional y Sensorial de Salchichas Enriquecidas con Harina de Germen de Maíz (*Zea mayz*) como sustituto del Almidón de Trigo. Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 156p.
- WIRTH, F. 1992. Tecnología de los embutidos escaldados. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 237 p.
- ZARRAMERA, G. 2003. Evaluación de las pérdidas físicas del material de envoltura y empaque originadas durante el proceso de fabricación de productos embutidos. Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo mención Agroindustrial, Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 78p.

**IX. ANEXOS**





