



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**“CONTRIBUCIÓN AL CONTROL DE CALIDAD
DE DERIVADOS CÁRNICOS EN UNA
EMPACADORA DE CARNE TIPO INSPECCIÓN
FEDERAL”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESENTA:

JORGE ALBERTO OSORNIO CABRERA

ASESOR: M.A. JORGE LÓPEZ PÉREZ

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO.

2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
GLOSARIO DE ABREVIATURAS	10
RESUMEN.....	11
1. INTRODUCCIÓN.	12
2. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1 MATERIA PRIMA	14
2.1.1 Recepción.....	14
2.1.2 Verificación.....	14
2.1.3 Almacenamiento.....	16
2.2 AGUA PARA PROCESO.....	17
2.3 INSTALACIONES.	18
2.3.1 Diseño y construcción de una planta TIF.....	18
2.3.2 Áreas de servicio.....	19
2.3.3 Áreas de proceso	19
2.4 EQUIPO.	20
2.4.1 Definición.....	20
2.4.2 Material del que está hecho.....	21
2.4.3 Distribución.....	21
2.4.4 Higiene	21
2.5 PERSONAL	22
2.5.1 Higiene.....	22
2.5.2 Indumentaria.....	23
2.5.3 Estado de salud.....	24
2.5.4 Capacitación.....	24
2.5.5 Movilidad y distribución.....	25
2.6 PROCESO.....	25
2.6.1 Condiciones de operación de proceso.....	26
2.6.2 Procedimientos Operacionales Estándar de Sanidad (POES)	26
2.6.3 Diagrama de proceso.....	27
2.6.4 Flujo de producto	27

2.6.5 Control de plagas.....	27
2.6.6 Manejo de residuos.....	28
2.7 PRODUCTO TERMINADO	28
2.7.1 Envase.....	28
2.7.2 Embalaje.....	29
2.7.3 Etiquetado.....	29
2.8 COMERCIALIZACIÓN.....	29
2.8.1 Cadena fría.....	29
2.8.2 Método de conservación del producto.....	30
2.8.3 Transporte	30
3. OBJETIVOS	31
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	31
3.2 OBJETIVOS PARTICULARES.....	31
4. METODOLOGÍA	32
4.1 MATERIALES	32
4.2 MÉTODOS	33
4.2.1 Verificación de la calidad y algunos aspectos con implicaciones sanitarias de la materia prima cárnica (canales).....	33
4.2.2 Determinación de cloro residual libre y pH en agua del área de cisterna mediante métodos colorimétricos.....	38
4.2.3 Verificación de Buenas Prácticas de Manufactura relacionadas con las instalaciones, la higiene personal y el control de procesos.....	38
4.2.4 Prueba para la determinación de bacterias coliformes totales y fecales en manos.....	38
4.2.5 Verificación de POES	40
4.2.6 Análisis estadístico.....	41
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	43
5.1 EVALUACIÓN DE MATERIA PRIMA CÁRNICA.....	43
5.1.1 Temperatura	43
5.1.2 pH.....	46
5.1.3 Color de la carne	49
5.1.4 Firmeza de la carne	52
5.1.5 Marmoleo	54
5.1.6 Consistencia de la grasa.....	56
5.1.7 Peso de la canal caliente.....	60

5.1.8	Peso de la pierna.....	63
5.1.9	Conformación.....	65
5.1.10	Mediciones morfométricas de la canal.....	68
5.2	DETERMINACIÓN DE CLORO RESIDUAL LIBRE Y pH EN AGUA DEL ÁREA DE CISTERNA MEDIANTE MÉTODOS COLORIMÉTRICOS.	82
5.3	VERIFICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM) RELACIONADAS CON LA HIGIENE PERSONAL, LAS INSTALACIONES Y EL CONTROL DE PROCESOS.	83
5.4.	RESULTADOS OBTENIDOS DE LA EVALUACIÓN DE LIMPIEZA DE MANOS MEDIANTE LA DETECCIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y <i>E. coli</i>	88
5.5	VERIFICACIÓN DE POES.....	90
5.5.1	Verificación de POES del área de envase a granel.	90
5.5.2	Verificación de POES del área de envase a paquetería.....	92
5.5.3.	Verificación de POES del área de lavado de equipo.....	94
5.5.4	Verificación de POES del área de pastas.	96
5.5.5	Verificación de POES del área de forjado.....	98
5.5.6	Verificación de POES del área de inyección.....	100
5.5.7	Verificación de POES del área de masajeo y curación	101
6.	CONCLUSIONES.	105
7.	RECOMENDACIONES.	107
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Algunas características para la aceptación o rechazo en carne de cerdo.....	16
Tabla 2. Límites permisibles del cloro residual y pH.....	17
Tabla 3. Límites permisibles de características microbiológicas	18
Tabla 4. Criterios de interpretación de resultados de acuerdo al método de tecnología de substrato definido (DST) para la detección y conteo de coliformes totales y <i>E. coli</i>	40
Tabla 5. Criterios para la interpretación de resultados mediante la prueba de luminiscencia, de acuerdo con las recomendaciones del proveedor de material y equipo para esta prueba.....	41
Tabla 6. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de la temperatura de la canal al momento de la recepción (°C) en el periodo.....	43
Tabla 7. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar del pH de la canal en el periodo.....	46
Tabla 8. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de las calificaciones del color de la carne en el periodo.....	49
Tabla 9. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de los valores registrados para la firmeza de la carne en el periodo.....	52
Tabla 10. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de los valores asignados para la evaluación del marmoleo de la carne en el periodo.	55
Tabla 11. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de las calificaciones asignadas a la consistencia de la grasa en el periodo.....	57
Tabla 12. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar del peso de la canal caliente (kg) en el periodo.	60
Tabla 13. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar del peso de la pierna (kg) en el periodo.....	63
Tabla 14. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de los valores asignados a la conformación de la pierna en el periodo.	66
Tabla 15. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de la longitud de la canal (cm) en el periodo.....	69
Tabla 16. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de la longitud del lomo (cm) en el periodo.....	71
Tabla 17. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de la longitud de la pierna (cm) en el periodo.	73

Tabla 18. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de la longitud del jamón (cm) en el periodo.	75
Tabla 19. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar del perímetro máximo del jamón (cm) en el periodo.	78
Tabla 20. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar del espesor de grasa dorsal (cm) en el periodo.	80
Tabla 21. Resultados obtenidos del muestreo de cloro residual libre y pH del área de cisterna.	83
Tabla 22. Número de no conformidades detectadas en diferentes áreas productivas como consecuencia del no cumplimiento de las BPM enfocadas al personal de acuerdo con los formularios proporcionados por la empresa.	84
Tabla 23. Número de no conformidades detectadas en diferentes áreas productivas como consecuencia del no cumplimiento de las BPM enfocadas a la verificación de instalaciones y equipos de acuerdo con los formularios proporcionados por la empresa.	85
Tabla 24. Número de no conformidades detectadas realizadas en diferentes áreas productivas como consecuencia del no cumplimiento de las BPM enfocadas a la verificación de producción y control de procesos de acuerdo con los formularios proporcionados por la empresa.	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de las mediciones morfométricas realizadas en la canal porcina	37
Figura 2. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación de temperatura de las canales al momento de la recepción.	44
Figura 3. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación de pH.	47
Figura 4. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación color de la carne.	50
Figura 5. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación de firmeza en la carne de porcino en canal.....	53
Figura 6. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación de marmoleo.	56
Figura 7. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación consistencia de la grasa.	58
Figura 8. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación de peso de la canal caliente.	61
Figura 9. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación peso de la pierna (kg).	64
Figura 10. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} de los valores asignados a las canales inspeccionadas sobre la especificación de conformación.	67
Figura 11. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación longitud de la canal.....	70
Figura 12. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la longitud del lomo.....	72
Figura 13. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación longitud de la pierna.	74
Figura 14. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación longitud del jamón.....	76
Figura 15. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación perímetro del jamón.....	79
Figura 16. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación “espesor de grasa dorsal”.....	81

Figura 17. Porcentaje de cumplimiento de BPM relacionadas con las instalaciones, la higiene personal y el control de procesos.	87
Figura 18. Distribución porcentual de los resultados obtenidos del primer muestreo en la evaluación de limpieza de manos.	88
Figura 19. Distribución porcentual de los resultados obtenidos del segundo muestreo en la evaluación de limpieza de manos.	89
Figura 20. Porcentaje de cumplimiento de POES operacionales en el área de envase a granel.	90
Figura 21. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con las instalaciones del área de envase a granel.	91
Figura 22. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con el equipo en el área de envase a granel.	92
Figura 23. Porcentaje de cumplimiento de POES operacionales en el área de envase de paquetería.	92
Figura 24. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con las instalaciones del área de envase de paquetería.	93
Figura 25. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados al equipo en el área de envase a paquetería.	94
Figura 26. Porcentaje de cumplimiento de POES operacionales en el área de lavado de equipo.	94
Figura 27. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con las instalaciones del área de lavado de equipo.	95
Figura 28. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con el equipo en el área de lavado de equipo.	96
Figura 29. Porcentaje de cumplimiento de POES operacionales en el área de pastas.	96
Figura 30. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con las instalaciones en el área de pastas.	97
Figura 31. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con el equipo en el área de pastas.	98
Figura 32. Porcentaje de cumplimiento de POES operacionales en el área de forjado.	99
Figura 33. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con las instalaciones del área de forjado.	99
Figura 34. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con el equipo en el área de forjado.	100

Figura 35. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con las instalaciones del área de inyección. 100

Figura 36. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con el equipo en el área de inyección..... 101

Figura 37. Porcentaje de cumplimiento de POES operacionales en el área masajeo y curación. ... 101

Figura 38. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con las instalaciones del área de masajeo y curación. 102

Figura 39. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con el equipo en el área masajeo y curación. 102

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

BPM Buenas Prácticas de Manufactura

CRA Capacidad de retención de agua

DFD Oscura, firme y seca (Dark, firm and dry)

ETA Enfermedades Transmitidas por Alimentos

ICC Índice de compacidad

INIFAP Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

LC Línea central

LCI Límite de control inferior

LCS Límite de control superior

NPPC National Pork Producers Council

NMX Norma Mexicana

NOM Norma Oficial Mexicana

POES Procedimientos Operacionales Estandarizados de Sanidad

PSE Pálida suave y exudativa (Pale, soft and exudative)

RFN Roja firme y no exudativa

SAGARPA Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

TIF Tipo Inspección Federal

RESUMEN

En el presente trabajo se contribuyó en la realización de diversas actividades relacionadas con el control de calidad en una empacadora de carne Tipo Inspección Federal (TIF). Dicha verificación incluyó variables vinculadas con la evaluación de la materia prima cárnica (canales), la determinación de pH y cloro residual libre en agua, además de la verificación de aspectos relativos a las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) así como la supervisión de los Procedimientos Operacionales Estándar de Sanidad (POES).

Los resultados de la evaluación de 110 canales indican que el 80.9% de las mismas cumplieron con los requisitos de temperatura descritos por la normativa (NOM-008-ZOO-1994). Por otro lado, se encontró que las muestras evaluadas poseían un pH ($\bar{x}=5.91\pm 0.1$); un color rojo claro ($\bar{x}=2.78 \pm 0.6$), una firmeza intermedia ($\bar{x}=1.74\pm 0.7$), un marmoleo ligero ($\bar{x}=2.64\pm 1.2$), una conformación convexa ($\bar{x}=3.20\pm 0.4$); y una consistencia sólida en la grasa ($\bar{x}=1.09\pm 0.3$); dichas variables se encontraron bajo control respectivamente. Por otro lado, características como el peso de la canal caliente ($\bar{x}=88.35\pm 15.43$), el peso de la pierna ($\bar{x}=12.76\pm 2.71$) y las diferentes mediciones morfométricas realizadas en la canal no se encontraron en control desde el punto de vista estadístico respectivamente.

En la determinación de cloro residual libre ($0.7\text{mg/L}\pm 0.4$) y del pH (7.6 ± 0.2) en agua se cumplieron con las especificaciones descritas en la modificación a la NOM-127-SSA1-1994 respectivamente.

En la verificación de BPM se obtuvieron resultados que superan el 90% de cumplimiento, sin embargo la mayoría de las desviaciones encontradas estuvieron relacionadas con el personal. Por otro lado, en la verificación de POES, se puede concluir que las principales desviaciones encontradas se relacionaron con la aplicación inadecuada de los procedimientos en la limpieza de las diferentes áreas y equipos.

Por último, se considera importante trabajar sobre aquellos aspectos negativos relacionados con el personal en materia de BPM y POES mediante la supervisión y a través de programas de capacitación que se lleven a cabo de manera continua, objetiva y sistemática basándose en las desviaciones más frecuentes con el fin de corregir dichos problemas.

1. INTRODUCCIÓN

En muchos países del mundo las autoridades sanitarias consideran prioritario establecer políticas de inocuidad en los alimentos de origen pecuario mediante la aplicación de sistemas que minimicen los riesgos de contaminación, desde las unidades de producción primaria hasta la transformación de la materia prima (carne) en embutidos y carnes frías, su conservación, comercialización y consumo, para disminuir la incidencia de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) en la población (1). Durante el procesamiento de la carne existen diferentes factores que pueden ser causa de contaminación accidental o inducida y pueden ser físicos, químicos o microbiológicos; la materia prima cárnica, *per se*, es un excelente medio de cultivo para toda clase de microorganismos debido a la cantidad de nutrientes que posee, con un pH cercano a la neutralidad; es por ello que, desde el momento del sacrificio y hasta la llegada del producto al consumidor, deben mantenerse una serie de condiciones que impidan el crecimiento de microorganismos que alteren las características organolépticas y la apariencia del producto haciéndolo inaceptable para su consumo y que pueda significar un riesgo para la salud del consumidor (3). Por este motivo se han establecido principios y prácticas generales de higiene en la elaboración, manipulación, preparación, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano. Estos principios se conocen como Buenas Prácticas de Manufactura y tienen como objetivo el reducir significativamente el riesgo de contaminación de los alimentos en todas las etapas de la cadena productiva (5).

La aplicación de prácticas adecuadas de higiene y sanidad, en el proceso de alimentos, bebidas, aditivos y materias primas, reduce significativamente el riesgo de infecciones por ETA y contaminaciones de diferente tipo hacia la población consumidora, lo cual contribuye a formar una imagen de calidad y, adicionalmente, a evitar al empresario sanciones legales por parte de la autoridad sanitaria, así como pérdidas originadas por el acortamiento de su vida de anaquel o por la necesidad de destruirlas o inutilizarlas para el consumo humano.

El enfoque contemporáneo basado en el riesgo sobre la higiene de la carne requiere que estas medidas sean aplicadas en todos los puntos de la cadena productiva; esto debería reflejarse en la aplicación de medidas específicas que estén basadas en la ciencia y en la

evaluación de riesgo, y en un mayor énfasis de la prevención y del control de la contaminación durante la obtención y el procesamiento (3).

En México, se cuenta con el Sistema Tipo Inspección Federal, que constituye un conjunto de preceptos, limitaciones, obligaciones y vigilancias del más elevado nivel sanitario, que ejerce el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), que de acuerdo con las normas oficiales aceptadas internacionalmente, certifican la materia prima, la construcción de las instalaciones, su conservación e higiene; el personal, la maquinaria, el equipo e implementos que se utilizan, así como los procesos, el producto terminado y su comercialización, de manera que disminuye y previene los riesgos asociados con la contaminación de alimentos (11).

2. MARCO TEÓRICO

Las Buenas Prácticas de Higiene o de Manufactura tienen como objetivo el reducir significativamente el riesgo de contaminación hacia el producto; también reducen las pérdidas al protegerlo contra agentes físicos, químicos y biológicos, que impliquen un riesgo para la salud del consumidor lo cual contribuye a formar una imagen de calidad y mejora el posicionamiento de los productos en el mercado (5).

En México, las buenas prácticas de manufactura o también conocidas como Buenas Prácticas de Higiene se encuentran establecidas en la Norma Oficial Mexicana:

- NOM-251-SSA1-2009 Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

De una forma más específica la verificación sanitaria de los productos cárnicos en el ámbito de los establecimientos TIF, se encuentra descrita en las normas:

- NOM-008-ZOO-1994. Especificaciones zoosanitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos.

- NOM-009-ZOO-1994. Proceso sanitario de la carne.

Actualmente existen diversas empresas dedicadas a la producción de alimentos, las cuales difieren en muchas de sus características, pero guardan una relación estrecha entre ellas, al producir un satisfactor similar como son los alimentos de origen animal; del mismo modo, existen ciertas características generales que se toman como base para su verificación sanitaria, las cuales se mencionan a continuación (2).

2.1 MATERIA PRIMA

2.1.1 Recepción

En los establecimientos Tipo Inspección Federal (TIF) dedicados al procesamiento de carnes frías y embutidos se podrán recibir animales sacrificados fuera del mismo siempre y cuando provengan de otro establecimiento TIF y cumplan con los requisitos que se establecen en la Ley y Reglamento de la Ley Federal de Sanidad Animal (16).

La materia prima cárnica siempre debe acompañarse por la documentación correspondiente, que garantice su origen, así como la documentación complementaria requerida por la autoridad competente. Debido a lo anterior deben revisarse los avisos de movilización, certificados de origen u otros, en su caso (2).

Esta recepción deberá realizarse por personal capacitado para ello, así como en una instalación adecuada que garantice la inocuidad en los productos elaborados (3).

2.1.2 Verificación

La verificación de la materia prima cárnica, iniciará con la revisión visual del personal transportista; asimismo, el transporte debe de cumplir con las siguientes características:

- a) Los vehículos deben poseer sistemas de refrigeración o congelación según se requiera.
- b) Mantener una temperatura constante no mayor a 4°C para el transporte de carnes frescas y para productos congelados mantener una temperatura de

-18°C. El equipo debe mantener la temperatura requerida durante todo el periodo de transporte.

- c) Las superficies interiores deben ser impermeables, de materiales lisos y de fácil aseo. Además las dimensiones interiores deben garantizar que las canales, medias canales y cuartos de canal no tengan contacto con el piso o paredes.
- d) Las superficies exteriores como techo, paredes y puertas deben estar pintados con colores claros y con la denominación del establecimiento solo en caso de ser propiedad del mismo.
- e) De acuerdo a la NOM-009-Z00-1994 no se deberán movilizar simultáneamente productos comestibles y no comestibles, como en el caso de vísceras y canales. Además el producto comestible no se deberá colocar en el piso.
- f) Todos los vehículos que transporten productos cárnicos deberán contar con un fleje de seguridad para asegurar su inviolabilidad (12).

Una vez que se llevó a cabo la inspección de los puntos anteriormente descritos, se debe realizar una verificación organoléptica del producto (color, olor, textura, frescura y verificar que esté exento de materia extraña (3).

Ya sea que se trate de producto fresco o producto congelado, se deben tomar muestras con la periodicidad correspondiente con el objetivo de conocer una parte de la población a examinarse y de esta manera hacer inferencias sobre la inocuidad de la materia prima cárnica recibida al practicarle el análisis microbiológico correspondiente (1).

Tabla 1. Algunas características para la aceptación o rechazo en carne de cerdo

Característica	Aceptación	Rechazo
Color	Rosa pálido	Verdosa o café oscuro Descolorida en el tejido elástico
Color de la grasa	Blanca	Amarillenta
Textura	Firme y elástica	Viscosa, pegajosa
Olor	Característico	Putrefacto, agrio

Fuente. NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios

En los establecimientos TIF, las canales provenientes de otros establecimientos deben reinspeccionarse por el personal oficial y si como resultado se encuentran alteraciones que las hagan impropias para el consumo, serán decomisadas y colocadas inmediatamente en recipientes que en forma visible lleven la leyenda "Inspeccionado y Rechazado SAGARPA, México". En caso contrario, es decir, cuando estén en condiciones de sanidad que permitan su uso en la alimentación humana, serán reselladas con la leyenda "Inspeccionado y Aprobado, SAGARPA, México", pudiendo aprovecharse en la elaboración de productos comestibles.

Cuando el personal oficial o en su caso el Médico Veterinario Responsable marquen una canal con la leyenda "Retenida", no podrá manejarse ni aprovecharse en la elaboración de artículos comestibles hasta que no se dé un dictamen definitivo (12).

2.1.3 Almacenamiento

Una vez que la materia prima cárnica cumplió con las características establecidas por la autoridad sanitaria, se deberá almacenar en cámaras de refrigeración o congelación, según sea el caso.

En caso de que la materia prima cárnica tenga un dictamen de retención o rechazo podrá mantenerse en la misma cámara de almacenamiento, siempre y cuando se cuente con un área específica para ello, sin que exista riesgo de contaminación para las cargas aceptadas que ahí se almacenan (3).

Las materias primas se pueden colocar en mesas, estibas, tarimas, anaqueles, entrepaños, estructuras o cualquier superficie limpia que evite su contaminación y que permitan la circulación del aire, además la estiba de los productos debe evitar el rompimiento y exudación de empaques y envolturas (10).

Por otro lado, es importante mencionar que las materias primas deben almacenarse de acuerdo con su naturaleza e identificarse de manera tal que se permita aplicar un sistema de PEPS (Primeras Entradas/Primeras Salidas) (10).

2.2 AGUA PARA PROCESO

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, por lo cual se han establecido límites permisibles en cuanto a sus características químicas y bacteriológicas.

El agua que esté en contacto directo con alimentos, materias primas, superficies en contacto con el mismo, envases primarios o aquella para elaborar hielo, debe ser potable y cumplir con los límites permisibles de cloro residual libre y de organismos coliformes totales y fecales establecidos en la modificación a la NOM-127-SSA1-1994, debiendo llevarse un registro diario del contenido de cloro residual libre (9).

Tabla 2. Límites permisibles del cloro residual y pH

Característica	Límite permisible
Cloro residual libre	0.2-1.50 mg/l
pH	6.5-8.5

Fuente. Modificación a la NOM-127-SSA1-1994, apartado 4 donde se hace referencia a los límites permisibles de la calidad del agua.

Tabla 3. Límites permisibles de características microbiológicas

Característica	Límite permisible
Organismos coliformes totales	2 NMP/100 ml
	2 UFC/100 ml
Organismos coliformes fecales	No detectable NMP/100 ml
	Cero UFC/100 ml

Fuente. Modificación a la NOM-127-SSA1-1994, apartado 4 donde se hace referencia a los límites permisibles de la calidad del agua.

2.3 INSTALACIONES

La verificación de las instalaciones comprende la revisión de la construcción física donde se realiza todo el proceso de producción y almacenaje de producto y materia prima. Su importancia radica en que son las que definen el ambiente en el cual los alimentos serán manejados. De ellas depende en gran medida el poder contar con un medio saneado (2).

2.3.1 Diseño y construcción de una planta TIF

La instalación en general debe permitir que el producto fluya de forma funcional, evitando congestionamientos, retrocesos y cruces innecesarios en su recepción, elaboración y almacenaje. Por tal motivo, el flujo de las operaciones debe de evitar la contaminación cruzada entre la materia prima, producto en elaboración y producto terminado (7).

En general, un establecimiento debe contar con dos áreas, una de servicio y otra de proceso.

- 1) Área de servicio: comprende las secciones de carga y descarga, servicios sanitarios, estacionamiento, oficina, entrada del personal, almacén de utensilios de limpieza para áreas generales o administrativas, el área de lavado de camiones, productos químicos, comedor, vestidor y regaderas.
- 2) Área de proceso: abarca desde la recepción de materia prima cárnica, hasta el área de conservación de producto terminado. Comprende además la antecámara de

saneamiento, las áreas de envase para producto terminado, almacén de utensilios de limpieza para áreas y equipo de proceso. Además las áreas donde se prepare y procese la carne deben ser lo suficientemente amplias de acuerdo con el equipo instalado, contando con espacio para los operarios y con pasillos para el tránsito de los carros de transporte de productos (3).

2.3.2 Áreas de servicio

2.3.2.1 Características generales

a) Pisos y drenajes

Estas áreas deben ser de concreto o pavimentadas y con drenajes que estén provistos de trampas contra olores, así como coladeras o canaletas con rejillas las cuales deben mantenerse libres de basura, sin estancamientos y en buen estado (7).

b) Recepción de materia prima

Entre la unidad de entrega y el local, no debe existir una zona abierta que permita la introducción de insectos voladores o polvo del exterior. Además se debe considerar que la recepción de materia prima cárnica tiene que estar separada de la zona de recepción de condimentos y otros materiales para la producción.

Así mismo se debe contemplar un área delimitada e identificada para el lavado y desinfección de los camiones (7).

2.3.3 Áreas de proceso

2.3.3.1 Características generales de las áreas de proceso

Se recomienda que los edificios e instalaciones cuenten con las siguientes características:

- Que sean de construcción sólida y con acabado sanitario.
- Que los materiales utilizados no transmitan sustancias indeseables al producto (pinturas, polvos, líquidos).

- Que los pisos, paredes y techos sean de fácil limpieza, sin grietas o roturas.
- Que los ángulos entre paredes y piso, paredes y techo y paredes de encuentro sean redondeados.
- Que las escaleras estén revestidas de materiales impermeables con escalones sólidos, antideslizantes y con bordes laterales redondeados de material similar.
- Que los pasillos de comunicación y las puertas sean lo suficientemente anchos (1.50 m de ancho como mínimo).
- Que las puertas y ventanas de las áreas de producción o elaboración estén provistas de protecciones que eviten la entrada de lluvia, fauna nociva o plagas (10).
- Que las puertas de doble acción tengan un tablero o mirilla de vidrio reforzado o de plástico transparente a una altura de 1.60 m del piso como mínimo (7).
- Que las tuberías, conductos, rieles, vigas, cables, etc., estén diseñadas de tal forma que eviten la contaminación en áreas de producción o elaboración donde el producto sin envasar esté expuesto (10).
- Que existan áreas específicas para el almacenamiento de materias primas, producto en elaboración, producto terminado, en cuarentena, devoluciones, productos rechazados o caducos.
- Que cada área de procesamiento este equipada con una estación de lavado de manos completa y funcional como se describe en la NOM-008-ZOO-1994 (7).
- Que la temperatura de refrigeración sea de 4°C como máximo, -18°C en cámaras de congelación y 15°C en áreas de procesamiento.

2.4 EQUIPO

2.4.1 Definición

Se entiende por equipo a todo artefacto empleado para la obtención, proceso y almacenaje del producto. El equipo tiene la característica de entrar en contacto con el producto, de ahí su importancia. Por tal motivo debe asegurar que tenga la capacidad en relación con la materia prima, producto en proceso y producto terminado. También debe ser funcional por lo que se deben verificar las constantes de operación (cuando se requiera), como temperaturas, tiempos, presiones, entre otras (2).

2.4.2 Material del que está hecho

El equipo que tenga contacto directo con el producto debe ser de material inoxidable, liso, libre de agujeros y hendiduras, así como desmontable para su limpieza y verificación. Estas consideraciones también son válidas para tornillos y otros accesorios que estén en contacto con el producto (7).

Así mismo los materiales utilizados en los equipos y los utensilios empleados en el proceso de envase de carnes frías y embutidos, no deben transmitir sustancias tóxicas, olores ni sabores, ni tampoco ser absorbentes. Además los materiales que estén en contacto directo con el producto, deben ser fabricados en material de grado alimenticio (3).

2.4.3 Distribución

Es importante que se ubique en áreas o zonas de acuerdo con las necesidades de los diferentes procesos, de tal manera que permita evitar los problemas derivados de la contaminación cruzada (2). El equipo debe instalarse de manera que favorezca su fácil limpieza y verificación, por ello se recomienda instalarlo a 30 cm. de los muros y pisos o bien esta unido herméticamente a éstos. Además todas las partes soldadas deben ser continuas, lisas, parejas y estar a nivel de las superficies adyacentes (7).

Por otro lado, se recomienda que el equipo se instale de manera que el desagüe descargue directamente al sistema de drenaje y los conductos deben ser de fácil aseo, cilíndricos, con bordes y uniones bien redondeadas.

2.4.4 Higiene

Todos los equipos y los utensilios deben ser diseñados y fabricados de manera que aseguren la higiene, permitiendo una fácil y completa limpieza, desinfección y verificación (3).

Dentro de este apartado se incluye la verificación de la existencia de manuales para la correcta limpieza y desinfección del equipo, la rutina o procedimiento, así como la comprobación de su efectividad tanto interna como externa antes del proceso, durante y después, por métodos que incluyen la inspección y la palpación o incluso mediante pruebas

microbiológicas como conteo estándar de mesófilos, coliformes totales, coliformes fecales o detección de materia orgánica residual. Este procedimiento también debe incluir la revisión de la limpieza de los implementos empleados para este fin, el uso de ellos por área, equipo y tipo de superficie, exclusivo para ellos. De igual manera es necesario revisar su almacenaje en lugares *ex profeso*, así como de los productos empleados en el control de plagas, en su caso. Es posible emplear un código de colores que facilite su control de uso por áreas y equipos, ya que éstos pueden convertirse, de no cumplirse lo dicho, en elementos de contaminación (2).

Es por ello que después de la utilización, mantenimiento o reparación del equipo se debe verificar de acuerdo con los POES (Procedimientos Operacionales Estandarizados de Saneamiento) que el equipo esté limpio y desinfectado antes de su uso en el área de producción.

Los agentes de limpieza para los equipos y utensilios deben utilizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante o de los procedimientos internos que garanticen su efectividad, evitando que entren en contacto directo con materias primas, producto en proceso, producto terminado sin envasar o material de envase (10).

2.5 PERSONAL

Se denomina así a toda persona que labora en las instalaciones y que también define muchos aspectos relacionados con la protección del alimento, su manejo sanitario y su conservación; ejerciendo mediante ello, efectos que pueden ser tanto directos (cuando actúa como fuente de contaminación) como indirectos, ya que de él depende esencialmente el mantener el ambiente macro saneado y el control del microambiente de los alimentos. Debido a lo anterior se le verifica lo siguiente:

2.5.1 Higiene

Se refiere a los aspectos de limpieza que debe cumplir el personal que labora en las diferentes plantas de proceso como son: baño diario antes de iniciar labores, pelo recogido, los bigotes deben ser cortos (hombres), no usar aretes, anillos, ni objeto alguno que pueda

desprenderse y ser una fuente de contaminación para el producto durante el proceso, tampoco se permite el uso de maquillaje (2).

Asimismo se debe prescindir de plumas, lapiceros, termómetros, sujetadores u otros objetos desprendibles en los bolsillos superiores de la vestimenta en las áreas de producción y manejo de productos (3).

Del mismo modo la ropa y objetos personales deberán guardarse fuera de las áreas de producción o elaboración de productos (10).

Al comienzo de las labores diarias, los obreros deben pasar obligatoriamente por el área de saneamiento, debiendo lavarse las manos, brazos y antebrazos con agua caliente y jabón. Además el personal en general, debe tener las uñas recortadas al ras de las yemas de los dedos; prohibiéndose llevar las uñas pintadas durante su labor (12).

El personal tiene prohibido escupir, estornudar ni toser sobre el producto; ni comer, ni introducir alimentos, ni fumar en áreas de proceso ni aledaños a ellas.

Otro punto importante respecto al personal es que las cortadas y heridas deben cubrirse apropiadamente con un material impermeable, y no entrar al área de proceso cuando éstas se encuentren en partes del cuerpo que puedan entrar en contacto directo con los productos (3).

2.5.2 Indumentaria

Este aspecto comprende la vestimenta que porta el personal y debe de cumplir lo siguiente:

Todo el personal que trabaje en relación directa con productos alimenticios o en áreas de trabajo de los establecimientos, cámaras frigoríficas, medios de transporte o lugares de carga, debe estar vestido con ropa de colores claros que cubran todas las partes de su cuerpo que puedan entrar en contacto con los productos alimenticios. Por otro lado, la ropa de trabajo debe estar limpia al comienzo de las tareas de cada día y si ha estado en contacto con alguna parte de animales afectados por enfermedades infecto-contagiosas, deberá ser cambiada y esterilizada.

Cabe mencionar que la limpieza de la ropa de los empleados de áreas de producción estará bajo la responsabilidad de la empresa, para lo cual utilizará la lavandería localizada dentro de sus instalaciones.

Entre la indumentaria que debe portar el personal destaca el tener la cabeza cubierta con cofias de colores claros que cubran en su totalidad el cabello, además del equipo de trabajo como son botas de hule o mandil (7). Si se emplean guantes, éstos deben mantenerse limpios e íntegros. El uso de guantes no exime el lavado de las manos antes de su colocación (10). Aunado a lo anterior y de acuerdo con la actividad específica del trabajador, se seleccionará y se le proporcionará el equipo de protección personal indicado (3).

2.5.3 Estado de salud

El personal que tiene contacto con la carne debe justificar su estado de salud como aceptable, por medio de un certificado de salud expedido por una autoridad competente.

Las personas que padezcan enfermedades infecto-contagiosas o afecciones de la piel, no pueden desempeñar funciones que impliquen contacto con productos comestibles en cualquier etapa de su proceso. En aquellos casos en que se sospeche de estas enfermedades o afecciones, se exigirá un certificado médico del estado de salud del obrero en cuestión (12).

2.5.4 Capacitación

También es importante considerar la capacitación sanitaria que se realice con el personal para cumplir con el trabajo y la capacidad de realizarlo (2).

Así mismo es recomendable que en las áreas de trabajo existan letreros de difusión, que señalen la necesidad del uso de cofia, guantes y en general del equipo de trabajo completo, así como del lavado de manos (3).

Todo el personal que opere en las áreas de producción o elaboración debe capacitarse en las buenas prácticas de manufactura, por lo menos una vez al año.

La capacitación debe incluir:

- a) Higiene personal, uso correcto de la indumentaria de trabajo y lavado de las manos.
- b) La naturaleza de los productos, en particular su capacidad para permitir el desarrollo de los microorganismos patógenos o de descomposición.
- c) La forma en que se procesan los alimentos, bebidas o suplementos alimenticios considerando la probabilidad de contaminación.
- d) El grado y tipo de producción o de preparación posterior antes del consumo final.
- e) Las condiciones en las que se deban recibir y almacenar las materias primas, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
- f) El tiempo que se prevea que transcurrirá antes del consumo.
- g) Repercusión de un producto contaminado en la salud del consumidor.
- h) El conocimiento de las normativas involucradas.

2.5.5 Movilidad y distribución

Este aspecto se relaciona con la zona en donde trabaja el personal y la división en áreas que presente la misma empresa. No se debe permitir el paso del personal de áreas sucias (áreas de embarques, áreas de recepción de materia prima), hacia áreas limpias, (área de proceso, área de producto terminado, etc.), para evitar la contaminación de la materia en proceso, producto terminado, etc., ya que estos desplazamientos sin control son una importante fuente de contaminación cruzada. Para realizar dicho control se puede usar un código de colores en el uniforme del personal, lo cual se facilita si el uniforme lo proporciona la empresa, y de este modo se puede detectar cualquier anomalía a distancia (2).

2.6 PROCESO

Debe ser objeto de verificación la forma en que se realiza ya que tiene un efecto directo desde el punto de vista sanitario sobre los alimentos, por ello se revisa lo siguiente:

2.6.1 Condiciones de operación de proceso

Se describirán de acuerdo con los Procedimientos Operacionales Estándar (POE) con precisión el qué y cómo se llevarán a cabo cada una de las actividades en los procesos, tales como temperatura, velocidad, presión, tiempo, secuencia de operaciones, equipo específico a utilizar, etc. (3).

2.6.2 Procedimientos Operacionales Estándar de Sanidad (POES)

Son aquellos procedimientos que implican una serie de actividades documentadas de limpieza y desinfección que se realizan en las instalaciones, equipo y utensilios antes, durante y después del proceso productivo (17).

La responsabilidad de la aplicación del programa de POES, será de todo el personal involucrado durante el proceso: obreros, supervisores y gerentes del establecimiento (3).

Para su evaluación, se recomienda que el programa considere como mínimo la siguiente información:

- a) Los procedimientos sanitarios diarios de higiene y desinfección que se realizan en el establecimiento.
- b) Los procedimientos deberán coincidir con la relación de equipo con el que cuenta el establecimiento.
- c) El cargo de la persona designada para realizar cada una de las actividades de limpieza y desinfección.
- d) La metodología empleada y la frecuencia con la que se efectuarán las distintas actividades.
- e) Los productos que se utilizarán.
- f) Los métodos de verificación de los procedimientos.
- g) Las acciones correctivas que se realizarán en caso de fallas.
- h) Formularios para el registro de los hallazgos y de las acciones correctivas.
- i) El cargo y/o nombre del empleado que realizará la verificación del cumplimiento de las actividades señaladas (17).

2.6.3 Diagrama de proceso

Debe describir de forma secuencial, mediante diagrama de flujo, los pasos a seguir en cada una de las actividades (3).

2.6.4 Flujo de producto

El producto debe fluir en forma funcional, evitando congestionamientos, retrocesos y cruces innecesarios en su recepción, elaboración y almacenaje. Debe tener vía de tránsito independiente el producto terminado, a la de la materia prima, debiendo mostrarlo en un plano de planta. Se deben tomar medidas para evitar contaminación del producto por contacto directo o indirecto con material que se encuentre en otra etapa de proceso (3).

2.6.5 Control de plagas

El control de plagas es aplicable a todas las áreas del establecimiento incluyendo el transporte.

No se debe permitir la presencia de animales domésticos, ni mascotas dentro de las áreas de producción o elaboración de los productos.

Además se deben tomar medidas preventivas para reducir las probabilidades de infestación y de esta forma limitar el uso de plaguicidas. También debe evitarse que en los patios del establecimiento existan condiciones que puedan ocasionar contaminación del producto y proliferación de plagas, tales como: equipo en desuso, desperdicios y chatarra, maleza o hierbas, encharcamiento por drenaje insuficiente o inadecuado; así mismo los drenajes deben tener cubierta apropiada para evitar la entrada de plagas provenientes del alcantarillado o áreas externas.

Por otro lado, en las áreas de proceso no debe encontrarse evidencia de la presencia de plagas. Cada establecimiento debe tener un sistema o un plan para el control de plagas y su erradicación, incluidos los vehículos de acarreo y reparto propios.

En caso de que alguna plaga invada el establecimiento, deben adoptarse medidas de control para su eliminación por contratación de servicios de control de plagas o autoaplicación; en caso de contratar los servicios de una empresa, se debe contar con certificado o constancia del servicio proporcionado por la misma. En el caso de autoaplicación, se debe llevar un registro. En ambos casos debe constar el número de licencia sanitaria expedida por la autoridad correspondiente. Los plaguicidas empleados deben contar con registro emitido por la autoridad competente y deben mantenerse en un área, contenedor o mueble aislado y con acceso restringido, en recipientes claramente identificados y libres de cualquier fuga, de conformidad con lo que se establece en las disposiciones legales aplicables (10).

2.6.6 Manejo de residuos

Se deben adoptar medidas para la remoción periódica y el almacenamiento de los residuos. No deberá permitirse la acumulación de residuos, salvo en la medida en que sea inevitable para el funcionamiento de las instalaciones. Los residuos generados durante la producción o elaboración deben retirarse de las áreas de operación cada vez que sea necesario o por lo menos una vez al día, además, se debe contar con recipientes identificados y con tapa para los residuos (10).

2.7 PRODUCTO TERMINADO

Es el resultado del proceso y se busca determinar que el producto sea apto para ser consumido por las personas y que no represente un riesgo desde un punto de vista sanitario. Su verificación es similar a la que se realiza en el caso de la materia prima, dado que el producto terminado en alguna empresa puede representar la materia prima para otro proceso, como es el caso de la carne de cerdo que es el producto final de un rastro y la materia prima de una procesadora de carnes frías. Deben considerarse de igual manera los aspectos inherentes al envase, empaque y etiquetado de los productos cuando proceda (2).

2.7.1 Envase

Los envases y recipientes que entren en contacto directo con la materia prima, alimento, bebida o suplemento alimenticio, se deben almacenar protegidos de polvo, lluvia, plagas y

materia extraña. Por otro lado se debe asegurar que los envases se encuentren íntegros, limpios y en su caso desinfectados. Los materiales de envase primario deben ser inocuos y proteger al producto de cualquier tipo de contaminación o daño exterior (10). Además, los productos se deben envasar en recipientes de tipo sanitario, elaborados con materiales inocuos y resistentes a distintas etapas del proceso, de tal manera que no reaccionen con el producto o alteren sus características microbiológicas, físicas, químicas y sensoriales (13).

2.7.2 Embalaje

Se deben usar materiales resistentes que ofrezcan la protección a los envases para impedir su deterioro exterior a la vez que faciliten su manipulación, almacenamiento y distribución (13).

2.7.3 Etiquetado

La información contenida en las etiquetas de los alimentos preenvasados debe ser veraz y describirse y presentarse de forma tal que no induzca a error al consumidor con respecto a la naturaleza y características del producto. Los datos que deben aparecer en la etiqueta deben indicarse con caracteres claros, visibles, indelebles y en colores contrastantes, fáciles de leer por el consumidor en circunstancias normales de compra y uso.

El etiquetado de los productos alimenticios debe cumplir con lo establecido en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (14).

2.8 COMERCIALIZACIÓN

En este aspecto se incluyen todos aquellos factores relacionados con el mantenimiento en las mejores condiciones posibles de los productos. Los aspectos a verificar son los siguientes:

2.8.1 Cadena fría

Este concepto está relacionado con las características de conservación a baja temperatura del producto terminado. Para que no haya alteraciones en los productos congelados se

requiere que durante su transporte no aumente o disminuya su temperatura 1°C. Los valores específicos varían con el tipo de producto en términos de composición, estado físico, naturaleza, proceso de conservación al que fue sometido, así como las especificaciones normativas correspondientes. Con el fin de demostrar que estas características de conservación se cumplen, es conveniente que las unidades sean sometidas a verificación mediante el empleo de sistemas de registro de temperatura, lo que se lleva a cabo a través de diversos dispositivos que indican el comportamiento de la temperatura por medio de gráficas utilizando sistemas computarizados o través de termograficadores (2).

2.8.2 Método de conservación del producto

Involucra la verificación de cámaras de refrigeración en caso de contar con ellas, o de cualquier otro método que se use para conservar las características del producto (2).

2.8.3 Transporte

En el caso de los establecimientos TIF los médicos veterinarios oficiales o aprobados sólo expedirán avisos de movilización para el transporte de las canales, partes de ellas o productos comestibles, si éstas llevan los sellos de inspección. El transporte de carne y sus productos frescos o industrializados, sólo se permitirá en vehículos en buen estado, limpios y acondicionados para el objeto, requiriéndose para los productos refrigerados, que los vehículos estén provistos de refrigeración o congelación y forrados de materiales lisos, impermeables, de fácil aseo, aprobados por la SAGARPA. Además deben ser totalmente cerrados, sin comunicación directa entre la cabina del conductor y el compartimiento en que se transporta el producto (13).

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir al control de calidad de productos cárnicos para consumo humano en apoyo al departamento de calidad dentro del cual labora el Médico Sanitarista en una planta Tipo Inspección Federal mediante la verificación, evaluación y supervisión de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y de los Procedimientos Operacionales Estándar de Sanidad (POES).

3.2 OBJETIVOS PARTICULARES

1. Evaluar diferentes parámetros de calidad en las canales producidas por esta empresa de ciclo completo.
2. Determinar por métodos colorimétricos la concentración de cloro residual y del pH del agua luego de haber pasado por el sistema de filtración implementado por el establecimiento.
3. Verificar el cumplimiento de BPM de acuerdo con los formularios proporcionados por la empresa.
4. Verificar el cumplimiento de POES operacionales y pos-operacionales en el establecimiento.

4. METODOLOGÍA

4.1 MATERIALES

- 1 Termómetro de vástago de la marca Testo modelo 0560 1113, con un rango de medición de -20 a +230°C, con exactitud de $\pm 1^\circ\text{C}$ y resolución de 0.1°C .
- 1 Potenciómetro portátil Conductronic modelo CNPH10, con rango de medición de -2 a 16 pH, con precisión y resolución de ± 0.01 pH.
- 2 Soluciones buffer (pH 4 y pH 7).
- Un patrón con escala de colores desarrollada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) para evaluar el color de la carne de cerdo.
- 22 bases de datos de los pesos de la canal en caliente proporcionadas por el matadero.
- 1 Báscula de la marca Weigh-Tronix, modelo WI-125.
- 1 Flexómetro.
- Formularios de supervisión de BPM proporcionados por la empresa.
- 1 Estuche para determinación de cloro.
- 172 Hisopos copan
- 4 Caldos neutralizantes
- 17 Reactivos DBC
- 17 Pipetas de 10 ml
- 1 Incubadora
- 1 Lámpara de luz UV (366 nm)
- Formularios de POES proporcionados por la empresa.
- 1 Luminómetro
- Hisopos para la liberación de las áreas en la supervisión de POES.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Verificación de la calidad y algunos aspectos con implicaciones sanitarias de la materia prima cárnica (canales)

Durante seis meses (de agosto a enero) se contribuyó a la verificación de las canales porcinas recibidas en planta. Cada semana se recibían alrededor de 250 canales (número variable dependiendo de las necesidades), de las cuales se tomó una muestra aleatoria de cinco pertenecientes a cada lote, sin embargo debido a que existieron ocasiones en que no se recibía materia prima, en total se evaluaron 110 muestras obtenidas de 22 lotes. La evaluación incluyó:

4.2.1.1 Determinación de temperatura

Con base en lo mencionado en la NMX-FF-081-2003 se realizó la medición de temperatura en el centro térmico de la pierna izquierda al momento de la recepción en planta.

4.2.1.2 Determinación de pH en la canal

La determinación de pH se realizó en el músculo semimembranoso en la pierna izquierda, en su parte más expuesta y hacia el centro de la masa con la canal suspendida (59). Previo a su medición se ajustaba el potenciómetro con soluciones buffer pH 4 y pH 7. La periodicidad del ajuste por lo general solo se realizaba una vez. Otro de los parámetros para ajustar el potenciómetro era la temperatura, por ello siempre se determinaba la temperatura con el termómetro de vástago antes de determinar el pH, una vez obtenida la lectura de dicha variable se ajustaba con el mismo valor en el potenciómetro.

4.2.1.3 Color

La evaluación del color se realizó con base a las recomendaciones establecidas por AMSA (2012). La determinación se llevó a cabo en el ojo del lomo, obtenido a partir de un corte transversal en el músculo *Longissimus dorsi* a la altura de la décima costilla. Antes de realizar las evaluaciones las muestras se exponían al aire durante 30 min. Se utilizó como

referencia una escala de colores desarrollada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (39).

De acuerdo con los patrones del color de la carne mencionados en la NMX-FF-081-2003 se asignó una numeración con el objetivo de hacer sencilla la interpretación de los datos. Los valores asignados para cada color fueron los siguientes:

0=Pálido

1=Ligeramente rosa grisáceo

2=Rosa

3=Rojo claro

4=Rojo oscuro.

4.2.1.4 Firmeza de la carne

La determinación se llevó a cabo en el ojo del lomo, obtenido a partir de un corte transversal en el músculo *Longissimus dorsi* a la altura de la décima costilla. La firmeza se evaluó en términos de resistencia subjetivos luego de aplicar una fuerza sobre la superficie del ojo del lomo. Los resultados se catalogaron de acuerdo con la clasificación de la NMX-FF-081-2003, los cuales se mencionan a continuación:

- 1) Pálida, suave y exudativa (PSE)
- 2) Intermedia
- 3) Dura, Rígida o Fibrosa
- 4) Firme y moderadamente seca.

4.2.1.5 Marmoleo

La evaluación del marmoleo se realizó en el ojo del lomo, obtenido a partir de un corte transversal en el músculo *Longissimus dorsi* a la altura de la décima costilla. De acuerdo con los grados de marmoleo de la carne mencionados en la NMX-FF-081-2003 se asignó una numeración con el objetivo de hacer más sencilla la interpretación de los datos. Los valores asignados para cada grado de marmoleo fueron los siguientes:

- 1) Nulo
- 2) Trazas
- 3) Ligero
- 4) Moderado
- 5) Abundante
- 6) Muy abundante

4.2.1.5 Consistencia de la grasa

La consistencia de la grasa se determinó a lo largo de la línea dorsal, desde las vértebras torácicas hasta las vértebras lumbares. La evaluación de la consistencia de la grasa se realizó de una forma subjetiva y se clasificó de acuerdo con lo descrito en la NMX-FF-081-2003 de la siguiente forma:

- 1) Sólida
- 2) Suave o aceitosa

4.2.1.6 Peso de la canal caliente

Los datos obtenidos de esta variable fueron proporcionados por el matadero en donde se sacrificaban los cerdos. El criterio de comparación se tomó con base en lo sugerido en la NMX-FF-081-2003, la cual establece que las canales para ser objeto de clasificación deben tener un peso entre 70 y 90 Kg, sin tomar en cuenta el rendimiento magro.

4.2.1.7 Peso de la pierna

Para la medición de esta variable se utilizó una báscula de la marca Weigh-Tronix, modelo WI-125. Esta variable se consideraba importante ya que las piernas se clasificaban según su peso para la elaboración de jamón serrano.

4.2.1.8 Conformación

Esta variable se determinó al observar el contorno de la pierna. De acuerdo con los tipos de perfiles mencionados en la NMX-FF-081-2003 se asignó una numeración con el objetivo

de hacer más sencilla la interpretación de los datos. Los valores asignados fueron los siguientes:

- 1) Subcóncavo
- 2) Cóncavo
- 3) Convexo
- 4) Recto.

4.2.1.9 Mediciones morfométricas de la canal

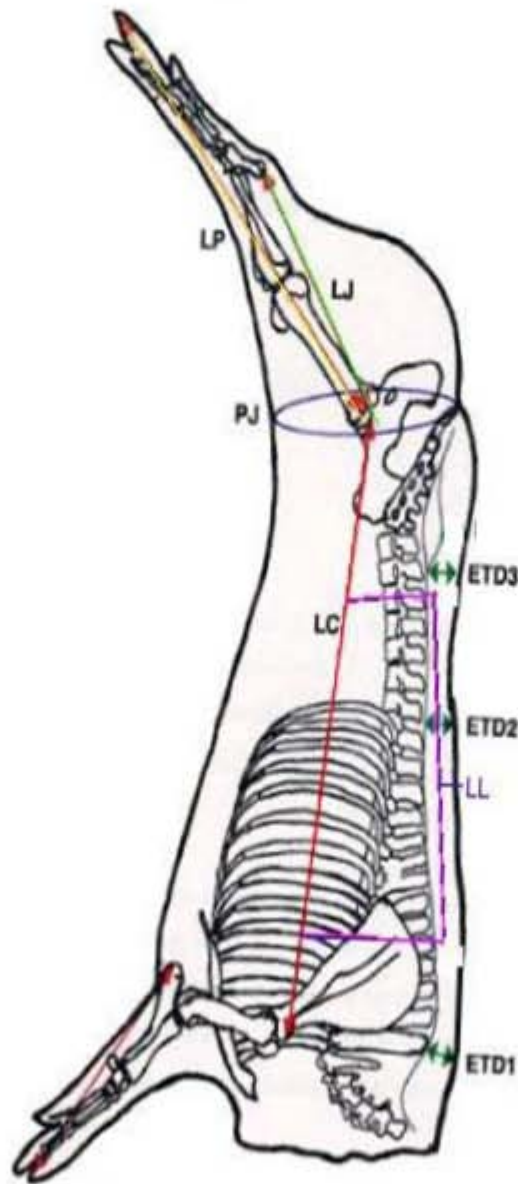
El estudio morfométrico, evalúa la conformación o el conjunto de factores morfológicos que determinan líneas, perfiles y ángulos corporales, que son de gran interés en la predicción de la calidad comercial y cantidad de los componentes de la carne obtenida. Si el tejido muscular forma grupos redondeados, cortos y gruesos, presentará un mayor rendimiento que en el caso contrario (56).

Se realizó un estudio morfométrico de las canales al momento de la recepción. Las medidas lineales fueron tomadas con un flexómetro sobre la hemicanal derecha colgada, de acuerdo a lo recomendado por Galián (2007). La figura 1 indica las medidas lineales que se determinaron.

- 1) Longitud de la canal (LC). Esta medida se determinó desde la mitad del borde craneal de la primera costilla hasta la sínfisis pélvica.
- 2) Longitud del lomo (LL). Esta medida se determinó desde la 4ª vertebra torácica hasta la 6ª vértebra lumbar.
- 3) Longitud de la pierna (LP). Esta medida se determinó desde el borde caudal de la sínfisis pélvica hasta el extremo distal de la pezuña.
- 4) Longitud del jamón (LJ). Esta medida se determinó desde la sínfisis pélvica hasta la mitad del calcáneo (cara medial).
- 5) Perímetro máximo del jamón (PJ). Esta medida se determinó en la zona de máxima amplitud, caudalmente al rabo.
- 6) Espesor de grasa dorsal. Esta medida se determinó en tres puntos: a nivel de la primera costilla (ETD1), a nivel de la catorceava costilla (ETD2) y en la última

vértebra lumbar (ETD3). Cabe mencionar, que los resultados muestran el promedio de las 3 mediciones determinadas a nivel de la línea dorsal.

Figura 1. Esquema de las mediciones morfométricas realizadas en la canal porcina.



Fuente: Galián (2007)

4.2.2 Determinación de cloro residual libre y pH en agua del área de cisterna mediante métodos colorimétricos

La determinación se realizó diario cada dos horas. El procedimiento se realizó en el agua que se utiliza en la planta con un test kit de pH y cloro basado en colorimetría, dicho kit es el que comúnmente se maneja en piscinas. La determinación se llevó a cabo de la siguiente manera: se llenaron los dos tubos con la muestra de agua (10 ml c/u) y posteriormente se agregaron 5 gotas del reactivo ortotoluidina en uno de los tubos (para la determinación de cloro) y 5 gotas del reactivo rojo fenol en el otro (para la determinación de pH); una vez hecho esto se cerraron ambos tubos y se agitaron. El resultado se realizó por comparación con una escala colorimétrica.

4.2.3 Verificación de Buenas Prácticas de Manufactura relacionadas con las instalaciones, la higiene personal y el control de procesos

La verificación de estas BPM se llevó a cabo de manera rutinaria empleando los formularios proporcionados por la empresa. Cada aspecto se calificó mediante una escala ordinal como: C= Cumple, NC= No cumple y NA= No aplica.

4.2.4 Prueba para la determinación de bacterias coliformes totales y fecales en manos

Se realizaron en total 172 determinaciones de frotis de manos durante el semestre. Se llevaron a cabo diferentes muestreos al personal de planta para la determinación cualitativa de bacterias coliformes totales y/o coliformes fecales en manos, en general, estos muestreos se hacían sin previo aviso y por tanto las determinaciones se realizaban cuando los operadores tenían contacto directo con el producto.

El procedimiento que se realizó para la determinación de limpieza en manos está basado en el método de tecnología de substrato definido (DST) para el conteo simultáneo rápido y específico de los coliformes totales y la *Escherichia coli* del agua de acuerdo con lo descrito por Edberg y colaboradores (1991). El método DST ha sido adoptado como primera acción oficial por la Association of Official Agricultural Chemists (AOAC) para la detección y conteo de coliformes totales y *E. coli* en agua (34). Sin embargo la base para la

prueba de verificación de limpieza de manos mediante la detección de coliformes totales y *E. coli* se fundamenta en el reactivo DBC, ya que éste contiene el substrato cromogénico de la enzima 5-bromo-4-cloro-3 indolil-B D-Galactopiranosida (X-GAL) para la detección de β -galactosidasa (una enzima indicativa del grupo de los coliformes). En la hidrólisis de la β -Dgalactosidasa X-GAL se desprende un compuesto cromogénico (índigo-azul) que hace que el medio vire de amarillo claro a un color azul-verdoso. Además contiene el substrato fluorogénico de la enzima 4-metil-umbelliferil-b-d-glucuronido (MUG) para la detección de β -glucuronidasa (una enzima específica para *E. coli*). En la hidrólisis de la β -glucuronidasa, MUG se desprende 4-metilumbelliferona que presenta fluorescencia cuando se expone a la luz ultravioleta. La fluorescencia distingue la presencia de *E. coli* del grupo de coliformes (20).

El procedimiento para determinar la presencia o ausencia de *E. coli* y de organismos coliformes totales se describe a continuación:

- 1) Se eligió al personal que estaba en contacto directo con el producto aleatoriamente para ser muestreado (No se realizaba un lavado previo al muestreo).
- 2) Se abría el hisopo COPAN estéril y se humedecía en el caldo neutralizante teniendo cuidado de no tocar las paredes del recipiente.
- 3) Se hisopaban las palmas incluyendo los dedos, los espacios interdigitales y los pliegues de las palmas. Posteriormente se hisopaban los pliegues del dorso. Por último se hisopaban las yemas de los dedos, las cutículas y las uñas.
- 4) Una vez que se realizaba el frotis de manos el hisopo era introducido nuevamente en su recipiente.
- 5) Las muestras eran llevadas al laboratorio para ser procesadas. Una vez allí, la superficie de trabajo se desinfectó con alcohol y se procedió a encender el mechero de bunsen con el objetivo de generar un micro ambiente estéril.
- 6) Se disolvía el reactivo DBC en 100 ml de agua estéril.
- 7) Posteriormente se repartían 10 ml del reactivo DBC a cada tubo con hisopo utilizado (Generalmente eran 10 tubos los que se tomaban por muestra).

- 8) Los tubos eran incubados a 35°C por 24 +/- 4h.
- 9) Al finalizar el periodo de incubación se interpretaban los resultados. La presencia de *E. coli* se determinó al iluminar el medio con luz U.V. (366 nm).

Tabla 4. Criterios de interpretación de resultados de acuerdo al método de tecnología de sustrato definido (DST) para la detección y conteo de coliformes totales y *E. coli*.

Resultado	Interpretación
(-) Coliformes	El medio no presenta cambio de color o continua amarillo
(+) Coliformes	El medio presenta un cambio de color verde a azul.
(-) <i>E. coli</i>	El medio no presenta fluorescencia bajo luz ultravioleta.
(+) <i>E. coli</i>	El medio presenta fluorescencia bajo luz ultravioleta.

Fuente: Edberg *et al.* (1991).

4.2.5 Verificación de POES

La verificación incluyó los POES operacionales y pos-operacionales de las diferentes áreas que se mencionan a continuación: envase a granel, envase de paquetería, lavado de equipo, inyección, forjado, masajeo-curación y pastas.

Como resultado de esta evaluación se procedía a la liberación de las áreas, cuando se logró el cumplimiento de los procedimientos de limpieza establecidos por la empresa y con base en los resultados de la prueba de luminiscencia, para lo cual, se realizó un hisopado de 10 x 10 cm sobre las superficies de instalaciones, materiales y/o equipos. La liberación dependía de la cantidad de URL (Unidades formadoras de luz).

Tabla 5. Criterios para la interpretación de resultados mediante la prueba de luminiscencia, de acuerdo con las recomendaciones del proveedor de material y equipo para esta prueba.

ACEPTACIÓN	MARGINAL	RECHAZO
0-150	150-300	>300
Verde	Amarillo	Rojo
Limpieza eficiente	Limpieza menos eficiente	Limpieza deficiente

Fuente: Neogen, 2015.

4.2.6 Análisis estadístico

Al finalizar el periodo, todos los datos obtenidos se ordenaron para facilitar su análisis.

En la verificación de la calidad de la materia prima y en la determinación de cloro residual libre y pH en agua se eligió la media como medida de tendencia central; así mismo se calcularon los valores mínimos y máximos ya que se sabe que los valores extremos influyen sobre la media, y, en algunos casos, pueden distorsionarla (8).

Por otro lado, también se calculó la desviación estándar, esta medida se requiere para conocer la estimación del comportamiento general del proceso en cuanto a su separación de la medida central con una distribución normal (4).

Además, en la evaluación de la materia prima los datos se categorizaron en subgrupos a través de gráficos de medias (\bar{x}) y rangos (\bar{R}) con el fin de observar las variabilidades del proceso y de esta manera detectar los valores conformes y los no conformes (4).

Los límites de control de los gráficos de medias (\bar{x}) y rangos (\bar{R}) fueron calculados a partir de las fórmulas estadísticas que se muestran a continuación:

a) Gráfico de media (\bar{x})

1. Línea Central: $LC = \bar{x}$
2. Línea de Control Superior: $LCS = \bar{x} + A_2 \bar{R}$

3. Línea de Control Inferior $LCI = \bar{x} - A_2 \bar{R}$

Nota: El valor de A_2 se obtuvo por medio de tablas de coeficientes en las que solo se tiene que localizar el factor dependiendo del tamaño del subgrupo “n”, es decir el número de muestras.

b) Gráfico de rango (\bar{R})

1. Línea Central: $LC = \bar{R}$
2. Línea de Control Superior $LCS = D_4 \bar{R}$
3. Línea de Control Inferior $LCI = D_3 \bar{R}$

Nota: El valor de D_3 y D_4 se obtuvo por medio de tablas de coeficientes, para ello debe ubicarse el factor de coeficiente de la misma manera, con el tamaño del subgrupo. El LCI no aplica cuando “n” ≤ 6 (4).

Por último, los datos obtenidos de la verificación de Buenas Prácticas de Manufactura, así como los de la prueba para la determinación de bacterias coliformes en manos y los obtenidos de la verificación de POES se clasificaron con base en la escala ordinal manejada (cumple o no cumple, positivo o negativo, etc. según el caso) y a partir de los puntajes obtenidos se realizó un cálculo del tanto por ciento, es decir, se relacionó la magnitud de las cantidades obtenidas con el todo que le corresponde (100), o dicho de otra forma, se multiplico el valor total de la característica evaluada por el tanto por ciento (Expresado como una división de divisor 100).

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 EVALUACIÓN DE MATERIA PRIMA CÁRNICA

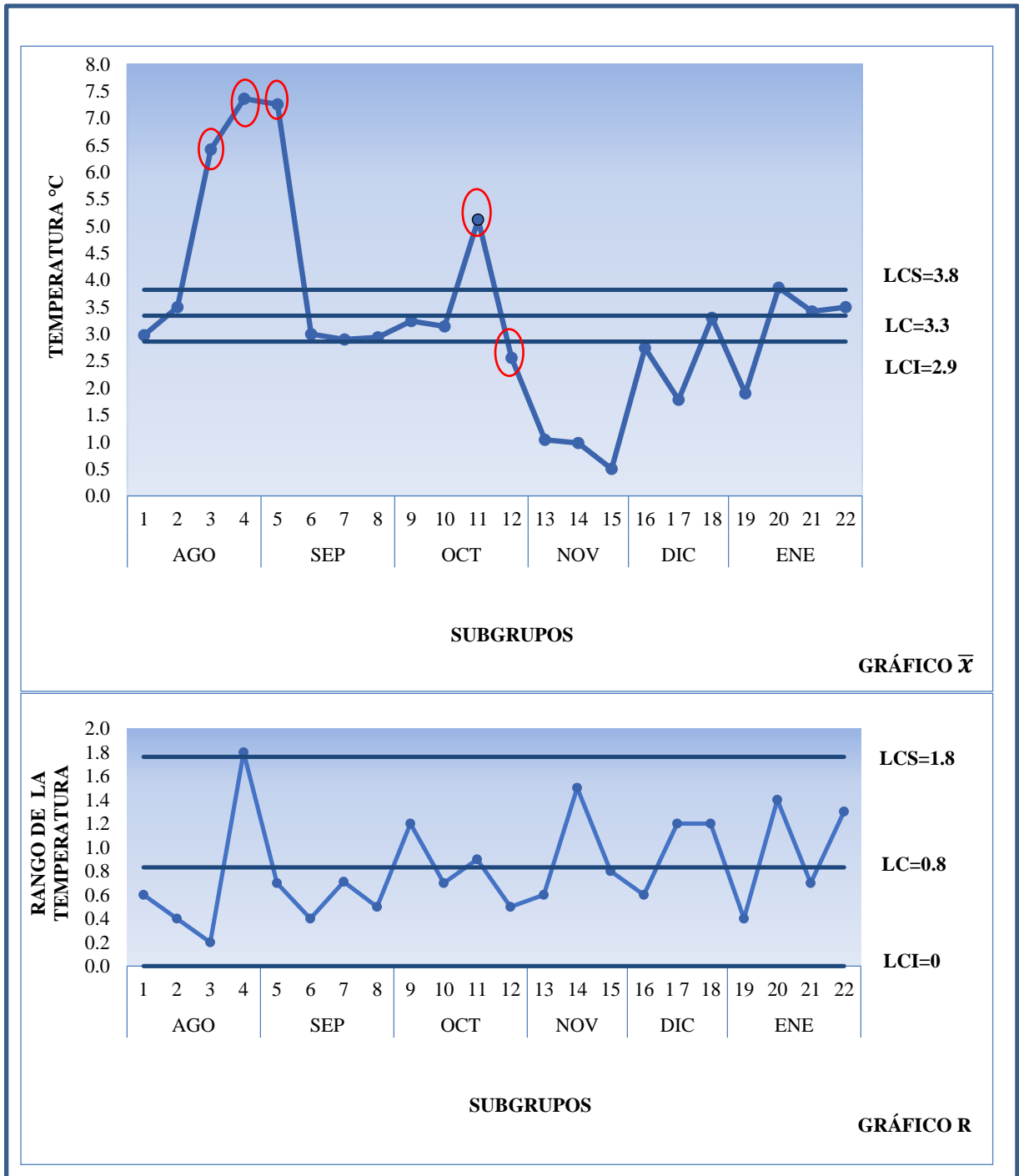
5.1.1 Temperatura

Los resultados obtenidos con respecto a la verificación de temperatura en la recepción de materia prima cárnica, indican que la media fue de $3.3 \pm 1.81^{\circ}\text{C}$. El gráfico de rango de la Figura 2 muestra un cambio aleatorio mínimo del promedio de esta característica, sin embargo no existieron puntos por encima de los límites de control, por lo que se procedió a analizar e interpretar el de medias; en el que se observó un cambio elevado y aleatorio del promedio de esta característica, es decir, el promedio de la variable no tiene un comportamiento uniforme lo cual indica que no estaba bajo control debido a que existieron cinco subgrupos que estaban por encima de los límites de control (Subgrupos 3, 4, 5, 11 y 12 del gráfico de medias).

Tabla 6. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de la temperatura de la canal al momento de la recepción ($^{\circ}\text{C}$) en el periodo.

MES	MEDIA	VALOR MIN.	VALOR MAX.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
AGOSTO	5.07	2.70	8.50	1.95
SEPTIEMBRE	4.03	2.50	7.60	1.93
OCTUBRE	3.52	2.30	5.40	1.04
NOVIEMBRE	0.91	0.20	1.90	0.46
DICIEMBRE	2.61	1.20	3.80	0.74
ENERO	3.17	1.70	4.70	0.86
SEMESTRE	3.35	0.20	8.50	1.81

Figura 2. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación de temperatura de las canales al momento de la recepción.



En el gráfico de medias de la Figura 2 cuatro de los subgrupos superan los 4°C (3,4,5 y 11); lo cual puede ser un factor de riesgo ya que como lo menciona Samperio (2013), “la zona de peligro de la temperatura en los alimentos es considerada entre 4 y 60°C, debido a que la mayoría de las bacterias solo necesitan 20 minutos en esa zona para reproducirse de forma logarítmica; por ello, uno de los objetivos de la refrigeración es la reducción al mínimo de la velocidad de crecimiento de los microorganismos y la reducción al mínimo de las reacciones enzimáticas en un alimento, con el fin de alargar su vida de anaquel y conservar sus características organolépticas así como de evitar que se presenten daños a la salud del consumidor”.

En un estudio realizado por Moctezuma y colaboradores (2012), quienes desarrollaron una encuesta para evaluar diversos aspectos de la calidad de carne de cerdo en rastros TIF, entre los cuales incluyeron la temperatura; el promedio de los datos obtenidos en grados centígrados fue de 0.1°C; sin embargo las temperaturas reportadas fluctuaron desde -4.0°C hasta los 9°C, las cuales se encontraban fuera de los valores recomendados para productos refrigerados. Además el tiempo de permanencia de la carne en las cámaras de refrigeración fue de 18h como mínimo, 35 como máximo y un promedio de 18.7h; plazo que se considera aceptable para que la carne no presente alteraciones.

En el presente trabajo, una de las consideraciones que se tomó en cuenta para mejorar el proceso en su momento, fue conocer la cadena de frío. Una vez analizados los factores que causaban las variaciones se lograron tomar decisiones de acción entre las cuales destacaron: un mayor tiempo de refrigeración de las canales por parte del rastro luego de la matanza (mayor a 24h), implementar un sistema de registro de temperatura automatizado en el transporte ya que no se contaba con algún dispositivo parecido, y por último, contar con la cooperación del transportista para que mantuviera la temperatura de manera constante durante todo el trayecto hasta llegar al establecimiento, para que, en conjunto con las otras medidas preventivas se pudiera cumplir con las especificaciones descritas para productos refrigerados de acuerdo con la NOM-008-Z00-1994.

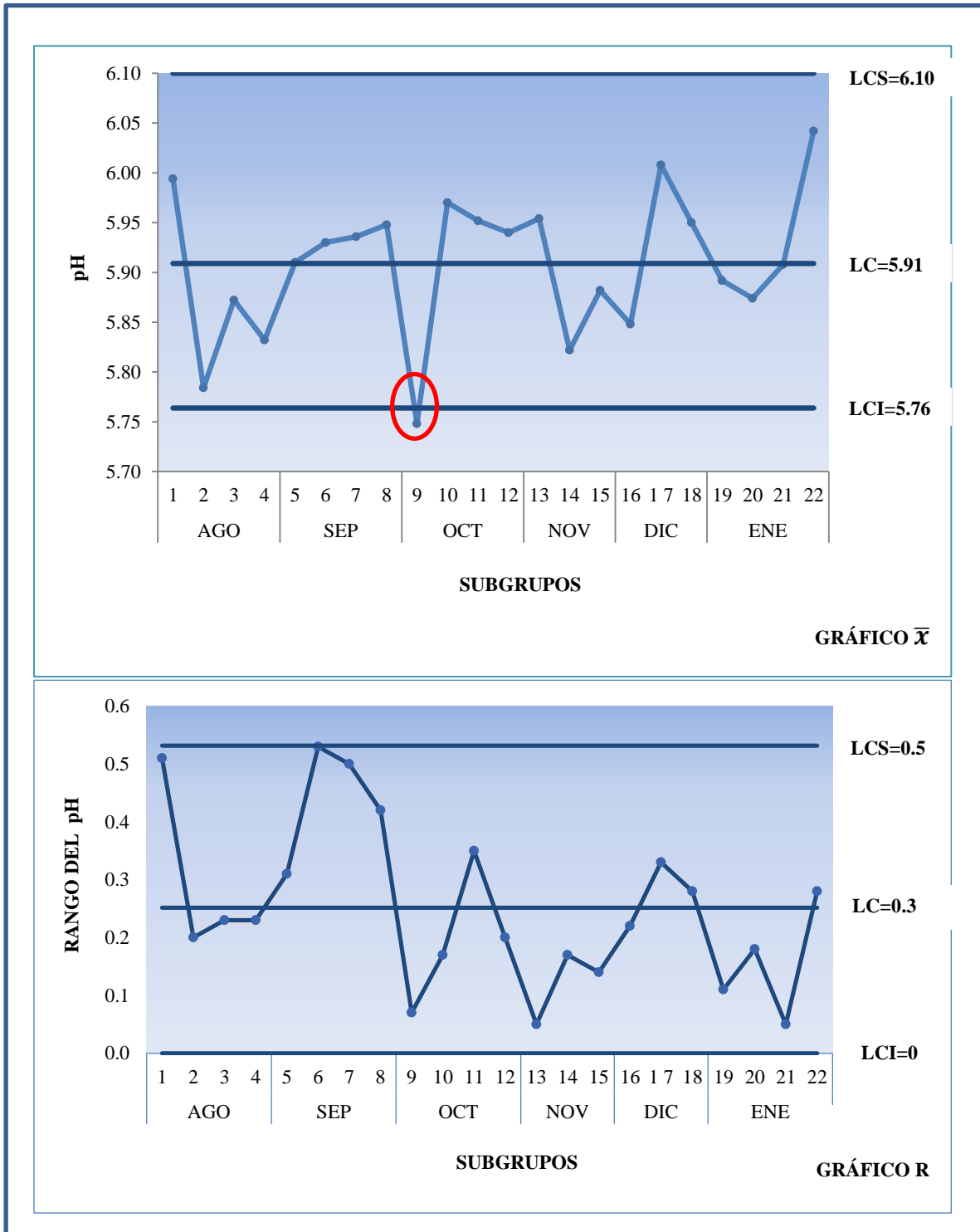
5.1.2 pH

La Tabla 7 muestra que la media del pH de las canales en el semestre 5.91 ± 0.12 se encontró dentro de los valores descritos por PIC (1997), que van de 5.7 a 6.1. El gráfico de rango de la Figura 3 muestra una fluctuación grande y repentina del promedio de esta característica; ya que los subgrupos no presentan un comportamiento uniforme, en cambio presentan variación a lo largo del semestre; sin embargo no existieron puntos por encima de los límites de control; por lo que se procedió a analizar e interpretar el de medias; el cual indicó un cambio elevado y aleatorio del promedio de esta característica, es decir, los subgrupos presentaron variación; además existió un subgrupo que estaba por debajo del LCI (Subgrupo 9, Figura 3 del gráfico de medias). Por ello, el valor del pH no estaba bajo control desde un punto de vista estadístico. Desde el punto de vista tecnológico esta variable se encontraba controlada.

Tabla 7. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar del pH de la canal en el periodo.

MES	MEDIA	VALOR MIN.	VALOR MAX.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
AGOSTO	5.87	5.67	6.29	0.15
SEPTIEMBRE	5.93	5.71	6.24	0.15
OCTUBRE	5.90	5.72	6.12	0.12
NOVIEMBRE	5.89	5.76	5.97	0.07
DICIEMBRE	5.94	5.74	6.20	0.12
ENERO	5.93	5.79	6.23	0.10
SEMESTRE	5.91	5.67	6.29	0.12

Figura 3. Gráfica de control de medias \bar{x} y rango \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación de pH.



Los estándares americanos recomiendan un rango óptimo de pH a las 24h *post mortem* entre 5.7 y 6.1 (PIC, 1997); ninguno de los valores obtenidos en el total del semestre sobrepaso esos límites, lo cual es un aspecto favorable si se tiene en cuenta que el crecimiento de la mayoría de los microorganismos se da en valores cercanos a la neutralidad (pH 7), aunque esto puede variar para cada microorganismo (González, 1997).

En la carne de cerdo es de trascendental importancia su pH ya que este influye en la calidad de la misma. Cuando se efectúa la determinación de pH una hora después del sacrificio y se detecta una caída rápida del mismo (5.8), se dice que la porción del músculo afectada se encuentra en condición PSE (Pálida Suave y Exudativa). Dicha anomalía provoca una excesiva pérdida de agua que lleva a una estructura proteica más abierta, desnaturalización y mayor destrucción celular, lo cual influye en la elaboración de productos (jamón crudo y cocido, bondiola, etc.) provocando disminución de los rendimientos y defectos de sabor al no permitir una uniforme distribución de sal durante el curado o defectos de color en productos cocidos. También los productos frescos se ven afectados fundamentalmente por excesiva exudación y el color pálido asociado que incide sobre las preferencias del consumidor (59).

Por otro lado, cuando a las 24 horas después del sacrificio se detectan valores de pH superiores a 6.4 el problema se conoce como condición DFD (Oscura, firme y seca) (González, 1997). Dicha condición favorece que la estructura proteica sea más cerrada y que el agua no salga de las fibras musculares, lo cual influye en los procesos ya que impide la salazón, los productos tienen una vida útil más corta por el elevado pH debido al desarrollo bacteriano y generalmente rinden bien a la cocción debido a que favorecen la capacidad de retención de agua (59).

Los criterios de aceptación de pH que maneja la empacadora se encuentran en un rango de 5.9 a 6.2, los resultados obtenidos en el presente trabajo indican que 9 subgrupos de los 22 estaban por debajo de 5.9, sin embargo no se apreciaron condiciones de carne PSE ni DFD. Aunque existió ligera dispersión en los valores de pH no se presentaron riesgos desde el

punto de vista tecnológico; desde el punto de vista estadístico solo uno de los datos cayó por debajo del LCI.

5.1.3 Color de la carne

En la Tabla 8 la media del color de la carne en el total del semestre 2.78 ± 0.63 (“Rojo claro”) no cumplió con las especificaciones recomendadas de clasificación cualitativa del color de acuerdo con la NMX-FF-081-2003 debido a que los criterios de aceptación van de pálido a rosa grisáceo.

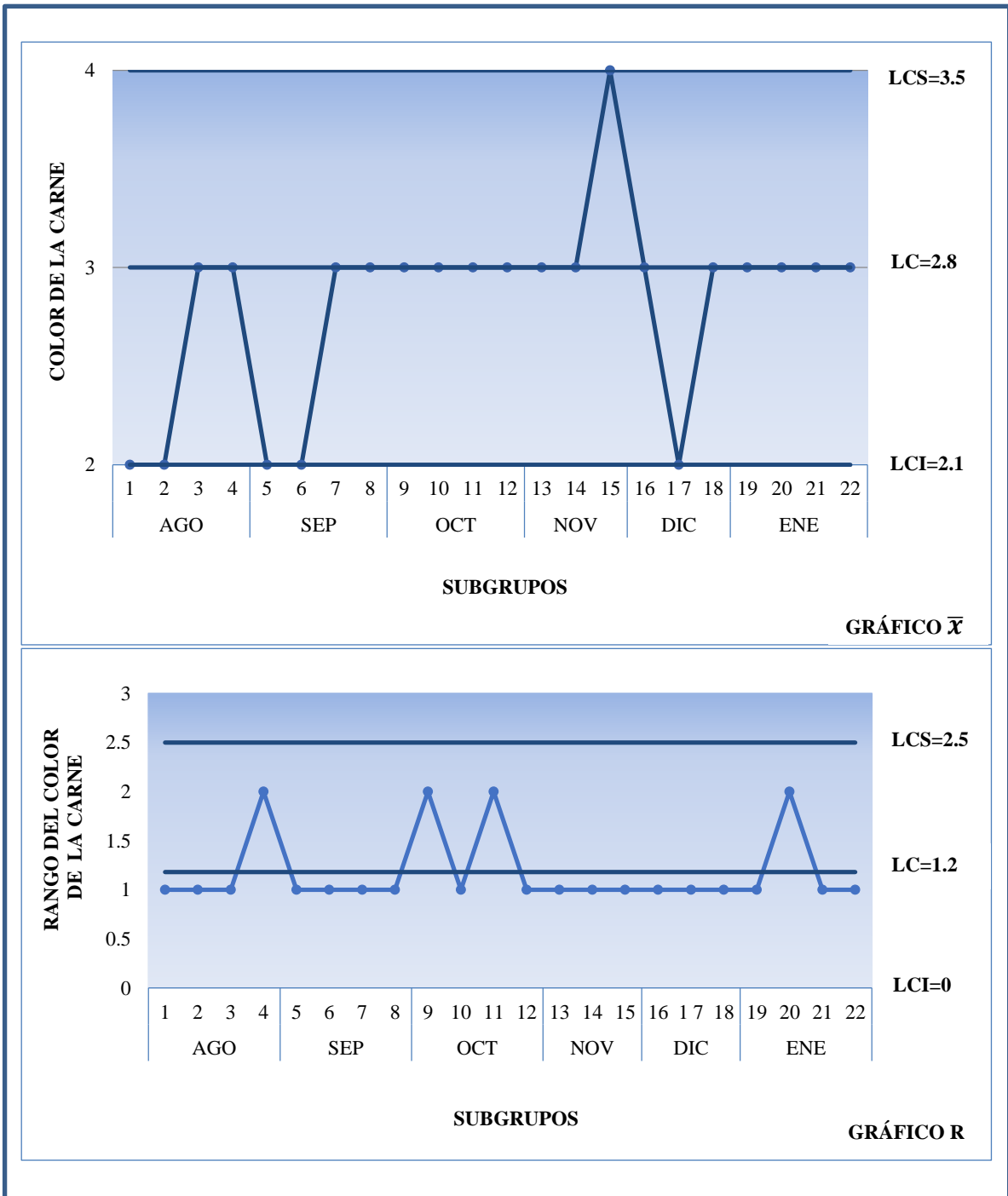
Al observar el gráfico de rango de la Figura 4, se aprecia que esta variable se encontró bajo control. Debido a lo anterior, se hizo la interpretación del gráfico de medias en la Figura 4, el cual muestra que la mayoría de los subgrupos cayeron en torno a la línea central (sobrestabilidad).

Tabla 8. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de las calificaciones del color de la carne en el periodo.

MES	MEDIA	VALOR MIN.	VALOR MAX.	DESVIACIÓN ESTANDAR
AGOSTO	2.50	2.00	4.00	0.61
SEPTIEMBRE	2.55	2.00	3.00	0.51
OCTUBRE	3.05	2.00	4.00	0.69
NOVIEMBRE	3.33	3.00	4.00	0.49
DICIEMBRE	2.67	2.00	3.00	0.49
ENERO	2.70	2.00	4.00	0.57
SEMESTRE	2.78	2.00	4.00	0.63

0=Pálido, 1=Ligeramente rosa grisáceo, 2=Rosa, 3=Rojo claro, 4=Rojo oscuro.

Figura 4. Gráfica de control de medias \bar{x} y rango \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación color de la carne.



Aunque no se cumplieron con los criterios de aceptación recomendados por la NMX-FF-081-1993; de acuerdo a la escala del NPPC (Nacional Pork Producers Council) el color estuvo dentro de la categoría RFN (Roja firme y no exudativa) la cual se considera como una carne normal (Maldonado, 2015).

La carne RFN se describe como carne de calidad y es de condición deseable por su habilidad para retener agua y proporcionar jugosidad una vez cocinada, así como por su color rojo brillante y textura firme (Braña, 2012).

Van E. (2001) menciona que el color de la carne de cerdo está determinado principalmente por el estado químico del pigmento, es decir de la mioglobina muscular. La mioglobina consiste en una porción hemo que contiene un átomo de hierro central y una proteína de tipo globulina. El estado del hierro (ferroso o férrico) en la porción hemo y el estado de la globina determinan el color del pigmento. En la carne fresca, la mioglobina existe en una forma oxigenada (oximioglobina) lo que resulta en un color rojo brillante.

De acuerdo con Maldonado y colaboradores (2014), en un estudio en donde desarrollaron un patrón para la evaluación del color de la carne de cerdo en México, encontraron que de 1021 muestras de lomo evaluados tuvieron valores de L (Luminosidad) dentro del intervalo reportado para carne normal (48-57). La luminosidad nos indica que tan claro u oscuro es un color, por ello, sus resultados equivaldrían a decir que sus muestras presentaron “una apariencia roja, firme y no exudativa”. A pesar de que en el presente trabajo no se utilizó ningún colorímetro, los resultados obtenidos con el patrón de colores desarrollado por Maldonado sugieren que el color de las muestras evaluadas es “rojo claro”, el cual no representa ningún riesgo desde el punto de vista tecnológico o sanitario.

5.1.4 Firmeza de la carne

La Tabla 9 muestra que la media de la firmeza de la carne en el semestre fue 1.74+/-0.67 o de acuerdo a los valores asignados se catalogaría como “Intermedia”, estos resultados cumplieron con las especificaciones de acuerdo a la NMX-FF-081-2003.

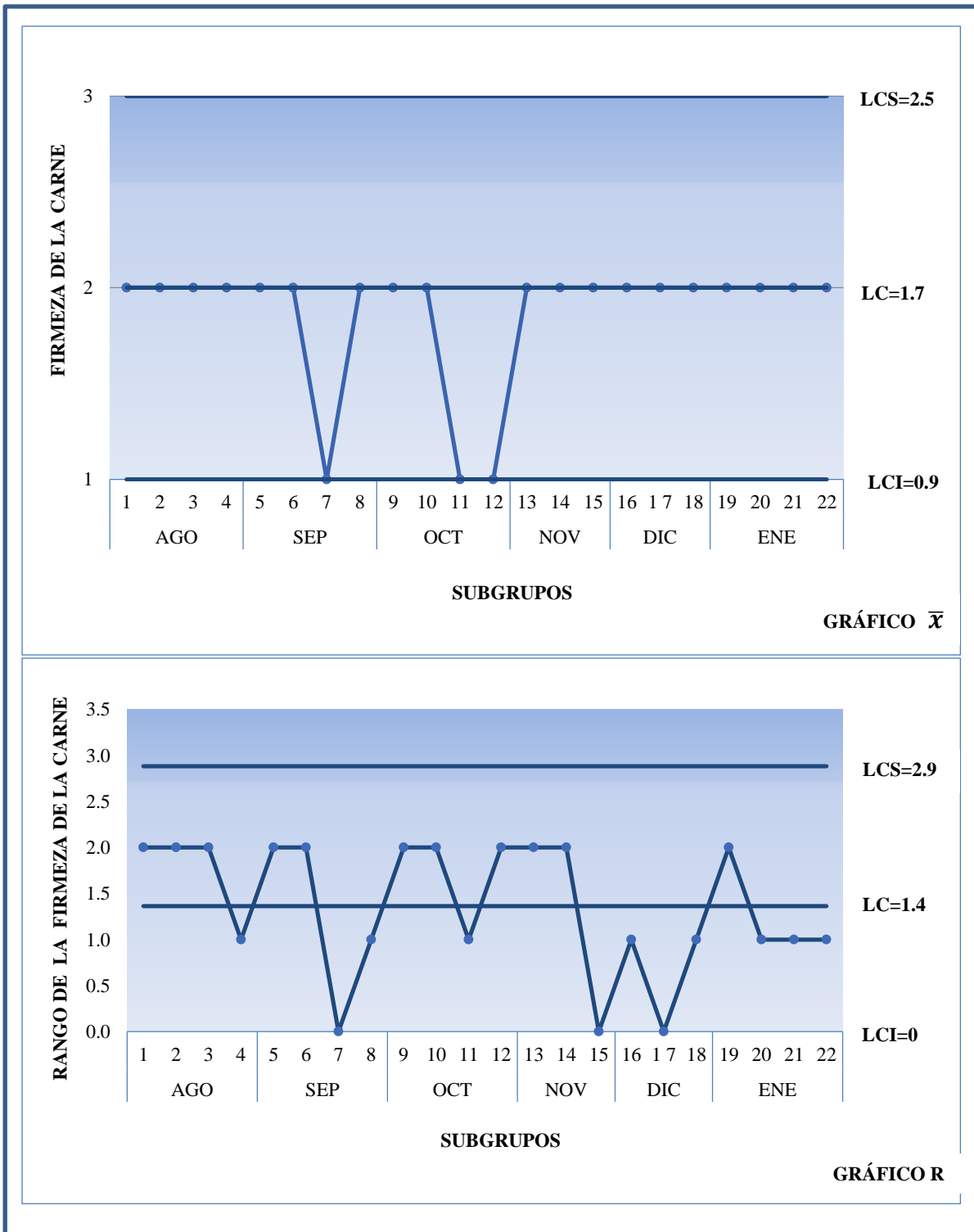
Al analizar el gráfico de rango de la Figura 5, se puede apreciar que existió un cambio mínimo del promedio de esta característica; no se observaron puntos por encima de los límites, por lo que se puede decir que se encontraba bajo control, es por ello que se puede hacer la interpretación del gráfico de medias en la misma figura, en donde se observó que los puntos cayeron masivamente sobre la línea central (sobrestabilidad), lo que supone que esta variable estaba controlada.

Tabla 9. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de los valores registrados para la firmeza de la carne en el periodo.

MES	MEDIA	VALOR MIN.	VALOR MAX.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
AGOSTO	1.80	1.00	3.00	0.77
SEPTIEMBRE	1.55	1.00	3.00	0.69
OCTUBRE	1.60	1.00	3.00	0.75
NOVIEMBRE	1.93	1.00	3.00	0.70
DICIEMBRE	1.87	1.00	2.00	0.35
ENERO	1.75	1.00	3.00	0.64
SEMESTRE	1.74	1	3	0.67

*1=Pálida suave y exudativa (PSE), 2=Intermedia, 3=Dura, 4=Firme y moderadamente seca

Figura 5. Gráfica de control de medias \bar{x} y rango \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación de firmeza en la carne de porcino en canal.



En el estudio desarrollado por Braña y colaboradores (2001) se evaluó la firmeza del músculo *longissimus dorsi* sobre su cara expuesta; basándose en los criterios subjetivos recomendados por el National Pork Producers Council (NPPC), en donde se utiliza una escala del 1 al 3 (Donde 1=suave y 3=firme). En los resultados obtenidos de los diferentes subgrupos evaluados el promedio general fue de 2 (Lo cual equivaldría a decir que la consistencia fue “intermedia”). Aunque los resultados obtenidos por Braña y colaboradores no pueden ser comparados con el presente trabajo debido a las diferencias metodológicas para la realización de ambos estudios, se puede concluir que muchas de las propiedades de la carne incluidas la textura y la firmeza, están relacionadas con la cantidad de agua retenida. La capacidad de retención de agua (CRA) es influenciada (hasta cierto punto) por el pH del músculo, a pH por encima del punto isoeléctrico de las proteínas del músculo, más agua se retendrá. Por ejemplo, en valores superiores a 5.8 de pH, se favorece la capacidad de las proteínas para ligar las moléculas de agua. Además del pH, otros factores que afectan la CRA, son: el tipo de fibra, la estabilidad oxidativa de sus membranas, el proceso de maduración, y de ser el caso, el sistema utilizado para congelar y descongelar las carnes.

5.1.5 Marmoleo

La Tabla 10 muestra que la media del marmoleo de la carne en el total del semestre (2.67=3=Ligero) cumplió con las recomendaciones de clasificación según la NMX-FF-081-2003 cuyos criterios de aceptación son de nulo a moderado (6).

En el gráfico de rango de la Figura 6 se puede apreciar un cambio aleatorio mínimo del promedio de esta característica, además, no existieron puntos por encima de los límites, por lo tanto se encontraba bajo control. Por otro lado, el gráfico de medias muestra el mismo fenómeno aunque existieron puntos muy cercanos al límite de control superior (Lotes 3, 8 y 11); por ello se puede concluir que la variable presentó ligera variación pero se encontraba controlada, ya que los valores de los subgrupos evaluados cumplieron con las especificaciones de marmoleo establecidas por la NMX-FF-081-2003.

Campion (2013) menciona que la cantidad mínima de grasa intramuscular que debe presentar la carne para una óptima calidad organoléptica es entre el 2 y 2.5%. Sin embargo,

este porcentaje puede variar ya que depende de los diversos gustos de los consumidores y por ende, del mercado y destino de la carne. Doris (2008) refiere que la variación en el contenido de grasa intramuscular también depende del músculo que se considere. Por ejemplo, en el lomo está entre 1,5 % a 2%.

En un trabajo documentado por Lanz G. (2008), se evaluó la relación con diferentes dietas de finalización y el contenido de grasa intramuscular y se encontró que los porcentajes de marmoleo en lomo fueron desde 1.37% hasta 2.23% utilizando la escala del National Pork Producers Council (NPPC). En su estudio existió una pequeña diferencia en el marmoleo por días de finalización.

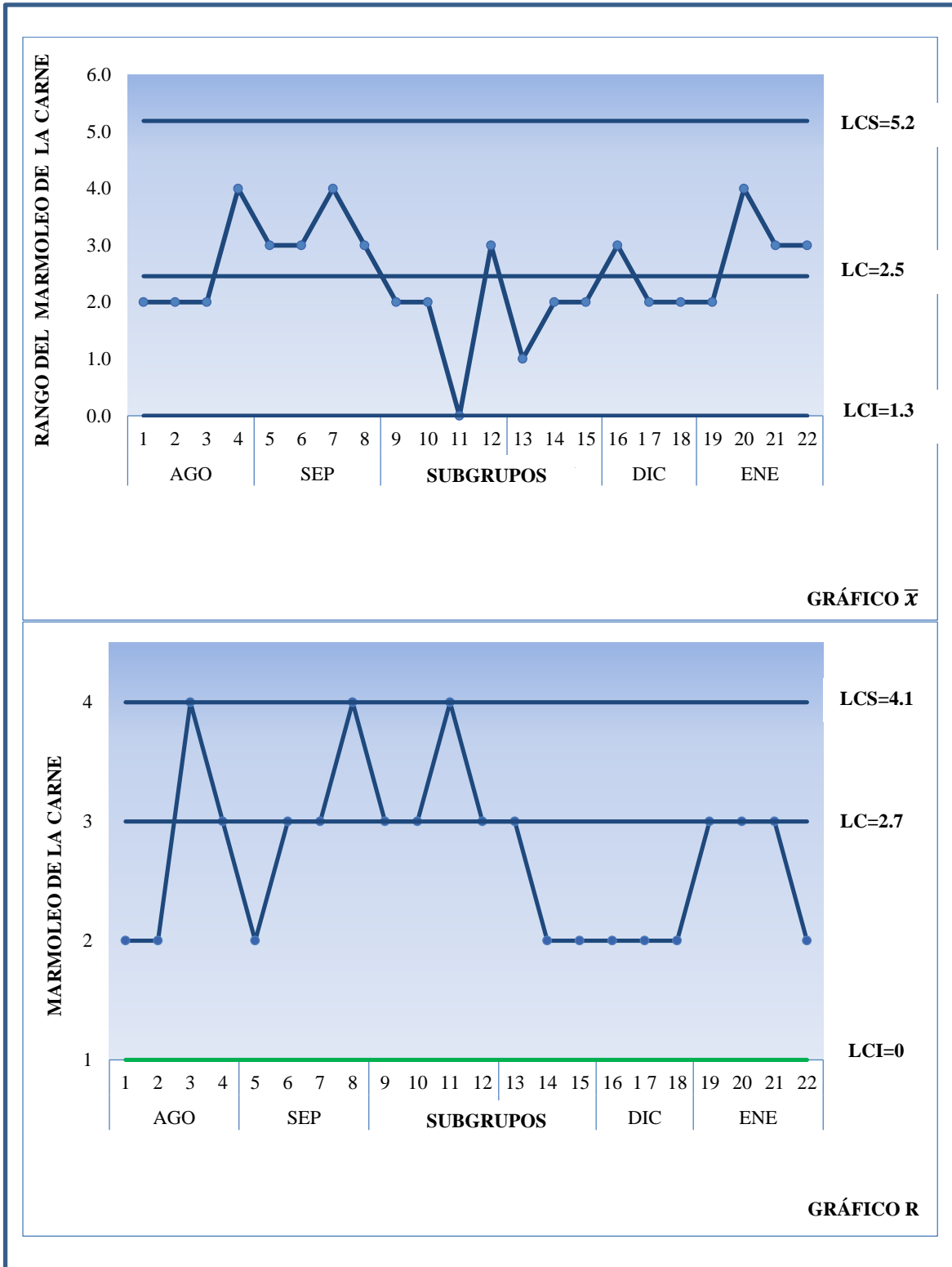
Aunque los valores obtenidos por Lanz G. (2008) no pueden ser comparados con los del presente trabajo, se puede decir que el marmoleo está influenciado por múltiples factores y que están involucrados con el contenido de grasa intramuscular. Entre algunos de ellos se encuentran: la edad, el peso al sacrificio (Galián, 2007), las condiciones especiales de alimentación y manejo (Lanz, 2008); así como las relacionadas con el sexo y la raza (Doris, 2008).

Tabla 10. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de los valores asignados para la evaluación del marmoleo de la carne en el periodo.

MES	MEDIA	VALOR MIN.	VALOR MAX.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
AGOSTO	2.55	1.00	5.00	1.36
SEPTIEMBRE	3.00	1.00	5.00	1.38
OCTUBRE	3.20	1.00	4.00	0.89
NOVIEMBRE	2.13	1.00	3.00	0.83
DICIEMBRE	2.07	1.00	4.00	0.88
ENERO	2.80	4.00	5.00	1.24
SEMESTRE	2.67	1	5	1.19

*1=Nulo, 2=Trazas, 3=Ligero, 4=Moderado, 5=Abundante, 6=Muy abundante

Figura 6. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación de marmoleo.



5.1.6 Consistencia de la grasa

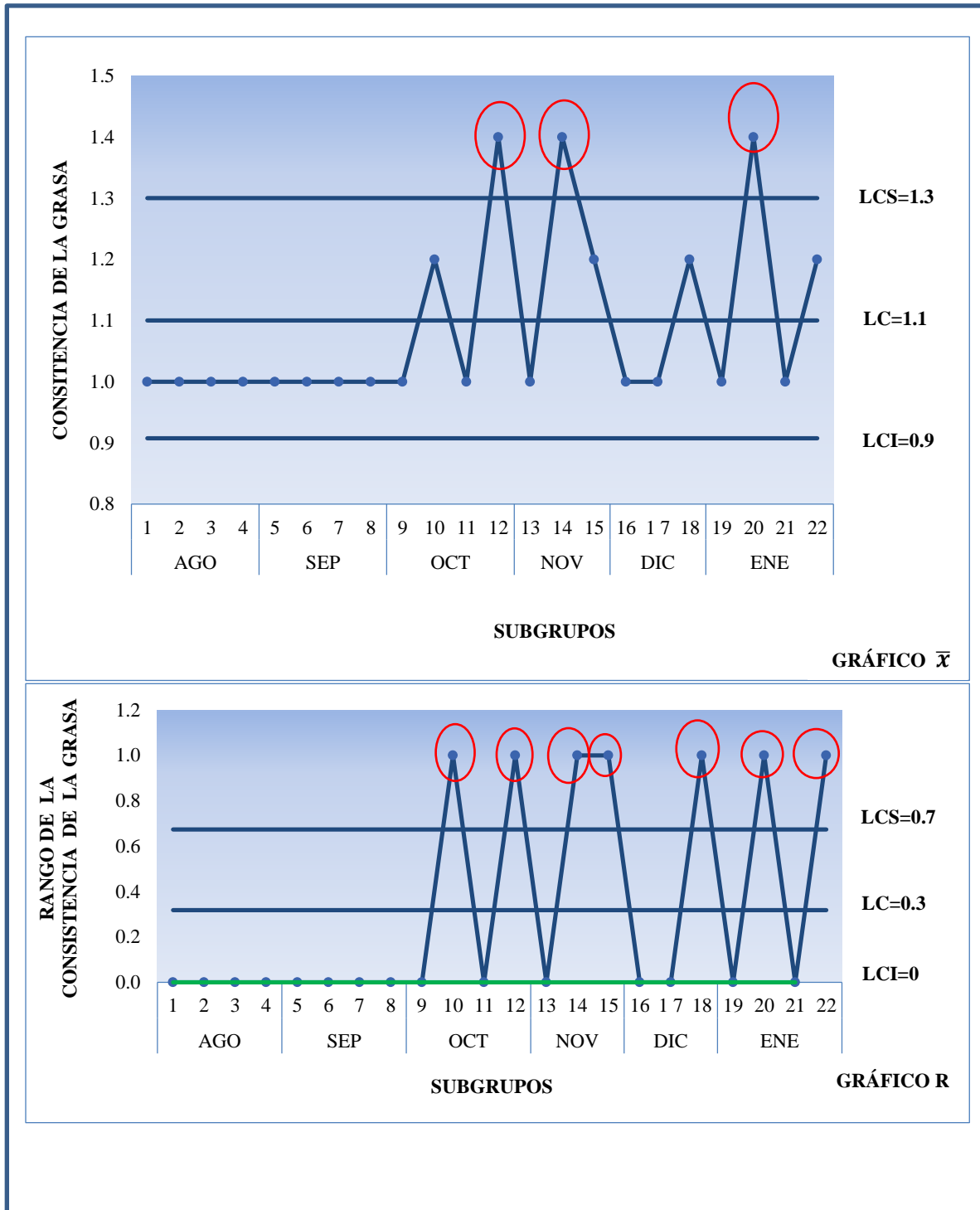
La Tabla 11 muestra que la media de la consistencia de la grasa en el total del semestre fue 1.09 (1= “Sólida”). Sin embargo, el gráfico de rango de la Figura 7 muestra un cambio grande y aleatorio de este promedio, además de lo anterior existieron 7 puntos por encima del límite de control superior; por lo que se puede decir que desde el punto de vista estadístico esta variable no estaba controlada. Cuando el gráfico de rango está fuera de control no se puede realizar la interpretación del gráfico de medias.

Tabla 11. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de las calificaciones asignadas a la consistencia de la grasa en el periodo.

MES	MEDIA	VALOR MIN.	VALOR MAX.	DESVIACIÓN ESTANDAR
AGOSTO	1.00	1.00	1.00	0.00
SEPTIEMBRE	1.07	1.00	1.00	0.25
OCTUBRE	1.15	1.00	2.00	0.37
NOVIEMBRE	1.20	1.00	2.00	0.41
DICIEMBRE	1.07	1.00	2.00	0.26
ENERO	1.15	1.00	2.00	0.37
SEMESTRE	1.09	1	2	0.29

1= Sólida, 2=Suave o aceitosa.

Figura 7. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación consistencia de la grasa.



Sin embargo como se mencionó anteriormente la media indica que la mayoría de los subgrupos presentaron una grasa de consistencia intermedia, la NMX-FF-081-2003 sugiere que la consistencia de la grasa en la canal porcina debe ser sólida sin mostrar apariencia aceitosa.

Tal como lo menciona Wood (2003); la firmeza de la grasa está directamente relacionada con los ácidos grasos específicos y su proporción en la carne, tanto saturados (AGS) como poliinsaturados y que además afecta de forma importante la vida de anaquel y el sabor de la carne de cerdo.

Diversos autores como Wood (2003) y Nishioka e Irie, (2006) afirman que las grasas que contienen una alta proporción de AGS (ácidos grasos que no contienen dobles ligaduras) son sólidas a temperatura ambiente y tienen un valor de yodo (IV) relativamente bajo. Conforme aumenta el grado de insaturación (presencia de dobles ligaduras) en los ácidos grasos, disminuye el punto de fusión, aumenta el IV y las grasas se hacen líquidas a temperatura ambiente. Por lo tanto, conforme aumenta el IV, la grasa de cerdo se hace cada vez más suave. En la grasa de cerdo, el IV y la firmeza de la grasa resultante se ven ampliamente influidos por la relación de ácido linoleico/ácido esteárico.

Hugo y Roodt (2007) revisaron los estudios científicos de varios investigadores e indicaron que se logra una firmeza aceptable de la grasa del cerdo cuando contiene de 12 a 15% de ácido linoleico y más del 41% de ácidos grasos saturados.

Sin embargo, cabe mencionar que la firmeza de la grasa también está relacionada con factores no nutricionales tales como: sexo, edad, genética, localización anatómica, entre otros; por lo que es importante tomarlos en consideración al momento de realizar una evaluación.

5.1.7 Peso de la canal caliente

En la Tabla 12 se aprecia la media del peso de la canal caliente en el total del semestre, la cual fue de 88.35+/- 15.43kg. El gráfico de rango de la Figura 8 muestra un cambio elevado y aleatorio del promedio de esta característica, es decir, existió mucha variabilidad, por ello se aprecian puntos cercanos a los límites de control superior e inferior. Por otro lado, el gráfico de medias de la Figura 8 permite apreciar que 10 puntos consecutivos estuvieron por encima de la línea central, este sesgo podría indicar que al principio de ese semestre se estaba produciendo una mejora en la producción primaria por alguna razón en particular, sin embargo, a partir de los subgrupos 12 al 22 se produjo un cambio aleatorio del promedio en el peso, además tres subgrupos estuvieron por encima de los límites de control (4, 21 y 22); por lo que se puede concluir que la variable no estaba controlada. Al observar los resultados mostrados en la Figura 8 del gráfico de medias se puede concluir que solo siete subgrupos de los 22 (Subgrupos 1, 2, 13, 14, 15, 16 y 17) cumplieron con el criterio de selección recomendado que es de 70-90 kg según la NMX-FF-081-SCFI-2003.

Tabla 12. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar del peso de la canal caliente (kg) en el periodo.

MES	MEDIA	VALOR MIN.	VALOR MAX.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
AGOSTO	94.05	75.00	108.00	10.90
SEPTIEMBRE	96.10	61.00	115.00	13.97
OCTUBRE	91.00	63.00	113.00	12.97
NOVIEMBRE	82.13	71.00	100.00	8.44
DICIEMBRE	87.53	69.00	109.00	11.90
ENERO	77.50	53.00	112.00	21.55
SEMESTRE	88.35	53.00	115.00	15.43

Figura 8. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación de peso de la canal caliente.

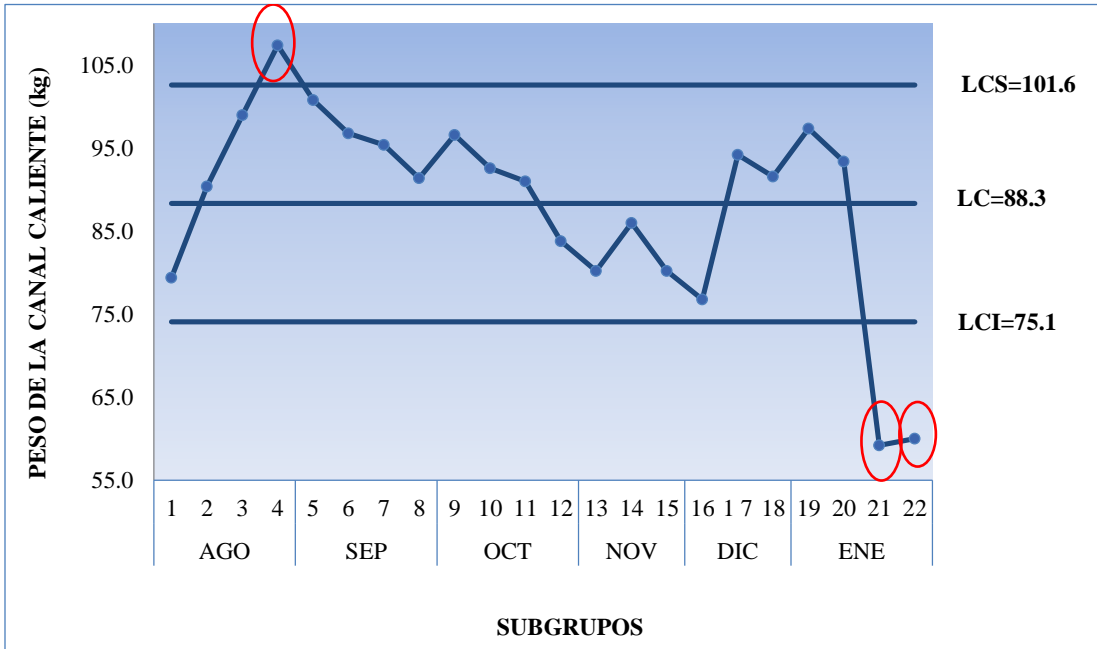


GRÁFICO \bar{x}

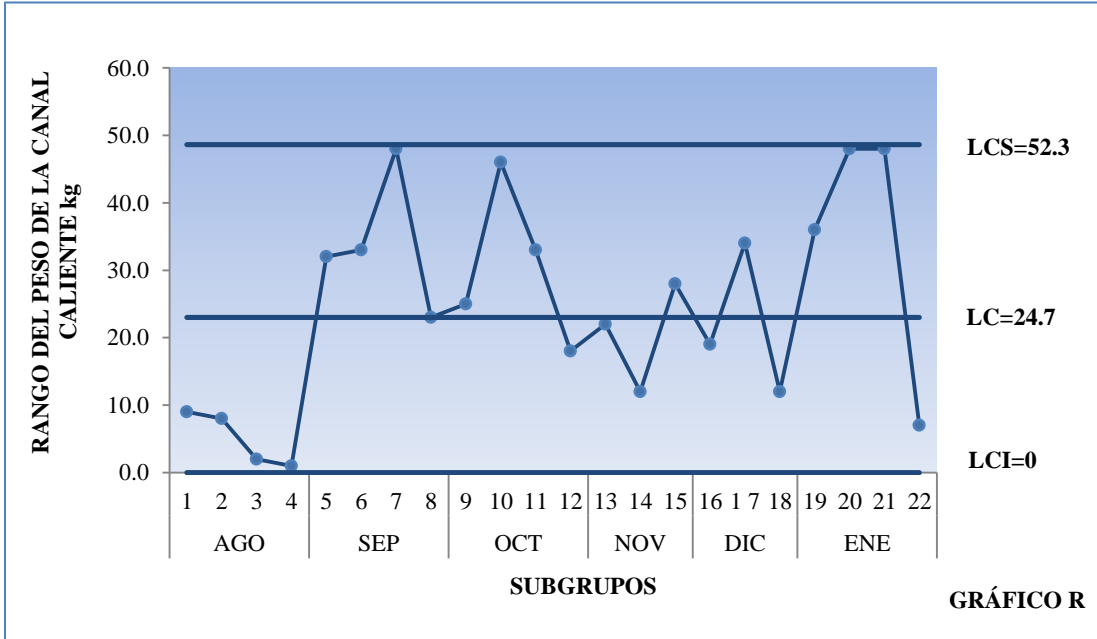


GRÁFICO R

En un estudio desarrollado por Rebollar y colaboradores (2014) en el Estado de México determinaron el peso óptimo de venta de la canal de cerdo (*S. scrofa* ssp), en función del rendimiento en cortes primarios, secundarios y terciarios. Ellos sugieren que para un modelo de cortes primarios, los niveles óptimos técnicos (NOT) y niveles óptimos económicos (NOE) se obtienen con un peso en canal de 94,47 y 90,96kg respectivamente.

Por otro lado, el pliego de condiciones para el uso de la Marca Oficial México Calidad Suprema en carne de cerdo, establece que la canal debe tener un rendimiento mínimo del 50% de contenido magro y tener un peso entre 75 y 100kg.

De acuerdo a las diferentes fuentes consultadas existen diferencias con respecto al peso óptimo de la canal. Rebollar (2014) afirma en su estudio que un mayor peso de la canal de cerdo no necesariamente implica una mejor ganancia, de hecho se puede obtener una mejor ganancia de cortes secundarios con un menor peso de la canal.

Lo anterior puede verse afectado por la relación magro/grasa. Al respecto, García (1992) menciona que la formación diaria de proteína en el cuerpo aumenta en mayor proporción entre los 40 y los 70kg de peso vivo y permanece así hasta el sacrificio. La formación diaria de grasa en el cerdo aumenta casi linealmente con el incremento de peso del animal y la intensidad de la alimentación. En los cerdos con mejora genética, la formación de magro se estabiliza entre los 60 y los 80 kg, disminuyendo a partir de los 90kg de peso. Los cerdos no mejorados tienen la máxima ganancia de magro alrededor de los 55-60kg, acelerando la tasa de deposición de grasa en la fase de acabado.

Además, como lo menciona Galián (2007); el peso de la canal al sacrificio viene determinado por diversos factores: genotipo, edad, sexo, condiciones de alojamiento y alimentación, entre otros; factores que pueden afectar de forma directa o indirecta al peso de la canal y que se deben conocer para poder controlarlos si se quieren con las mismas edades de sacrificio pesos de canales similares y uniformes.

El abastecimiento de canales porcinas al establecimiento proviene de una unidad de producción que forma parte del patrimonio de la cadena productiva de esta empacadora; de

ahí la importancia de que la información generada sirva como fuente de retroalimentación para la misma.

5.1.8 Peso de la pierna

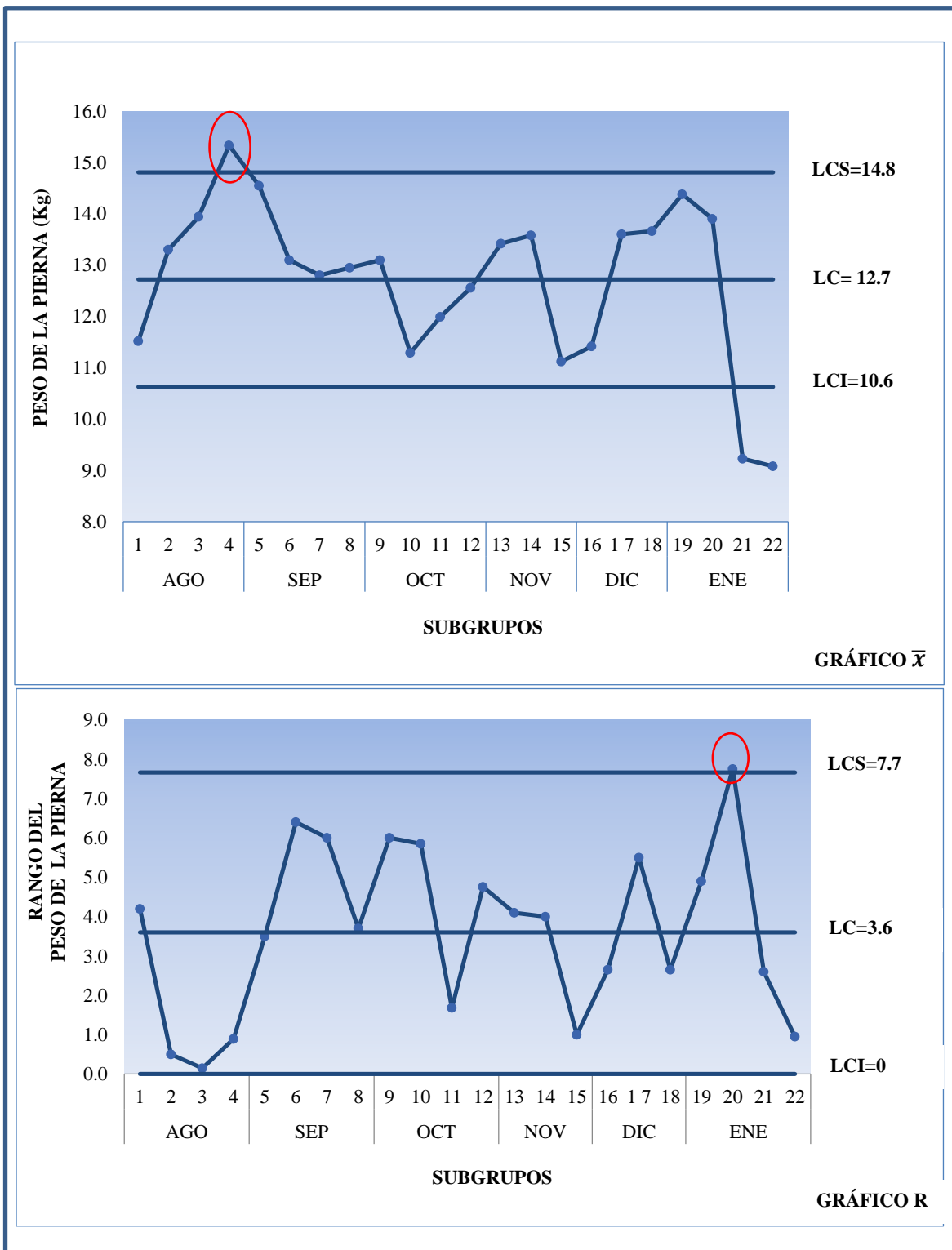
La Tabla 13 indica que la media del peso de las piernas en el total del semestre fue de 12.76 +/-2.17kg; sin embargo, el gráfico de rango de la Figura 9 muestra un cambio aleatorio mínimo del promedio de esta característica, además se apreció un punto por encima del límite de control superior; por lo que se puede decir que no estaba controlado, debido a esto, no se pudo realizar la interpretación del gráfico de medias. Cabe mencionar que cuando el gráfico de rango está fuera de control se debe determinar si existen causas asignables que modifiquen o alteren el proceso, por lo tanto, si se quisiera controlar esta variable primero se deben eliminar las causas asignables a la variación. Algunos factores que afectan los pesos absolutos de los perniles se ven afectados por el tipo genético, el sexo, el peso en vivo y en canal, así como el sistema de alimentación (Mateos, 2004).

Desde el punto de vista tecnológico solo 13 subgrupos de los veintidós cumplieron con la especificación de peso para la elaboración de jamón serrano.

Tabla 13. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar del peso de la pierna (kg) en el periodo.

MES	MEDIA	VALOR MIN.	VALOR MAX.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
AGOSTO	13.52	8.40	15.75	1.64
SEPTIEMBRE	13.35	9.00	16.20	2.25
OCTUBRE	12.24	7.90	17.00	1.84
NOVIEMBRE	12.71	10.80	15.70	1.62
DICIEMBRE	12.89	10.20	16.50	1.91
ENERO	11.65	7.90	16.80	3.08
SEMESTRE	12.76	7.90	17.00	2.17

Figura 9. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación peso de la pierna (kg).



La especificación para el peso de la pierna establecido por la empresa es de vital importancia, ya que se sabe de antemano que las piernas que serán utilizadas para jamón serrano tendrán una merma aproximada de 2kg luego de ser perfiladas, es decir, luego de realizar un corte redondo tipo español, sin pata y con piel. Posterior a eso existe una merma considerable debido al largo proceso al cual son sometidas. Debido a lo anterior, el proceso de selección es fundamental ya que el peso inicial de la materia prima influye considerablemente sobre el producto terminado.

Esparrago y colaboradores (2011), mencionan que las piezas nobles de la canal (en este caso la pierna) son las de mayor valor económico aunque solo representan una pequeña porción de la canal.

5.1.9 Conformación

Tal como se muestra en la Tabla 14, la media referente a la conformación de la canal en el total del semestre fue de 3.20 ± 0.42 , es decir, de acuerdo a los valores asignados se interpretaría como “Convexo”.

El gráfico de rango de la Figura 10 indica que no existieron puntos por encima de los límites de control. Al realizar el análisis del gráfico de medias en la misma figura se observaron dos subgrupos por encima del límite de control superior (Subgrupos 1 y 14); por lo que se concluyó que estadísticamente la variable no estaba controlada.

De acuerdo a los resultados mostrados se observó que solo dos subgrupos de los veintidós cayeron en la categoría 4 (recto); el resto se encontraron en la categoría 3 (convexo), es decir, la mayoría de las canales cumplió con el perfil de conformación recomendado por la NMX-FF-081-2003 el cual es convexo. Sin embargo, solo las piernas que cumplieron con la especificación de peso establecido por la empresa fueron las que se utilizaron para la elaboración de jamón serrano.

La conformación está condicionada al tipo morfológico al que pertenece el animal y en general se puede decir que el consumidor prefiere una mayor cantidad de músculo y no de

grasa; por lo tanto, la producción se enfoca en buscar el desarrollo de las grandes masas musculares como en el caso del jamón y el lomo.

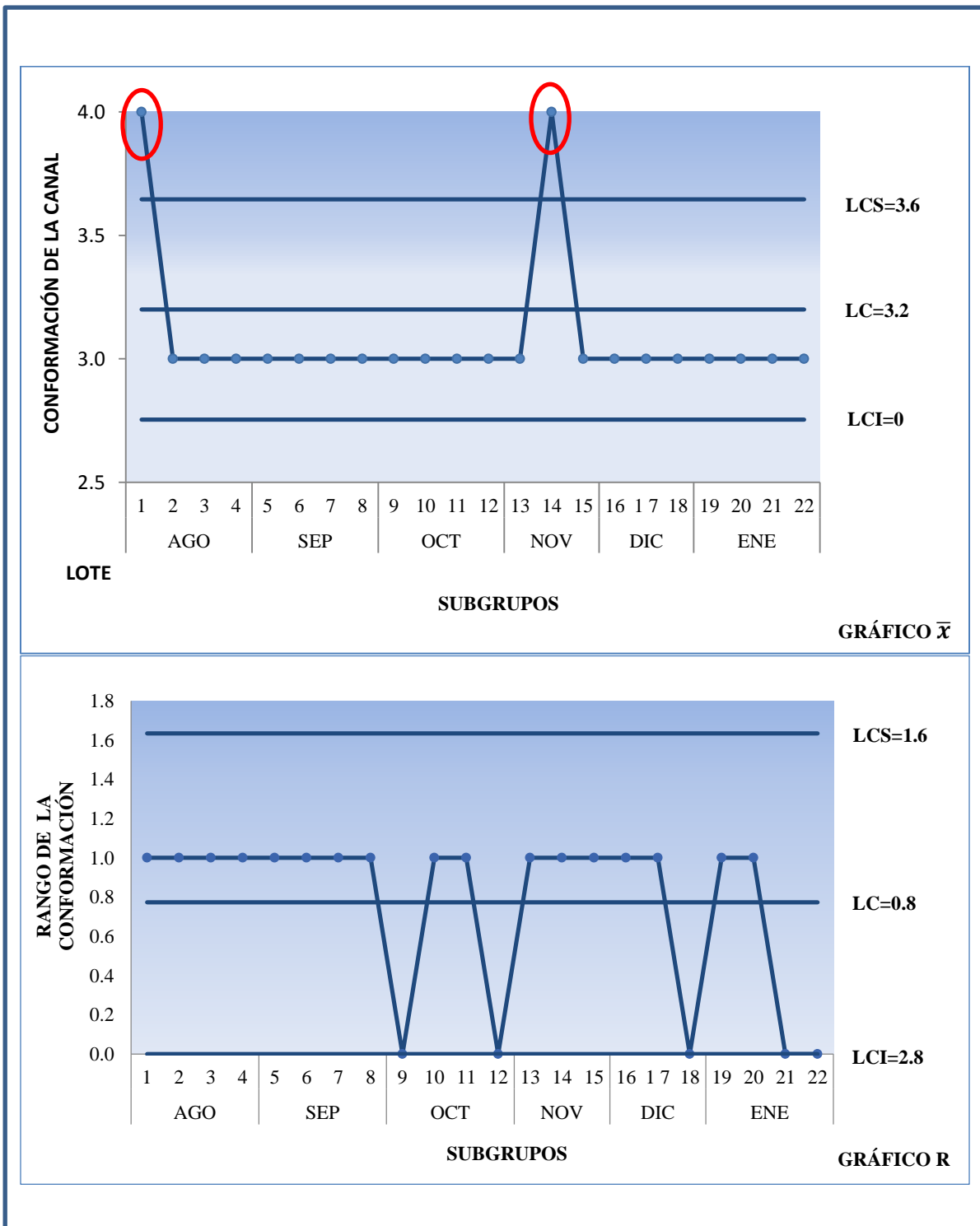
En los resultados obtenidos por Álvarez (2002), se encontró una conformación entre buena y regular en 2047 canales utilizando un sistema subjetivo. Aunque los resultados del presente trabajo no pueden ser comparados con los de Álvarez debido a que la clasificación que utilizó involucra otras variables como el porcentaje magro, el sexo, el estado general de carne y grasa, entre otros; se puede concluir que los sistemas de clasificación subjetiva al considerar sólo la conformación óptima sin tener en cuenta determinados indicadores de calidad, pueden llegar a cometer un elevado porcentaje de errores que se traducen principalmente en destinar carnes de baja calidad para la obtención de productos de primera calidad.

Tabla 14. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de los valores asignados a la conformación de la pierna en el periodo.

MES	MEDIA	VALOR MIN.	VALOR MAX.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
AGOSTO	3.35	3.00	4.00	0.49
SEPTIEMBRE	3.25	3.00	4.00	0.44
OCTUBRE	3.00	2.00	4.00	0.32
NOVIEMBRE	3.33	3.00	4.00	0.49
DICIEMBRE	3.13	3.00	4.00	0.35
ENERO	3.15	3.00	4.00	0.37
SEMESTRE	3.20	2.83	4.00	0.42

*1=Subcóncavo, 2=Cóncavo, 3=Convexo, 4=Recto.

Figura 10. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} de los valores asignados a las canales inspeccionadas sobre la especificación de conformación.



5.1.10 Mediciones morfométricas de la canal

5.1.10.1 Longitud de la canal (LC)

El gráfico de rango de la Figura 11 muestra un cambio elevado y aleatorio de esta característica; a pesar de lo anterior, no existieron puntos por encima del límite de control superior. Por otro lado, el gráfico de medias indicó un cambio sostenido del promedio de la variable, además existieron 3 subgrupos que salieron de los límites de control (Subgrupos 4, 21 y 22). Por lo anterior se puede concluir que la variable no se encontraba controlada.

El antiguo Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos de América describe en la aplicación de estándares para la clasificación de grados una longitud ideal de 76.2 a 83.8cm con una relación de 104.3-131.5kg de peso vivo respectivamente, la cual puede ser ajustable debido a su relación con el espesor de grasa dorsal y la musculatura (15).

La media de la canal en el total del semestre fue de 81.3cm, por lo que cumpliría parcialmente con lo descrito en la referencia citada, sin embargo, como se mencionó anteriormente, los criterios de clasificación bajo ese antiguo código involucra la relación del largo de la canal con otras variables.

Galián (2007) menciona que existe una correlación positiva entre la longitud de la canal y la cantidad de tejido muscular; por otra parte, se cree que esta correlación es negativa con el espesor de grasa dorsal; además también se ha encontrado que la longitud de la canal aumenta con el peso de sacrificio.

Álvarez R. (1988) menciona que la longitud de la canal de un cerdo tipo carne beneficiado con un peso vivo de 90 a 100kg debería estar entre 73,66 y 78,7cm. Por su parte, Flores (1978) menciona que en un cerdo de 100 a 110kg el parámetro de la longitud de la canal esta entre 76 a 80cm. Sin embargo en el presente estudio no se pudo contar con la información del peso vivo del animal por lo que no se puede realizar la comparación.

Álvarez (1988) menciona que existe una correlación positiva entre la longitud de la canal y la cantidad de tejido muscular. Al respecto, diversos autores han optado por determinar el índice de compacidad, a través del cual se puede conocer que tan compacta es la canal de

manera objetiva (Mora, 2013). En el cerdo es obtenido mediante el cociente del peso de la canal entre la longitud de la misma (Doris, 2008).

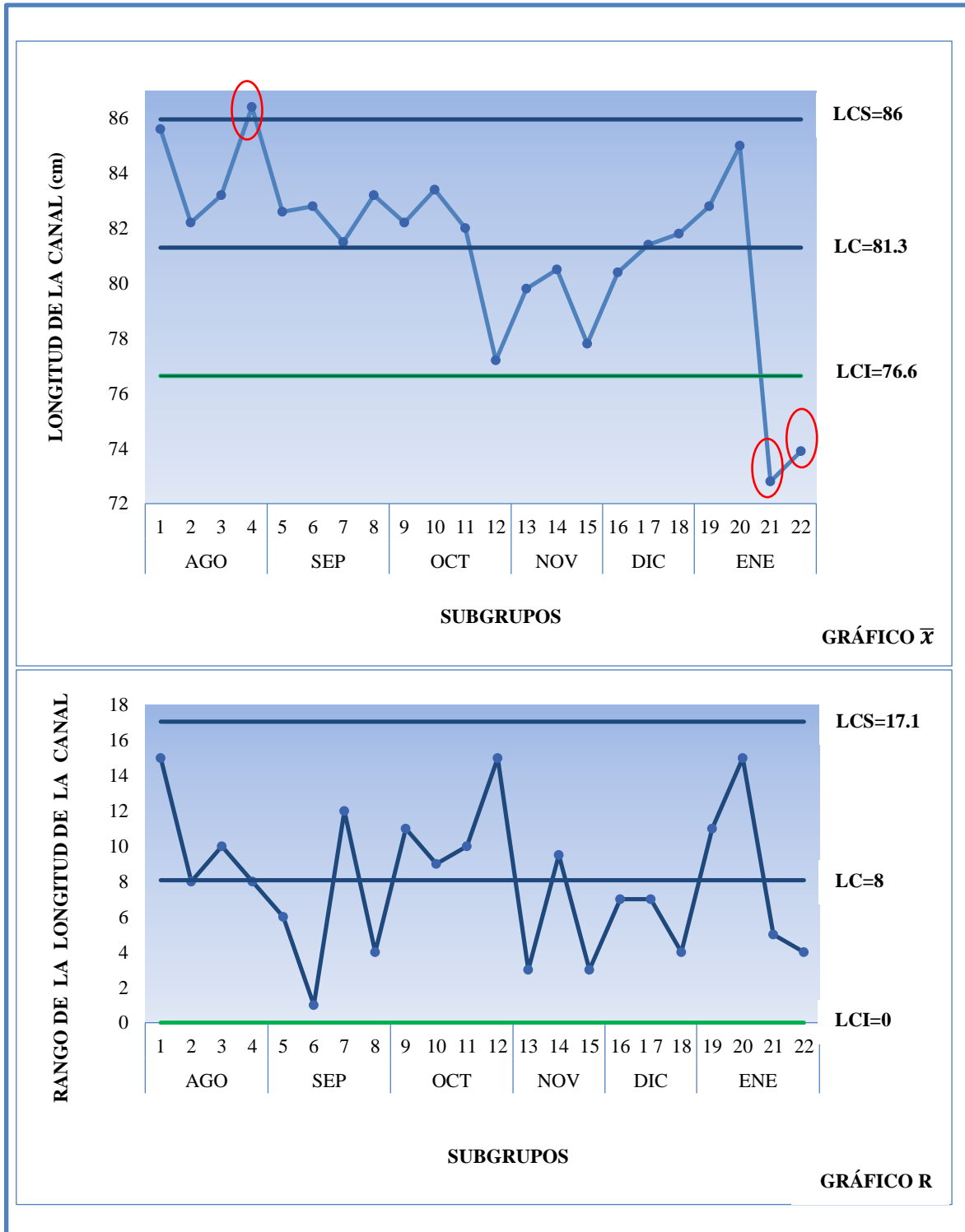
En el presente trabajo el índice de compacidad (ICC) fue de 1.08 con un peso promedio en canal de 88.35kg; diversos autores como Fisher y Peinado encontraron ICC de 1.0 y 1.1 en canales con pesos de 110 y de 97kg respectivamente (Doris, 2008). A pesar de que no se puede realizar la comparación de los resultados obtenidos en el presente trabajo con los de otros investigadores se sabe que a mayor valor del índice existe una mejor conformación (espesor de la carne y de la grasa subcutánea en relación con las dimensiones del esqueleto) (Mora, 2013).

En especies como la porcina, se evitan las canales largas y anguladas; por ello, se busca que tengan una conformación simétrica entre el largo y ancho; lo que implica un elevado contenido de músculo y una cantidad de grasa suficiente para cubrir las necesidades organolépticas del consumidor (Jiménez *et al.* 2013).

Tabla 15. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de la longitud de la canal (cm) en el periodo.

MES	MEDIA	VALOR MIN.	VALOR MAX.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
AGOSTO	84.35	75.00	90.00	4.27
SEPTIEMBRE	82.53	75.00	87.00	2.84
OCTUBRE	81.35	68.00	88.00	5.06
NOVIEMBRE	79.37	76.00	86.50	2.51
DICIEMBRE	81.20	77.00	86.00	2.40
ENERO	78.63	71.00	90.00	6.53
SEMESTRE	81.32	68.00	90.00	4.67

Figura 11. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación longitud de la canal.



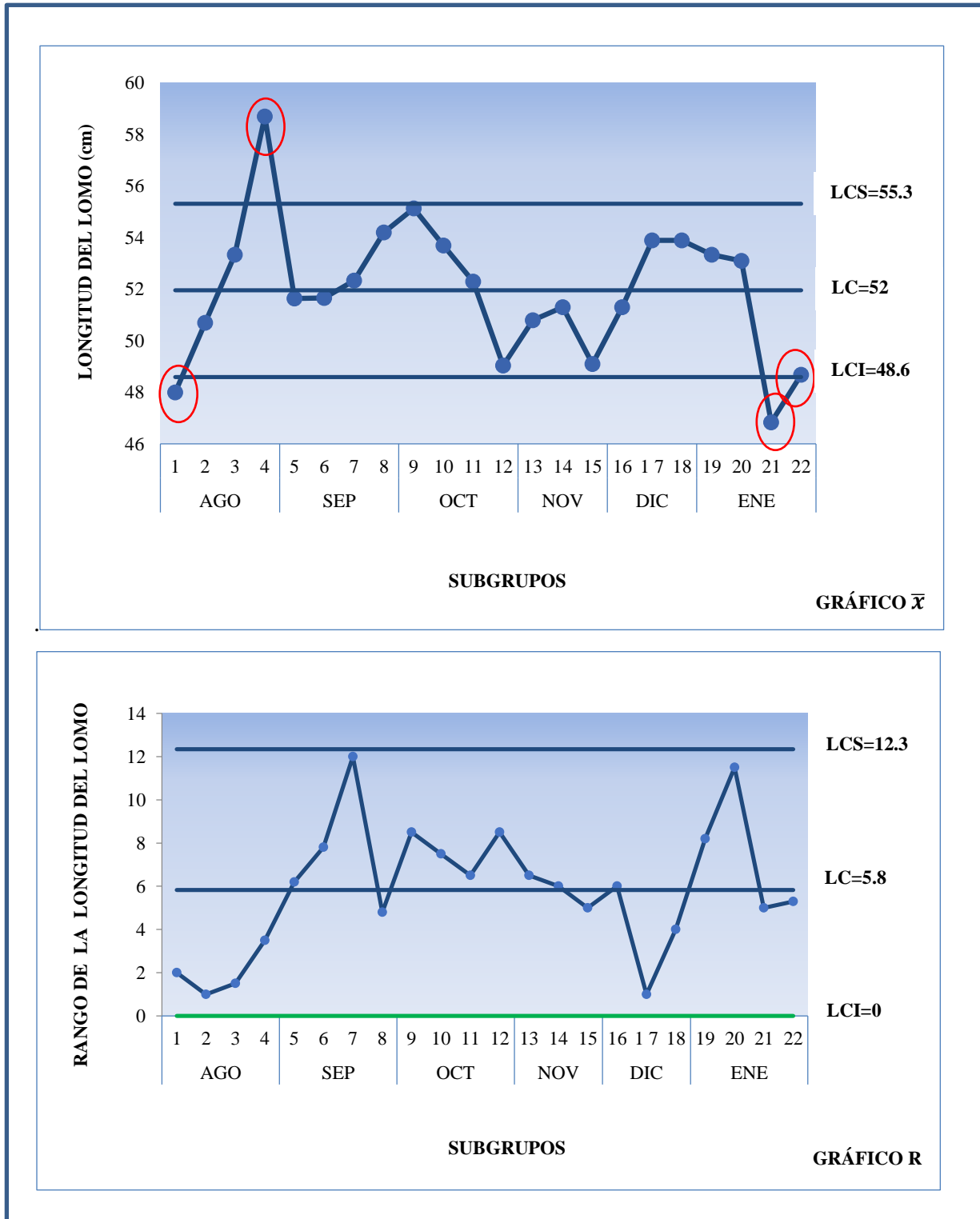
5.1.10.2 Longitud del lomo

La Tabla 16 indica que la media de la longitud del lomo fue de 51.96 +/-3.6 cm. El gráfico de rango de la Figura 12 muestra una fluctuación grande y repentina del promedio de esta característica, es decir, no presenta un comportamiento definido, sin embargo no existieron puntos por encima de los límites de control. En el gráfico de medias de la misma figura presenta un comportamiento parecido; aunado a lo anterior, existieron cuatro subgrupos que salieron de los límites de control (Subgrupos 1, 4, 21 y 22). Por lo anterior se puede decir que la variable no se encontraba controlada. Actualmente no existe un patrón de referencia nacional o extranjero para esta característica; además el presente estudio fue de carácter experimental por lo que aún no se han establecido criterios o especificaciones de aceptación propios por parte del establecimiento, sin embargo, Illescas *et al.* (2012) menciona que un lomo largo y ancho es una de las características que debe reunir el prototipo de una canal idónea, ya que el corte de forma alargada y cilíndrica es uno de los más preciados debido a que es una pieza magra, de buena consistencia y sabrosa. Por su parte Martín S. (2012) menciona que en el caso del cerdo ibérico a mayor longitud corporal, mayor será la longitud de la canal y consecuentemente la longitud del lomo (músculo gran dorsal).

Tabla 16. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de la longitud del lomo (cm) en el periodo.

MES	MEDIA	VALOR MIN.	VALOR MAX.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
AGOSTO	52.69	47.00	60.00	4.14
SEPTIEMBRE	52.46	47.00	59.00	3.17
OCTUBRE	52.55	44.50	59.00	4.06
NOVIEMBRE	50.40	46.50	56.00	2.44
DICIEMBRE	53.03	48.00	56.00	2.08
ENERO	50.49	45.00	57.50	4.12
SEMESTRE	51.96	44.50	60.00	3.60

Figura 12. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la longitud del lomo.



5.1.10.3 Longitud de la pierna (LP)

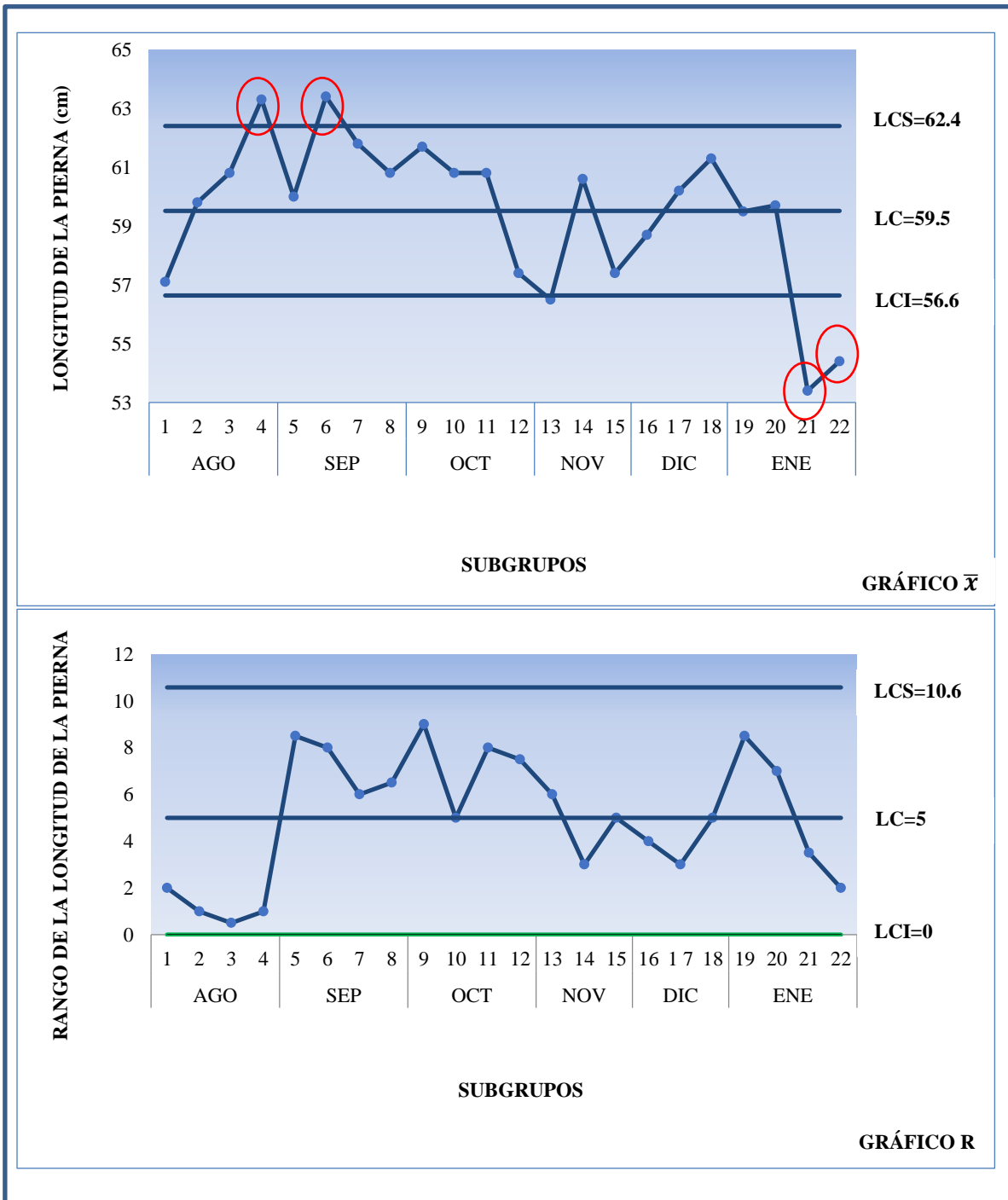
La Tabla 17 muestra que el valor de la media perteneciente a la longitud de la pierna en el total del semestre fue de 59.52+/-3.25cm. El gráfico de rango de la Figura 13 muestra un cambio aleatorio mínimo de esta característica, no se observaron puntos por encima de los límites de control. Por otro lado, en el gráfico de medias existió un sesgo hacia el límite de control superior, lo cual sugiere que hubo mayor variabilidad. Por tanto, se puede concluir que la variable no estaba controlada.

Peláez (2012), menciona que el tipo de sistema de producción puede influir sobre el crecimiento de las partes corporales del cerdo, sus resultados sugieren que cerdos criados en sistemas de confinamiento tienen una mayor longitud de pierna (52.54cm) que aquellos criados en semiconfinamiento (45.16cm); dichos valores se atribuyen a una mejor ganancia de peso (en confinamiento). Por otro lado, el sexo también influye en la morfometría, ya que los cerdos machos poseen extremidades más grandes que las hembras.

Tabla 17. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de la longitud de la pierna (cm) en el periodo.

MES	MEDIA	VALOR MIN.	VALOR MAX.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
AGOSTO	60.25	56.00	64.00	2.34
SEPTIEMBRE	61.50	55.00	69.00	2.92
OCTUBRE	60.18	52.50	67.00	3.31
NOVIEMBRE	58.17	54.00	62.00	2.50
DICIEMBRE	60.07	56.00	64.00	1.92
ENERO	56.75	51.50	62.00	3.64
SEMESTRE	59.52	51.5	69.00	3.25

Figura 13. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación longitud de la pierna.



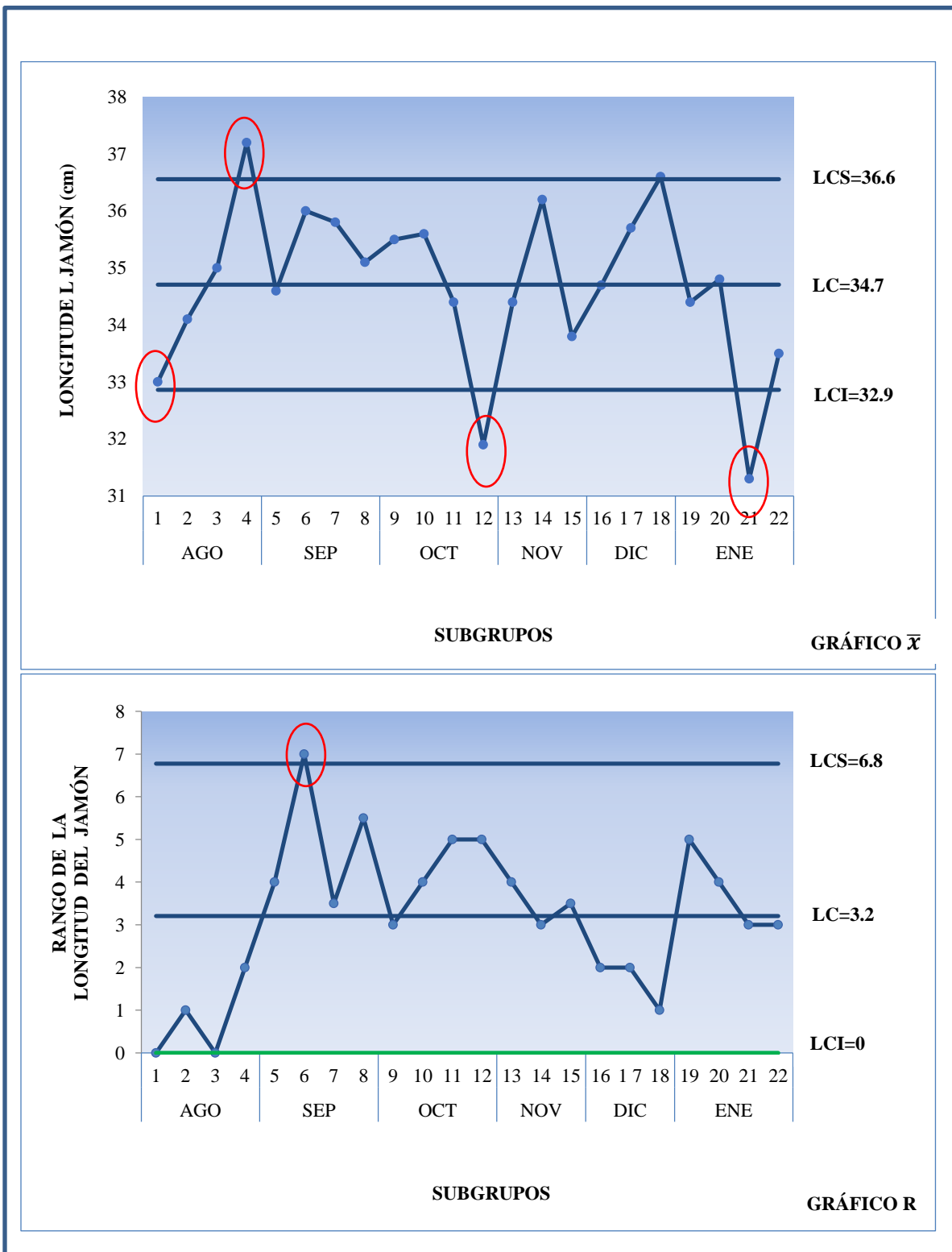
5.1.10.4 Longitud del jamón (LJ)

En la Tabla 18 se puede observar que el valor de la media perteneciente a la longitud del jamón en el total del semestre fue de 34.72 +/-1.89cm. Por otro lado, el gráfico de rango de la Figura 14 indica que el subgrupo 6 estaba por encima del límite de control superior, debido a lo anterior se puede decir que la variable no estaba controlada. Cabe mencionar que cuando el gráfico de rango está fuera de control se debe determinar si existen causas asignables que modifiquen o alteren el proceso; en este caso, no se tomaron medidas de acción ya que el análisis de todos los datos se realizó al finalizar el periodo de seis meses; sin embargo, si se quisiera controlar esta variable primero se deben eliminar las causas asignables a la variación para posteriormente recalcular el gráfico R y después realizar la interpretación tanto del gráfico R como del gráfico \bar{X} .

Tabla 18. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar de la longitud del jamón (cm) en el periodo.

MES	MEDIA	VALOR MIN.	VALOR MAX.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
AGOSTO	34.83	33.00	38.00	1.64
SEPTIEMBRE	35.48	32.50	40.00	1.77
OCTUBRE	34.35	29.00	38.00	2.18
NOVIEMBRE	34.73	32.50	37.00	1.57
DICIEMBRE	35.67	33.50	37.00	1.08
ENERO	33.50	30.00	37.00	2.03
SEMESTRE	34.72	29.00	40.00	1.89

Figura 14. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación longitud del jamón.



Peláez (2012) reporta que la longitud del jamón en animales criados en confinamiento es mayor que en aquellos criados bajo semiconfinamiento (37.28 y 34.64cm respectivamente), en su estudio, no se encontraron diferencias significativas en relación con el sexo del animal.

Por otro lado, Gómez y colaboradores (2005), han encontrado que el sexo puede influir en la longitud del jamón; ya que han encontrado que los valores son superiores en machos castrados que en hembras (37.90 vs 37.3cm), por lo que la genética de las líneas paternas es un factor importante a considerar al momento de evaluar este parámetro.

Illescas *et al.* (2012) refiere que el determinar parámetros como el perímetro y la longitud en piezas nobles de mayor importancia como el jamón permite estimar o predecir si la canal produce el rendimiento esperado.

5.1.10.5 Perímetro máximo del jamón (PJ)

La Tabla 19 indica que el valor de la media perteneciente al perímetro del jamón en el total del semestre fue de 73.06 +/-5.23cm. Por otro lado, el gráfico de rango de la Figura 15 permite observar un cambio aleatorio de esta característica, además el subgrupo 9 estaba por encima del límite de control superior; por lo que se puede concluir que la variable no estaba controlada, debido a esto, no se pudo realizar la interpretación del gráfico de medias, como ya se ha indicado con anterioridad cuando el gráfico de rango está fuera de control se debe determinar si existen causas asignables que modifiquen o alteren el proceso.

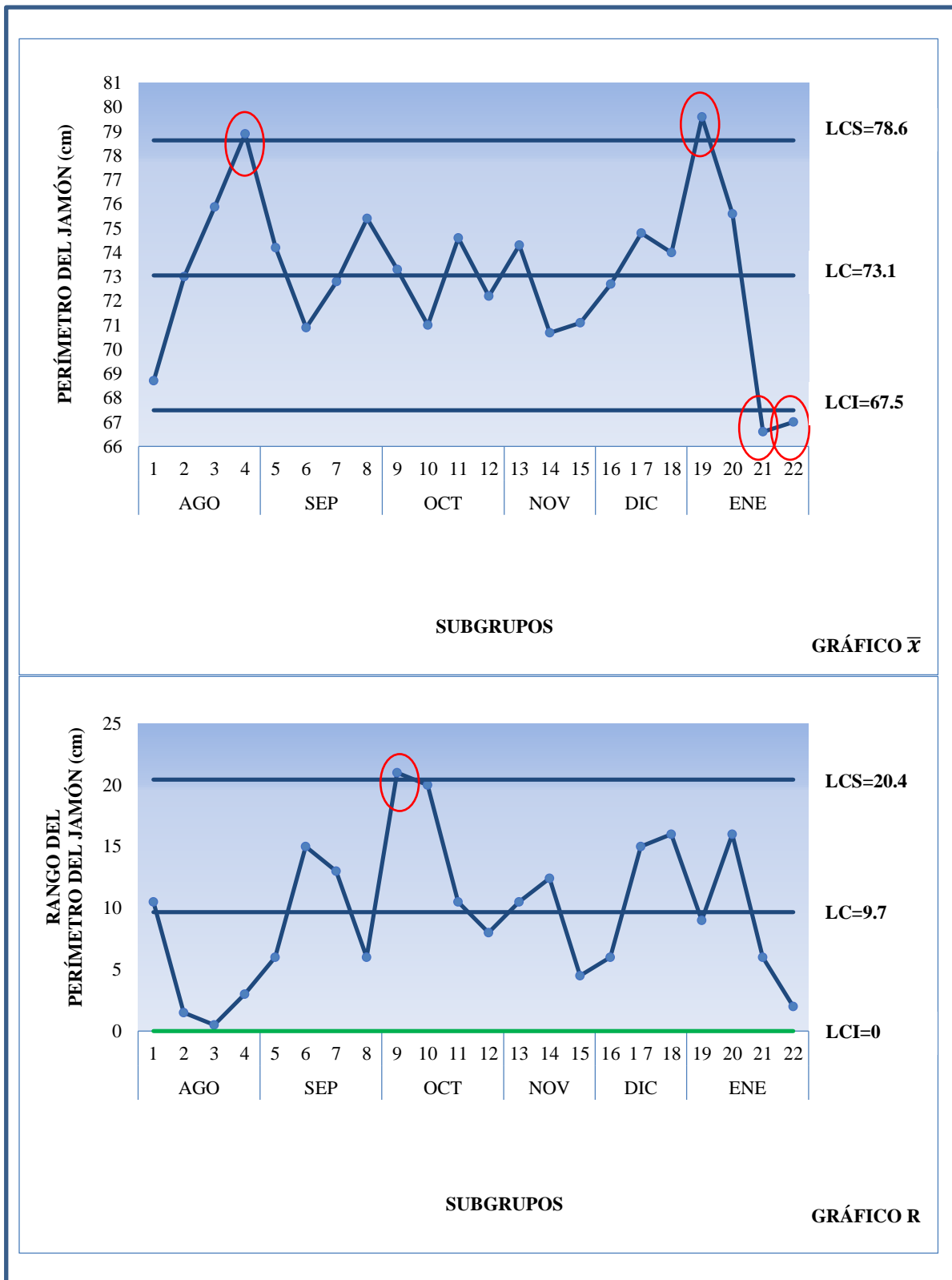
Peláez (2012) encontró que el perímetro máximo del jamón es mayor en sistemas de confinamiento que en aquellos criados bajo semiconfinamiento (51.20 cm en confinamiento vs 44.03cm en semiconfinamiento). Además, Gómez y colaboradores (2005), han encontrado que el sexo puede influir en el perímetro del jamón; ya que han descrito que los valores son superiores en machos castrados que en hembras (78.4 vs 77.2cm con respecto al perímetro máximo de la pierna). Viguera y colaboradores (2009) mencionan que al incrementarse el peso al sacrificio aumenta también el perímetro del jamón.

Las longitudes lineales y perímetros de la canal permiten conocer su calidad como materia prima para los productos transformados a los que se destinan en gran medida. Illescas (2012) menciona que las medidas de diversos parámetros morfométricos como el perímetro máximo del jamón adquieren una gran importancia, ya que este corte primario puede ser utilizado para la elaboración de jamón serrano cuyo proceso tecnológico de salazón, secado y curado puede ser influido por las dimensiones de esta pieza. Es importante mencionar que actualmente no existe un estándar definido referente a las mediciones morfométricas de una canal, sin embargo, tal como lo menciona Doris (2008) se considera que una canal bien conformada es aquella en la que predominan las medidas de anchura sobre las de longitud. Si la conformación de la canal presenta grupos musculares redondeados, cortos y gruesos, esta canal presentará un mayor rendimiento. Otros autores han determinado el índice de compacidad de la pierna para tener un valor objetivo de la conformación; dicho índice es calculado como la división entre el perímetro y la longitud de la pieza. Viguera (2009) reporta que los cerdos que tienen una mayor longitud de la canal y del jamón obtienen un menor índice de compacidad (1.38 en cerdos más largos vs 1.41 en cerdos más cortos) (32). En el presente trabajo el índice de compacidad fue de 1.22 tomando como referencia los valores promedio de las variables involucradas.

Tabla 19. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar del perímetro máximo del jamón (cm) en el periodo.

MES	MEDIA	VALOR MIN.	VALOR MAX.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
AGOSTO	74.12	61.00	80.00	4.39
SEPTIEMBRE	73.33	65.00	80.00	4.49
OCTUBRE	72.78	63.00	84.00	5.84
NOVIEMBRE	72.03	65.00	79.00	4.09
DICIEMBRE	73.83	67.00	83.00	5.19
ENERO	72.20	63.00	83.00	6.90
SEMESTRE	73.06	61.00	84.00	5.23

Figura 15. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación perímetro del jamón.



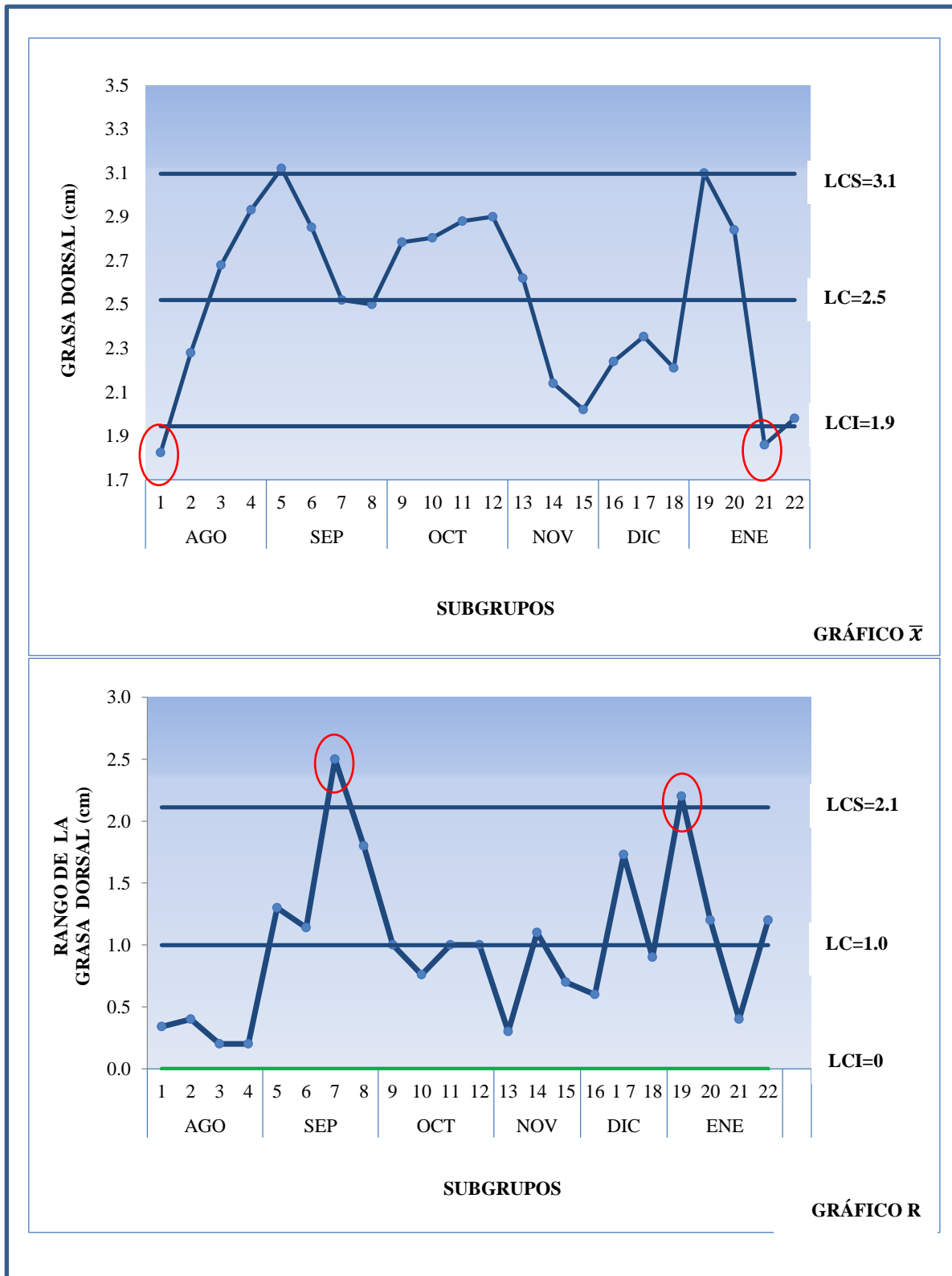
5.1.10.6 Espesor de grasa dorsal

Al realizar el análisis de los datos contenidos en la Tabla 20, se observó que el valor de la media perteneciente a la grasa dorsal en el total del semestre fue de 2.52 +/- 0.58cm. En el gráfico de rango de la Figura 16 se aprecian dos puntos por encima del límite de control superior, por lo que se puede decir que la variable no estaba controlada, debido a esto, no se pudo realizar la interpretación del gráfico de medias, como ya se ha indicado con anterioridad cuando el gráfico de rango está fuera de control se debe determinar si existen causas asignables que modifiquen o alteren el proceso.

Tabla 20. Media, valor mínimo, valor máximo y desviación estándar del espesor de grasa dorsal (cm) en el periodo.

MES	MEDIA	VALOR MIN.	VALOR MAX.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
AGOSTO	1.70	1.30	2.00	0.20
SEPTIEMBRE	2.14	2.00	2.30	0.09
OCTUBRE	2.44	2.30	2.60	0.10
NOVIEMBRE	2.67	2.60	2.80	0.08
DICIEMBRE	2.91	2.80	3.06	0.09
ENERO	3.39	3.10	3.90	0.26
SEMESTRE	2.52	1.30	3.90	0.58

Figura 16. Gráfica de control de medias \bar{x} y rangos \bar{R} en canales inspeccionadas sobre la especificación espesor de grasa dorsal.



El pliego de condiciones para el uso de la Marca Oficial México Calidad Suprema en carne de cerdo (PC-002-2005) establece un rango entre 1.4 a 2cm para la media del espesor de grasa dorsal, en este estudio la media en el total del semestre fue de 2.52cm; por lo que al comparar los resultados obtenidos con los valores establecidos en el PC-002-2005 no se cumple con la especificación.

En el cerdo, la medida del espesor de la grasa dorsal es reconocida como una medida importante de la calidad de la canal ya que tiene una relación directa con el contenido de grasa corporal. Tal como lo menciona Santana A. (2008) el espesor de grasa subcutánea, tiene relación con el rendimiento de carne magra, por este motivo su medición se incluye en todos los esquemas de clasificación, ya que, al aumentar la proporción de grasa disminuye la proporción de músculo.

De Jesús A. (2008) menciona que en el cerdo doméstico, la medida del espesor de la grasa dorsal tiene una relación directa con el contenido de grasa corporal. Una disminución en el grosor de la grasa dorsal está acompañada por una reducción en el contenido de la grasa, tanto total como subcutánea; por otro lado, al aumentar la proporción de grasa disminuye la proporción de músculo, de ahí su importancia para que sea reconocida como una medida importante de la calidad de la canal.

5.2 DETERMINACIÓN DE CLORO RESIDUAL LIBRE Y pH EN AGUA DEL ÁREA DE CISTERNA MEDIANTE MÉTODOS COLORIMÉTRICOS

De acuerdo a los resultados encontrados en la Tabla 21 se encontró que la media de cloro fue de 0.7 ± 0.4 ; además se encontraron valores entre 0 y 3mg/L. La modificación a la NOM-127-SSA1-1994 establece que los límites de cloro residual libre se encuentran entre 0.2-1.5 mg/L. En aquellas ocasiones en las que los valores del cloro residual libre no estaba de acuerdo con los parámetros establecidos en la normativa se llevó a cabo la acción correctiva pertinente, por ejemplo, en ausencia de cloro se realizaba la adición de hipoclorito al 13% al clorinador de acuerdo con la cantidad de agua que hubiera en cisterna; cuando había exceso de cloro, se cerraba una de las válvulas de la cisterna para que se nivelara con las otras cisternas y la cantidad de cloro excesiva en un tanque se diluyera entre los 3 tanques interconectados, cabe mencionar que también existía un filtro de carbón

activado que retiraba el cloro proveniente de la cisterna antes de ingresar a la planta, ya que como lo menciona Andujar (2000), el hipoclorito sódico diluido puede alterar la coloración del alimento y de esta manera afectar la calidad de los productos.

Por otro lado en la determinación del pH en agua mediante métodos colorimétricos se encontró que el promedio fue de 7.6 ± 0.2 ; además se alcanzaron valores entre 6.8 y 8.2 de acuerdo a la Tabla 21. La modificación a la NOM-127-SSA1-1994 establece los límites entre 6.5-8.5, por lo que se puede decir que esta variable se encontraba controlada.

Tabla 21. Resultados obtenidos del muestreo de cloro residual libre y pH del área de cisterna.

MES	MEDIA		V. MÍN.		V. MÁX		D.E.	
	CLORO	pH	CLORO	pH	CLORO	pH	CLORO	pH
AGOSTO	0.4	7.5	0.0	6.8	1.0	7.6	0.2	0.1
SEPTIEMBRE	1.0	7.6	0.0	7.2	3.0	8.2	1.1	0.3
OCTUBRE	0.8	7.5	0.0	6.8	3.0	7.6	0.6	0.1
NOVIEMBRE	0.4	7.6	0.0	7.2	2.0	7.6	0.4	0.1
DICIEMBRE	0.3	7.6	0.0	7.2	1.0	7.6	0.2	0.1
ENERO	1.2	7.8	0.0	7.4	3.0	8.2	1.1	0.3
TOTAL SEMESTRE	0.7	7.6	0.0	6.8	3.0	8.2	0.4	0.2

5.3 VERIFICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM) RELACIONADAS CON LA HIGIENE PERSONAL, LAS INSTALACIONES Y EL CONTROL DE PROCESOS

Los resultados mostrados a continuación indican el porcentaje de cumplimiento en 100 evaluaciones, dentro de las cuales se evaluaron aspectos relacionados con el personal, las instalaciones y el control de procesos.

Tabla 22. Número de no conformidades detectadas en diferentes áreas productivas como consecuencia del no cumplimiento de las BPM enfocadas al personal de acuerdo con los formularios proporcionados por la empresa.

ESPECIFICACIÓN	¹EP	²EG	³LE	⁴IF	⁵PA	⁶MC	⁷SC	⁸RE	⁹DE
UNIFORME COMPLETO	0	1	0	5	3	0	5	2	11
USO DE CUBREBOCAS	1	0	30	17	17	9	25	1	30
UNIFORME LIMPIO	0	1	0	3	2	0	0	0	1
UÑAS RECORTADAS Y CABELLO	5	8	1	3	3	0	17	4	16
JOYERIA O RELOJ	0	10	0	0	0	0	2	0	0
MAQUILLAJE	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LAVADO DE MANOS	3	1	0	9	1	9	7	2	10
BIGOTE Y CABELLO CORTO	NA	NA	2	4	1	19	24	NA	2
NO COMER EN ÁREA DE PROCESOS	0	0	1	0	0	0	0	0	1
HERIDAS SIN CUBRIR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	9	21	34	41	27	37	80	9	71

¹EP=Envase paquetería, ²EG=Envase granel, ³LE=Lavado de equipo, ⁴IF=Inyección y forjado, ⁵PA= Pastas, ⁶MC= Masajeo y curación, ⁷SC= Secaderos, ⁸RE= Rebanado, ⁹DE= Despiece

Como se puede observar en la Tabla 22 las áreas que tuvieron un mayor número de no conformidades fueron las de Secaderos (80) y Despiece (71); algunos de los aspectos con mayor recurrencia en cuanto a incumplimientos fueron: el uso inadecuado de cubrebocas en las áreas de Despiece (30), Lavado de equipo (30) y Secaderos (25); otros hallazgos encontrados estuvieron relacionados con el incumplimiento a portar bigotes cortos en las

áreas de secaderos (24) y masajeo y curación (19) principalmente. Además se detectaron incumplimientos a portar uñas cortas en las áreas de secaderos (17) y despiece (16).

Tabla 23. Número de no conformidades detectadas en diferentes áreas productivas como consecuencia del no cumplimiento de las BPM enfocadas a la verificación de instalaciones y equipos de acuerdo con los formularios proporcionados por la empresa.

ESPECIFICACIÓN	¹EP	²EG	³LE	⁴IF	⁵PA	⁶MC	⁷SC	⁸RE	⁹DE
ENCHARCAMIENTOS	0	4	11	48	46	54	2	1	3
BASURA	2	6	20	20	25	3	11	2	41
OLORES DESGRADABLES	0	0	0	1	2	0	0	0	1
ORDEN Y LIMPIEZA DEL AREA	0	6	21	26	35	31	0	0	26
CONDENSACIONES	0	6	1	1	0	2	3	1	5
AUSENCIA DE PLAGAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BUENA ILUMINACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CONTROL DE TEMPERATURAS	0	0	0	0	0	0	0	1	6
PRODUCTOS DE LIMPIEZA ALMACENADOS	1	2	0	1	10	3	1	0	5
CODIGO DE COLORES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	3	24	53	97	118	93	17	5	88

¹EP=Envase paquetería, ²EG=Envase granel, ³LE=Lavado de equipo, ⁴IF=Inyección y forjado, ⁵PA= Pastas, ⁶MC= Masajeo y curación, ⁷SC= Secaderos, ⁸RE= Rebanado, ⁹DE= Despiece

Como se puede observar en la Tabla número 23, las áreas que tuvieron un mayor número de incumplimientos fueron las de Pastas (118), Inyección y forjado (97), Masajeo y curación (93) y Despiece (88). Las áreas de Masajeo y curación, Inyección y forjado y Pastas tuvieron un mayor número de no conformidades debido a que el piso tuvo una alta incidencia con respecto a la “presencia de encharcamientos”; además presentaron un mayor incumplimiento con respecto al “orden y la limpieza del área”; asimismo, el área de Despiece presentó demasiadas no conformidades con respecto a la especificación “acumulación de basura”.

Tabla 24. Número de no conformidades detectadas realizadas en diferentes áreas productivas como consecuencia del no cumplimiento de las BPM enfocadas a la verificación de producción y control de procesos de acuerdo con los formularios proporcionados por la empresa.

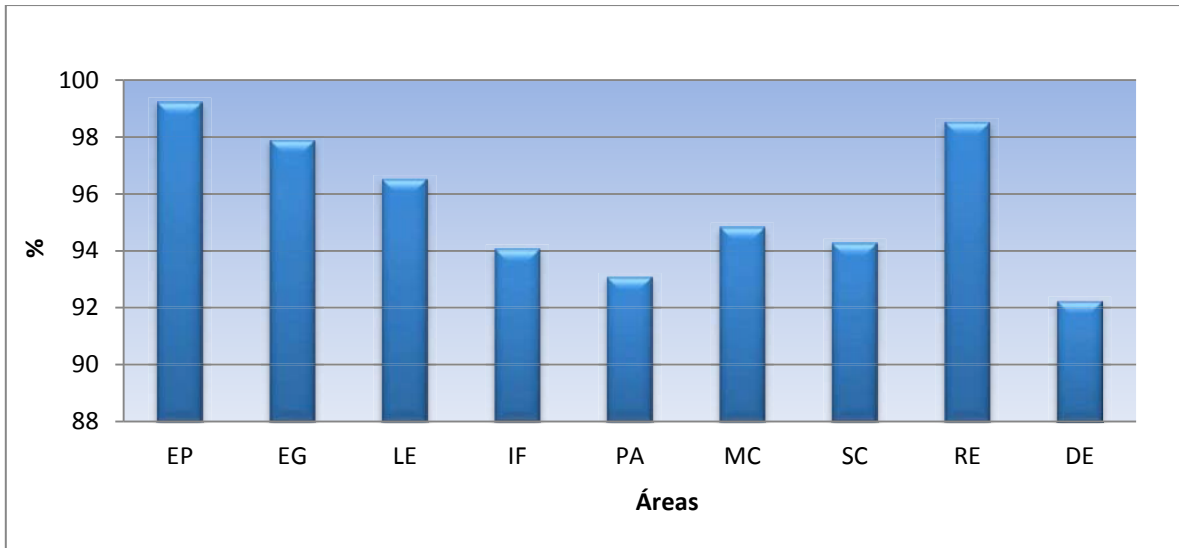
ESPECIFICACIÓN	¹EP	²EG	³LE	⁴IF	⁵PA	⁶MC	⁷SC	⁸RE	⁹DE
EMPACADO	1	2	NA	NA	NA	NA	0	0	0
MATERIAL DE EMPAQUE	0	0	NA	NA	NA	NA	0	0	0
CADENA DE FRÍO	0	0	NA	NA	NA	NA	0	1	0
PRODUCTO ALEJADO DE PISOS	6	6	NA	NA	NA	NA	48	22	25
PRODUCTO ALEJADO DE PAREDES O TECHO	0	0	NA	NA	NA	NA	1	0	0
TOTAL	7	8	-	-	-	-	49	23	25

¹EP=Envase paquetería, ²EG=Envase granel, ³LE=Lavado de equipo, ⁴IF=Inyección y forjado, ⁵PA= Pastas, ⁶MC= Masajeo y curación, ⁷SC= Secaderos, ⁸RE= Rebanado, ⁹DE= Despiece

La Tabla 24 muestra que las áreas que tuvieron un mayor número de incumplimientos fueron las de Secaderos (49), Rebanado (23) y Despiece (25). Lo anterior se debió principalmente a que no cumplían con la especificación de la distancia mínima entre la separación del producto y el piso.

El gráfico de la Figura 17 muestra el porcentaje de cumplimiento de BPM relacionadas con la higiene personal, las instalaciones, y el control de procesos por áreas en el total del semestre. Los resultados indican que el porcentaje de cumplimiento en el establecimiento supera el 90%, sin embargo las áreas que presentaron un mayor número de acciones correctivas fueron Despiece (184), seguida por el área de Secaderos (146), Pastas (145) e Inyección y forjado (138).

Figura 17. Porcentaje de cumplimiento de BPM relacionadas con las instalaciones, la higiene personal y el control de procesos.



¹EP=Envase paquetería, ²EG=Envase granel, ³LE=Lavado de equipo, ⁴IF=Inyección y forjado, ⁵PA= Pastas, ⁶MC= Masajeo y curación, ⁷SC= Secaderos, ⁸RE= Rebanado, ⁹DE= Despiece

Por último, aunque las áreas de envase tuvieron un mayor porcentaje de cumplimiento, el principal problema detectado fue el de la separación mínima entre el piso y el producto; ya que de acuerdo con la NOM-213-SSA1-2002, se debe evitar el contacto del producto con techos, paredes y pisos. En su defecto, se recomienda el uso de cajas de plástico que estén en contacto directo con el piso pero que no se utilicen para contener productos y que estén identificadas con un color distinto para tal fin.

En un estudio realizado por Reyna Z. y colaboradores en donde evaluaron BPM en un establecimiento mediante un acta de verificación aplicada por la Secretaría de Salud, encontraron que la calificación general fue de 87%, los porcentajes obtenidos en este trabajo fueron del 95.6%; aunque dicha comparación se dificulta ya que las evaluaciones incluyen diferentes aspectos; sin embargo mencionan que algunos puntos desfavorables en la evaluación están directamente relacionados con el personal.

En el trabajo realizado por Juárez (2010) donde realizó una verificación sanitaria utilizando el acta de COFEPRIS en una empacadora de carne, encontró que los problemas higiénicos detectados afectaban a diferentes áreas desde la materia prima hasta la comercialización,

pero que indudablemente la mayoría de esos problemas eran responsabilidad del personal, ya que es la fuente principal de la contaminación de un producto.

5.4. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA EVALUACIÓN DE LIMPIEZA DE MANOS MEDIANTE LA DETECCIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y *E. coli*

En total se realizaron 172 determinaciones de frotis de manos durante el semestre. Los resultados que se muestran en la Figura 18 corresponden a la distribución porcentual de las evaluaciones realizadas en el primer muestreo; encontrando que, en el 63% (81 operadores) no se detectaron coliformes mediante alguna de las dos pruebas, en tanto que el 35% (45 operadores) dio resultados positivos a coliformes totales y solo el 2% (dos operadores) resultó positivo a *E. coli*. Cada semana se hizo la interpretación de los resultados para poder realizar las acciones correctivas en caso necesario; por lo anterior, cabe mencionar que el personal que resultó positivo a coliformes recibió capacitación en cuanto al procedimiento de lavado de manos; en las semanas posteriores, se realizó un segundo muestreo a los operadores que resultaron positivos a coliformes, encontrando que, en el 84% (37 operadores) no se detectaron coliformes mediante alguna de las dos pruebas, en tanto que el 16% (7 operadores) resultaron positivos de nueva cuenta a coliformes totales (Figura 19).

Figura 18. Distribución porcentual de los resultados obtenidos del primer muestreo en la evaluación de limpieza de manos.

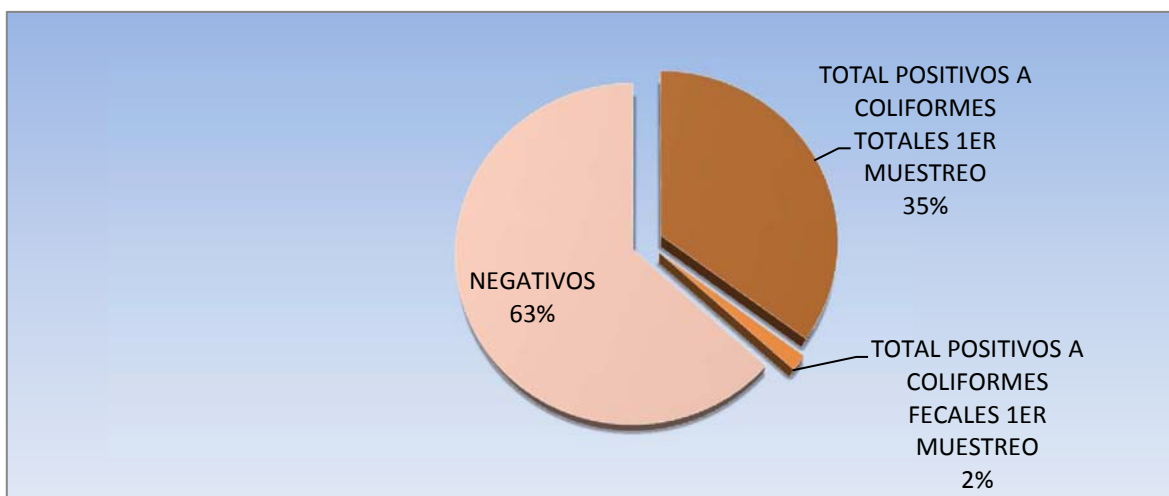
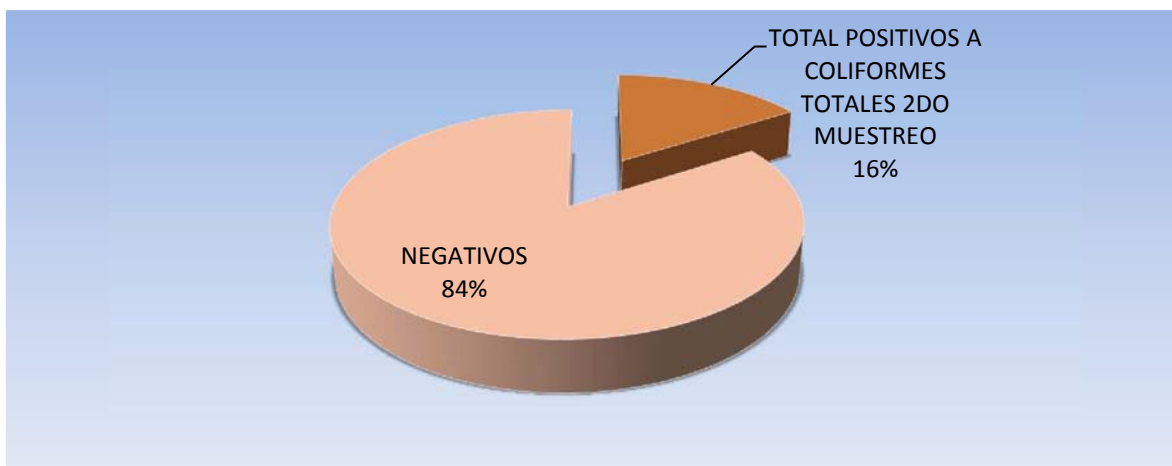


Figura 19. Distribución porcentual de los resultados obtenidos del segundo muestreo en la evaluación de limpieza de manos.



Los resultados obtenidos en el presente trabajo coinciden parcialmente con los hallados por Díaz T. y colaboradores (2013) obtenidos en los centros de elaboración, preparación y servicio de alimentos hospitalarios; sus resultados indican que en un 28% encontraron coliformes totales en las manos del manipulador y en un 12% encontraron coliformes fecales; en dicho estudio, se encontró que las competencias y las buenas prácticas de higiene de los manipuladores de alimentos fueron inadecuadas en un 100%. Además, tal como lo menciona Constanza (2008), *E.coli* es una de las bacterias responsables de toxiinfecciones alimentarias generadas a partir del consumo de productos cárnicos contaminados. *Escherichia coli* pertenece a la flora normal del intestino humano, de ésta se conocen hasta el momento seis serotipos que pueden ser patógenos y causar daño produciendo diferentes cuadros clínicos. Jiménez (1999) menciona que una de las principales medidas preventivas para evitar la transmisión de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) es el lavado de manos, cuya finalidad es retirar la suciedad superficial y, por consiguiente, la microflora transitoria particularmente patógena. Las *E. coli* enteropatógenas son microorganismos entéricos y las personas son el reservorio principal, sobre todo de las cepas *E. coli enteropatógena* (ECEP), *E. coli enterotoxígena* (ECET) y *E. coli enteroinvasiva* (ECEI).

Los resultados de la evaluación de limpieza en manos de los operadores puede servir como ejemplo claro de lo anterior, ya que a pesar de que sólo un tercio de la población muestreada salió positiva a coliformes esa parte de la población pudo representar una fuente de contaminación importante hacia el producto, por ello, tal como menciona Juárez (2010) es prioridad mejorar las Buenas Prácticas de Manufactura de los empleados a través de la capacitación ya que es una medida eficaz para mejorar las condiciones higiénicas, sin embargo, el programa de capacitación debe ser constante para que los resultados sean consistentes.0

5.5 VERIFICACIÓN DE POES

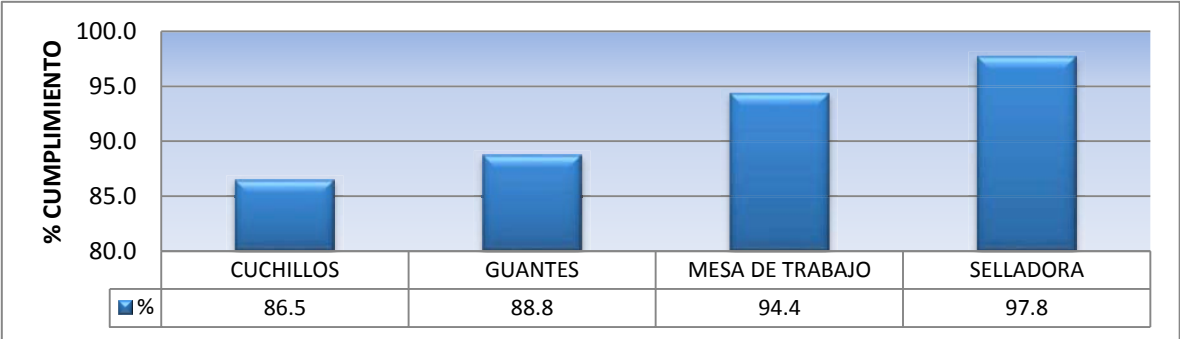
Los resultados mostrados a continuación se determinaran con base al cumplimiento descrito en los procedimientos de la empresa, es decir, el porcentaje fue calculado a partir de los hallazgos detectados en el semestre sobre el total de verificaciones realizadas multiplicadas por cien.

5.5.1 Verificación de POES del área de envase a granel

5.5.1.1 Verificación de POES operacionales

En las verificaciones realizadas durante el periodo de seis meses se evaluó el cumplimiento de lavado y desinfección de cuchillos, guantes, mesa y selladora. Los resultados en la Figura 20 muestran los puntos que se verificaron y el porcentaje de cumplimiento tomando como base el total de revisiones realizadas.

Figura 20. Porcentaje de cumplimiento de POES operacionales en el área de envase a granel.

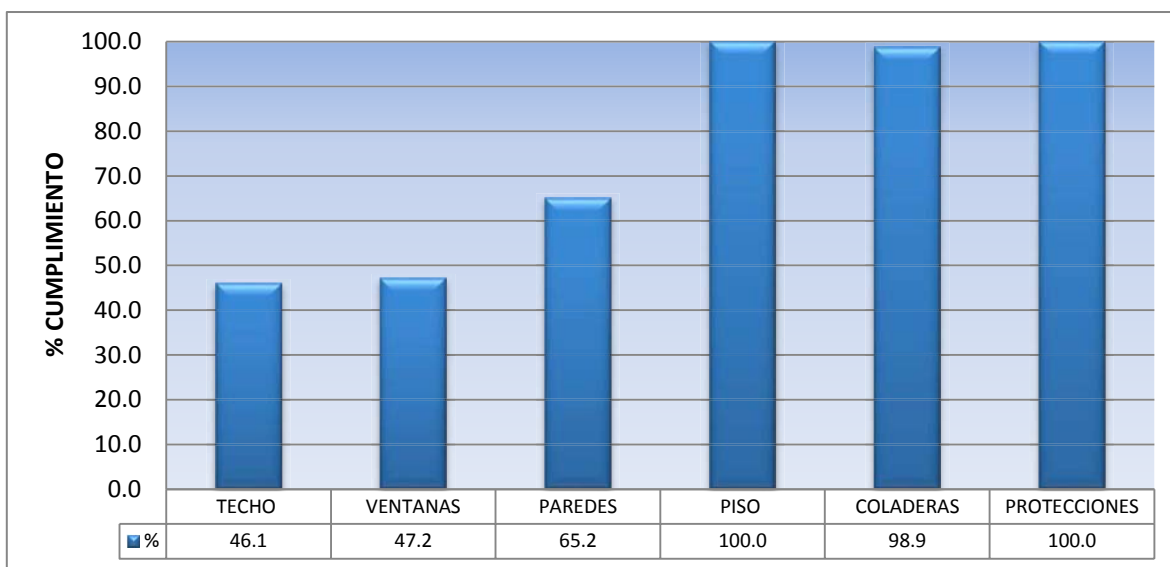


5.5.1.2 Verificación de POES pos-operacionales

a) Instalaciones

Los resultados en la Figura 21 muestran los puntos que se verificaron en relación con las instalaciones y el porcentaje de cumplimiento.

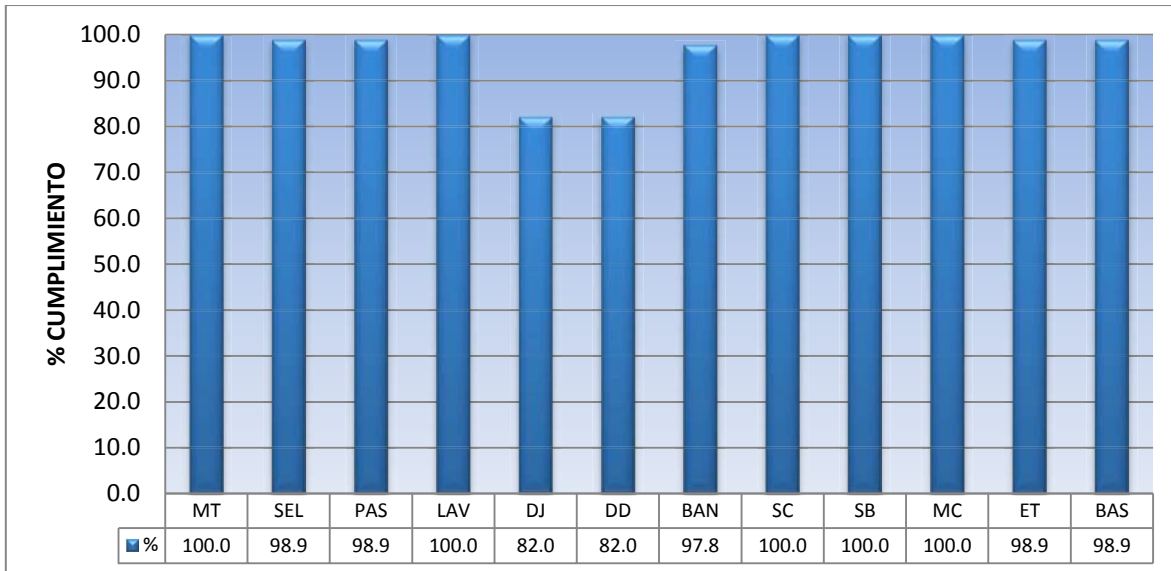
Figura 21. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con las instalaciones del área de envase a granel.



b) Equipo

El área contaba con los siguientes equipos: mesa de trabajo, selladora, pasteurizadora, lavamanos, despachador de jabón, despachador de desinfectante, bandas, selladora de cajas, soportes para basura, material de corte, estación de trabajo y báscula. Los resultados en la Figura 22 muestran los puntos que se verificaron y el porcentaje de cumplimiento.

Figura 22. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con el equipo en el área de envase a granel.



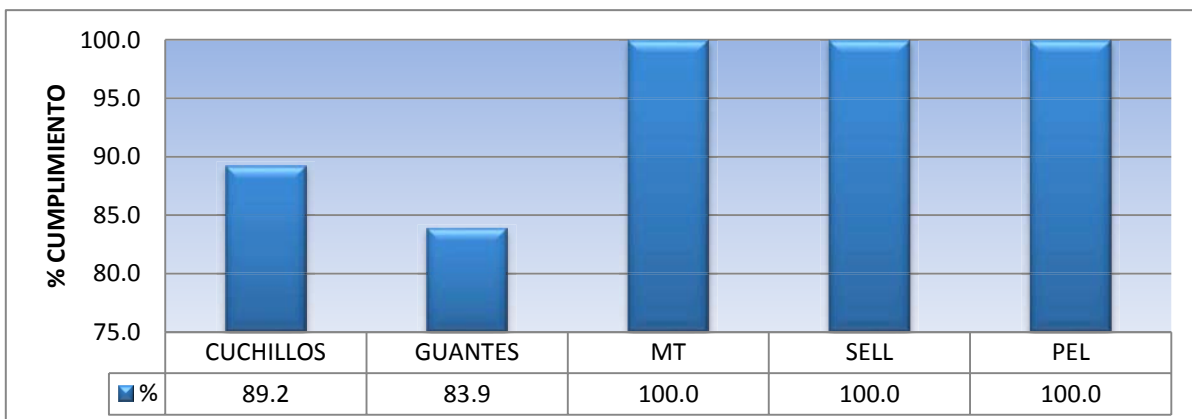
*MT= Mesa de trabajo, SEL=Selladora, PAS=Pasteurizadora, LAV= Lavamanos, DJ=Despachador de jabón, DD=Despachador de desinfectante, BAN=Banda, SC= Selladora de cajas, SB=Soportes de basura, MC=Material de corte, ET=Estación de trabajo, BAS= Báscula.

5.5.2 Verificación de POES del área de envase a paquetería

5.5.2.1 Verificación de POES operacionales

En las verificaciones realizadas durante el periodo de seis meses se evaluó el cumplimiento de lavado y desinfección de cuchillos, guantes, mesa y selladora. Los resultados en la Figura 23 muestran los puntos que se verificaron y el porcentaje de cumplimiento.

Figura 23. Porcentaje de cumplimiento de POES operacionales en el área de envase de paquetería.



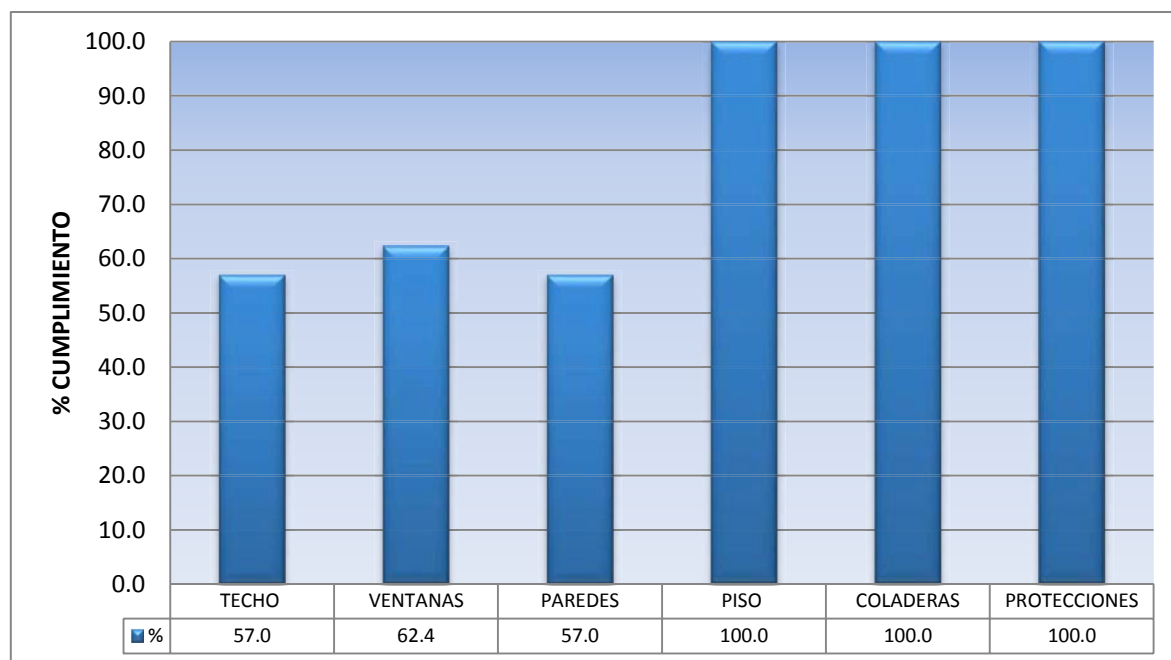
*MT=Mesa de trabajo, SELL=Selladora, PEL=Peladora de salchicha.

5.5.2.2 Verificación de POES pos-operacionales

a) Instalaciones

En relación con las instalaciones, los resultados en la Figura 24 muestran los puntos que se verificaron y el porcentaje de cumplimiento.

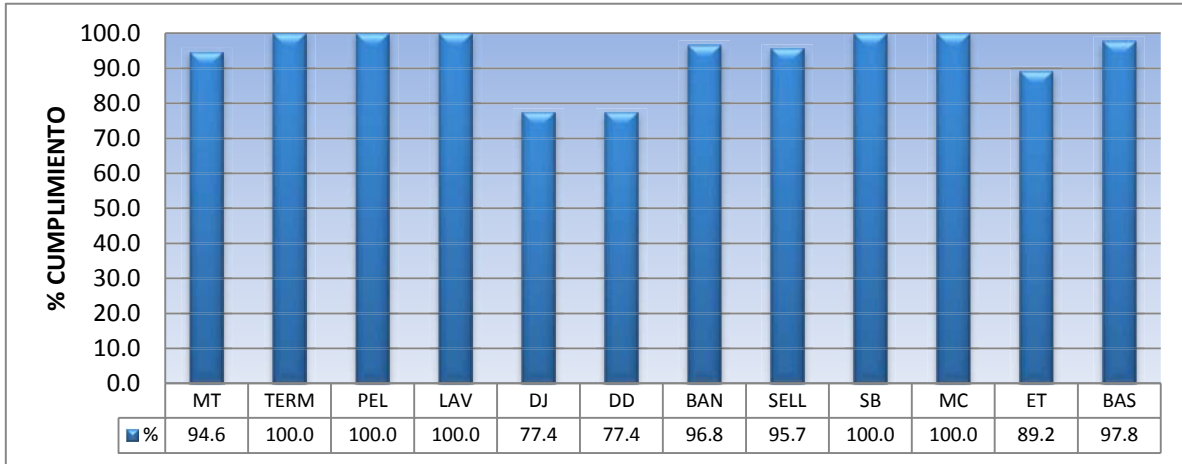
Figura 24. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con las instalaciones del área de envase de paquetería.



b) Equipo

El área contaba con los siguientes equipos: mesa de trabajo, termoformadora, peladora de salchicha, lavamanos, despachador de jabón, despachador de desinfectante, banda, selladora de cajas, soportes para basura, material de corte, estación de trabajo y báscula. Los resultados en la Figura 25 muestran los puntos que se verificaron y el porcentaje de cumplimiento.

Figura 25. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados al equipo en el área de envase a paquetería.



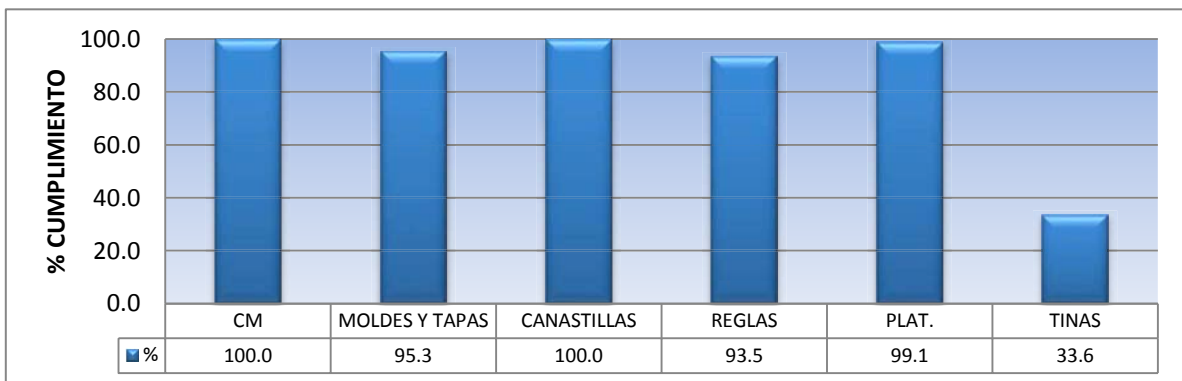
*MT= Mesa de trabajo, TERM=Termoformadora, PEL=Peladora de salchicha, LAV= Lavamanos, DJ=Despachador de jabón, DD=Despachador de desinfectante, BAN=Banda, SELL=Selladora, SB=Soportes de basura, MC=Material de corte, ET=Estación de trabajo, BAS= Báscula.

5.5.3 Verificación de POES del área de lavado de equipo

5.5.3.1 Verificación de POES operacionales

En las verificaciones realizadas durante el periodo de seis meses se evaluó el cumplimiento de lavado y desinfección de: contenedores móviles, moldes y tapas, canastillas, reglas, plataformas y tinas. Los resultados en la Figura 26 muestran los puntos que se verificaron y el porcentaje de cumplimiento.

Figura 26. Porcentaje de cumplimiento de POES operacionales en el área de lavado de equipo.



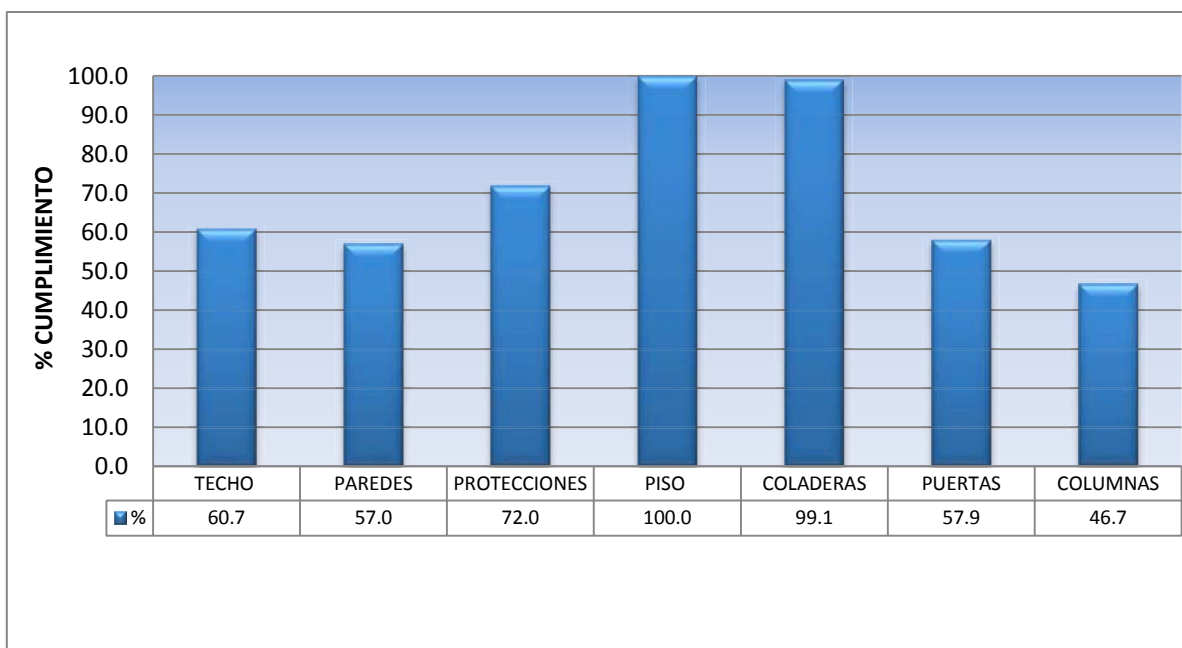
*CM=Contenedores móviles, PLAT=Plataformas

5.5.3.2 Verificación de POES pos-operacionales

a) Instalaciones

Los resultados en la Figura 27 muestran los puntos que se verificaron y el porcentaje de cumplimiento.

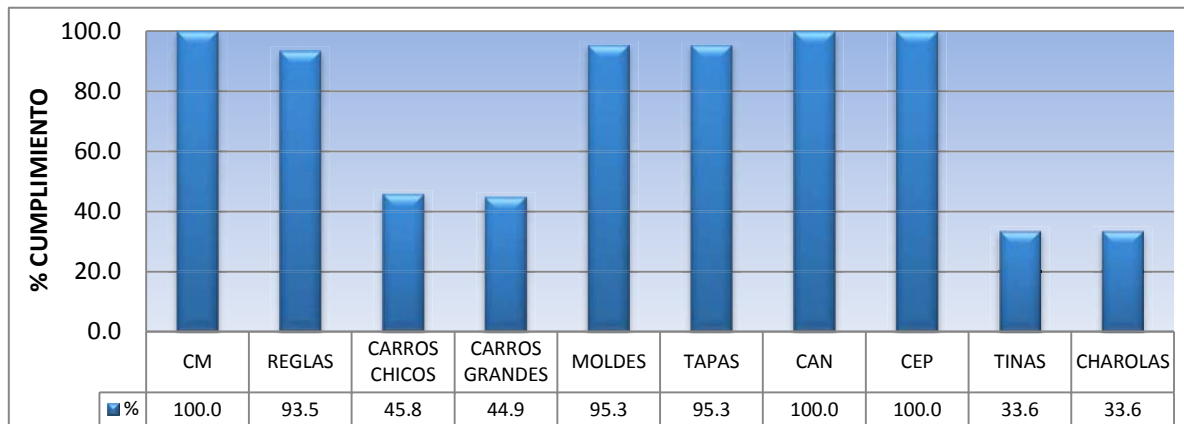
Figura 27. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con las instalaciones del área de lavado de equipo.



b) Equipo

La limpieza en el equipo se realizaba diario. Sin embargo la limpieza de algunos equipos como carros, plataformas y charolas se realizaba 2 veces a la semana dependiendo de la carga de trabajo. El área contaba con los siguientes equipos: contenedores móviles, reglas, carros chicos, carros grandes, moldes, tapas, canastillas, cepilladora, tinas y charolas. Los resultados en la Figura 28 muestran los puntos que se verificaron y el porcentaje de cumplimiento.

Figura 28. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con el equipo en el área de lavado de equipo.



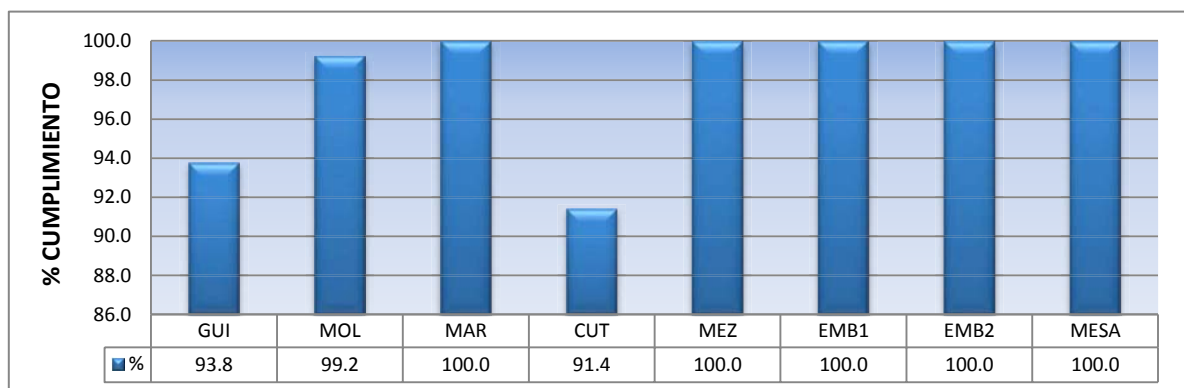
*CM=Contenedores móviles, CAN=Canastillas, CEP=Cepilladora.

5.5.4 Verificación de POES del área de pastas

5.5.4.1 Verificación de POES operacionales

En las verificaciones realizadas durante el periodo de seis meses se evaluó el cumplimiento de lavado y desinfección de mesas; además se verificó que los equipos como la guillotina, molino, marmita, cutter, mezcladora y embudadoras estuvieran libres de objetos. Los resultados en la Figura 29 muestran los puntos que se verificaron y el porcentaje de cumplimiento.

Figura 29. Porcentaje de cumplimiento de POES operacionales en el área de pastas.



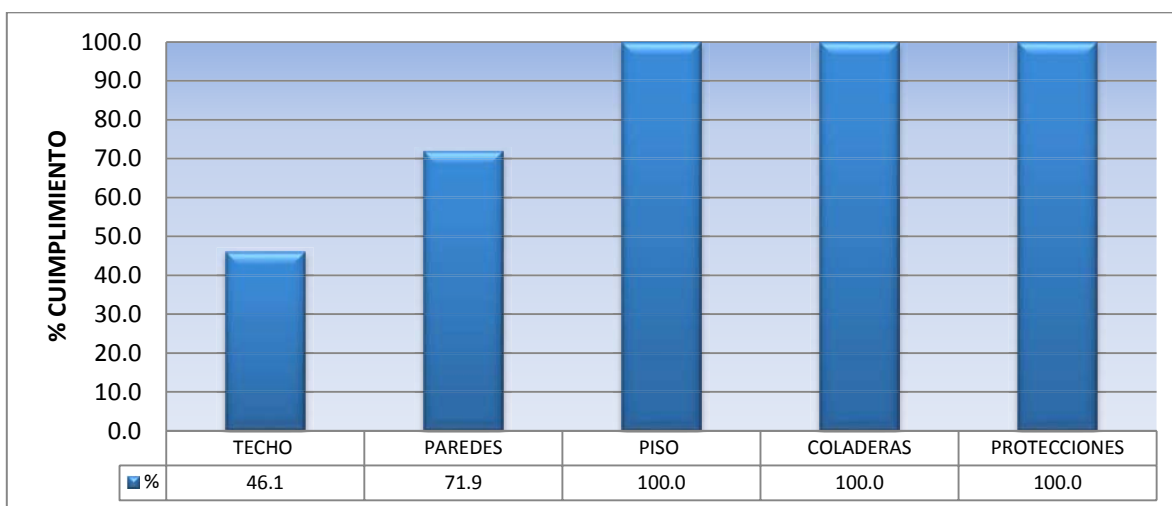
*GUI=Guillotina, MOL=Molino, MAR=Marmita, CUT=Cutter, MEZ=Mezcladora, EMB1=Embutidora 1, EMB2=Embutidora 2

5.5.4.2 Verificación de POES pos-operacionales

a) Instalaciones

Los resultados en la Figura 30 muestran los puntos que se verificaron y el porcentaje de cumplimiento.

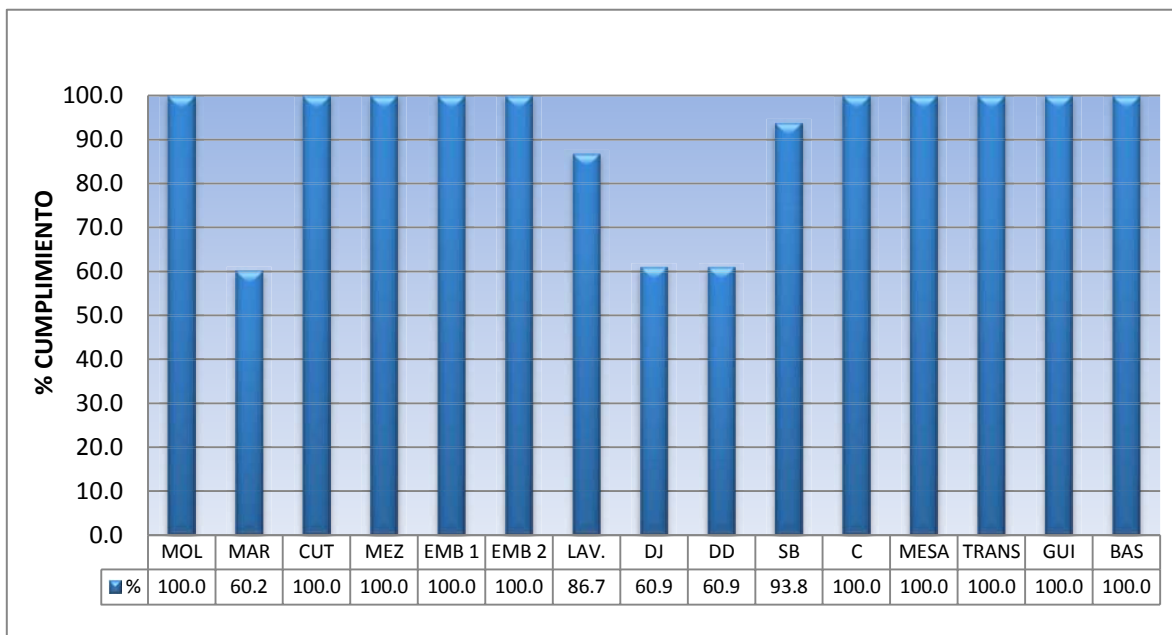
Figura 30. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con las instalaciones en el área de pastas.



b) Equipo

El área contaba con los siguientes equipos: molino, marmita, cutter, mezcladora, embutidora 1, embutidora 2, lavamanos, despachador manos, despachador desinfectante, soportes para basura, cuchillos, mesas de trabajo, transportadora, guillotina y báscula. Los resultados en la Figura 31 muestran los puntos que se verificaron y el porcentaje de cumplimiento.

Figura 31. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con el equipo en el área de pastas.



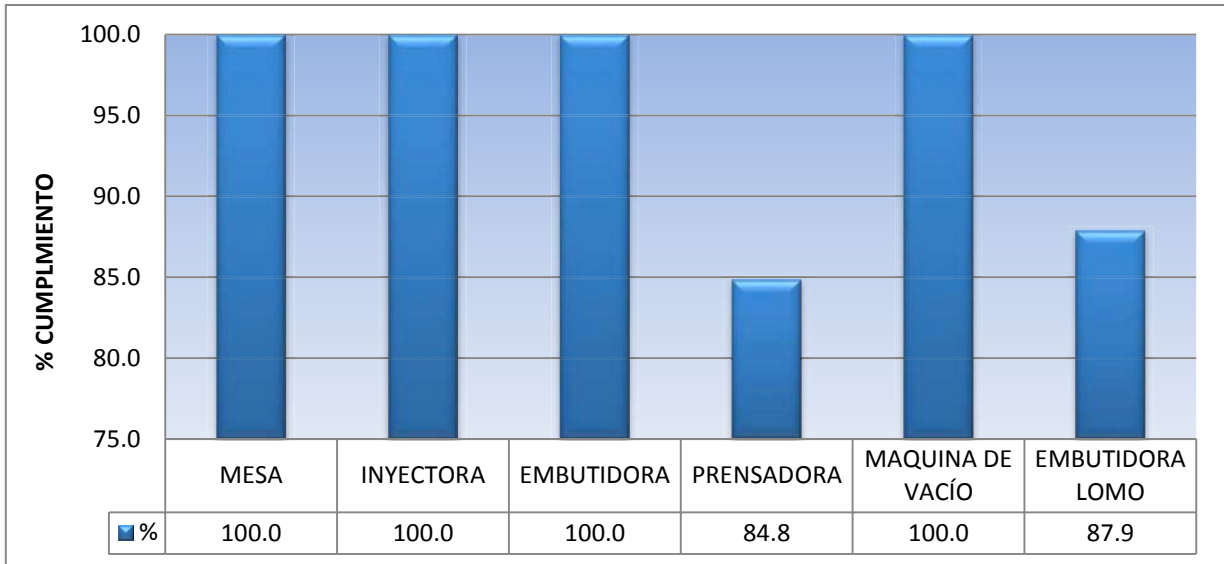
*MOL=Molino, MAR=Marmita, CUT=Cutter, MEZ=Mezcladora, EMB1=Embutidora 1, EMB2=Embutidora 2, LAV=Lavamanos, DJ=Despachador de jabón, DD=Despachador de desinfectante, SB=Soportes de basura, C=Cuchillos, TRANS=Transportadora, GUI=Guillotina, BAS= Báscula.

5.5.5 Verificación de POES del área de forjado

5.5.5.1 Verificación de POES operacionales

En las verificaciones realizadas durante el periodo de seis meses se evaluó el cumplimiento de lavado y desinfección de mesas, además se verificó que los equipos como la inyectora, mesa, embutidora, prensadora, máquina de vacío y la embutidora de lomo estuvieran libres de objetos. Los resultados en la Figura 32 muestran los puntos que se verificaron y el porcentaje de cumplimiento.

Figura 32. Porcentaje de cumplimiento de POES operacionales en el área de forjado.



5.5.5.2 Verificación de POES pos-operacionales

a) Instalaciones

Los resultados en la Figura 33 muestran los puntos que se verificaron y el porcentaje de cumplimiento.

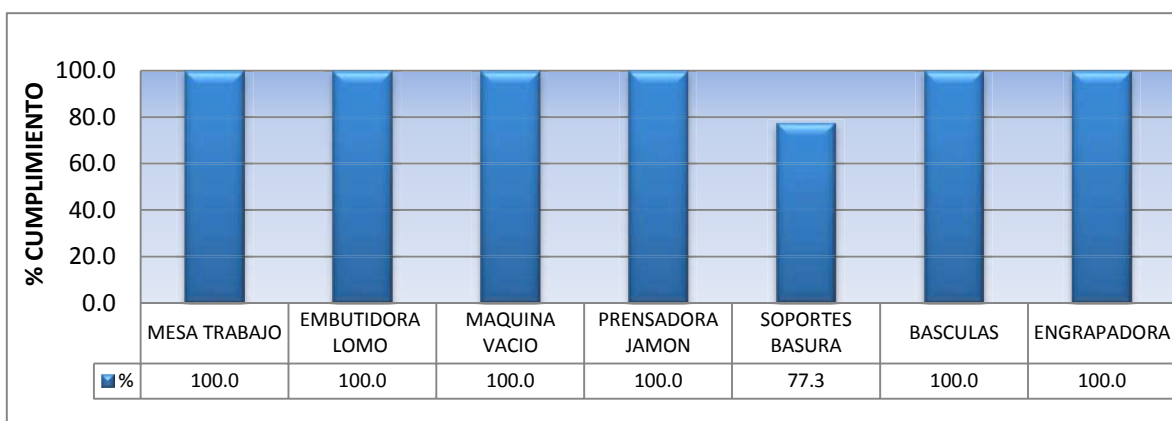
Figura 33. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con las instalaciones del área de forjado.



b) Equipo

El área contaba con los siguientes equipos: mesa de trabajo, embutidora de lomo, máquina de vacío, prensadora de jamón, soportes de basura, básculas y engrapadora. Los resultados en la Figura 34 muestran los puntos que se verificaron y el porcentaje de cumplimiento.

Figura 34. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con el equipo en el área de forjado.



5.5.6 Verificación de POES del área de inyección

5.5.6.1 Verificación de POES pos-operacionales

a) Instalaciones

Los resultados en la Figura 35 muestran los puntos que se verificaron y el porcentaje de cumplimiento.

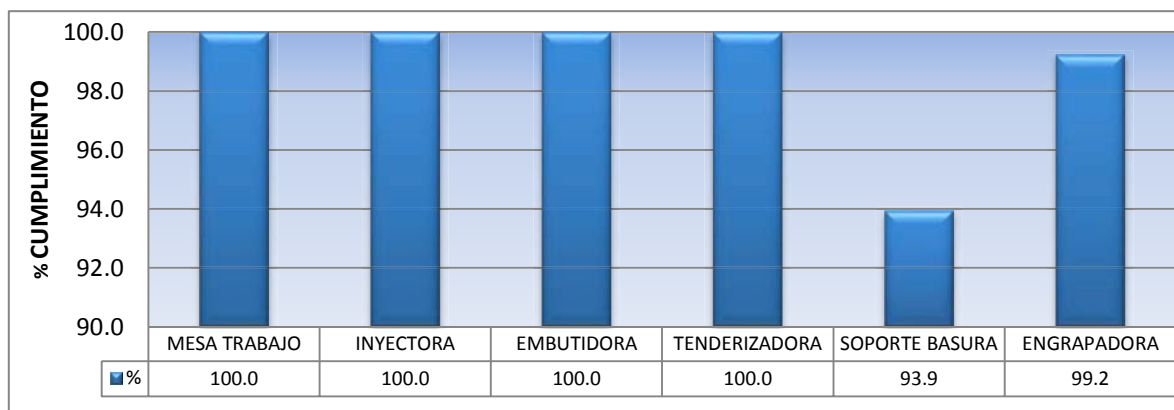
Figura 35. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con las instalaciones del área de inyección.



b) Equipo

El área contaba con los siguientes equipos: mesa de trabajo, inyectora, embutidora, tenderizadora, soportes de basura y engrapadora. Los resultados en la Figura 36 muestran los puntos que se verificaron y el porcentaje de cumplimiento.

Figura 36. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con el equipo en el área de inyección.

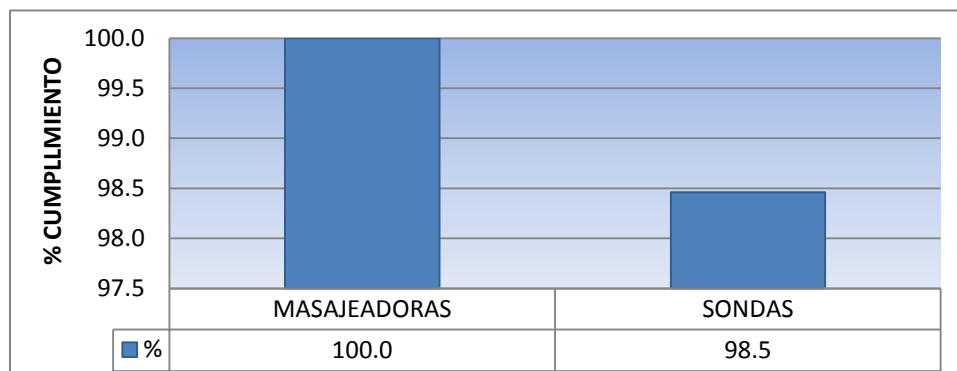


5.5.7 Verificación de POES del área de masajeo y curación

5.5.7.1 Verificación de POES operacionales

En las verificaciones realizadas durante el periodo de seis meses se evaluó el cumplimiento del lavado y desinfección de masajeadoras y sondas. Los resultados en la Figura 37 muestran los puntos que se verificaron y el porcentaje de cumplimiento.

Figura 37. Porcentaje de cumplimiento de POES operacionales en el área masajeo y curación.

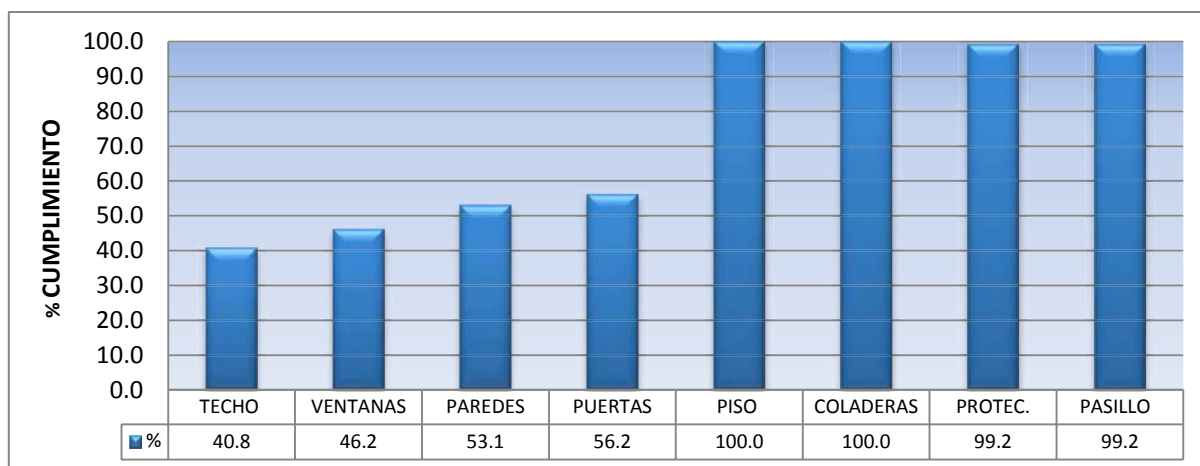


5.5.7.2 Verificación de POES pos-operacionales

a) Instalaciones

Los resultados en la Figura 38 muestran los puntos que se verificaron y el porcentaje de cumplimiento.

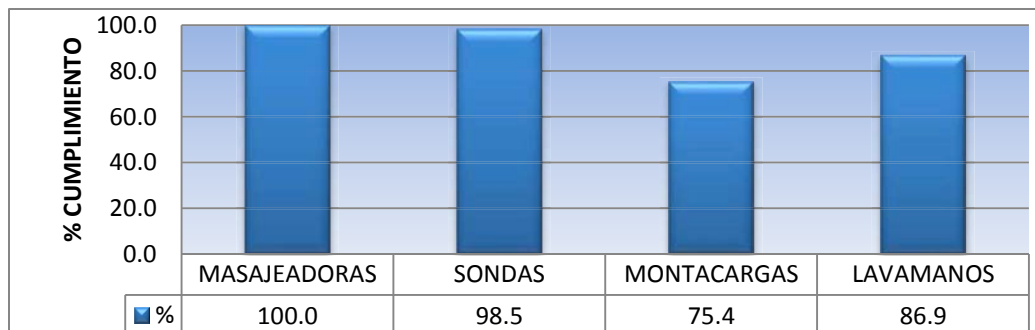
Figura 38. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con las instalaciones del área de masaje y curación.



b) Equipo

El área contaba con los siguientes equipos: masajeadoras, sondas, lavamanos y montacargas. Los resultados en la Figura 39 muestran los puntos que se verificaron y el porcentaje de cumplimiento.

Figura 39. Porcentaje de cumplimiento de POES pos-operacionales relacionados con el equipo en el área masaje y curación.



De acuerdo a los resultados obtenidos en la verificación de POES en general se puede decir que dentro de las principales desviaciones observadas se encontraron: la falta de seguimiento en los procedimientos y organización por parte del personal operativo, el desperdicio de los recursos como agua y detergentes, la utilización de materiales inadecuados, entre otras; desviaciones que se corrigieron a lo largo del periodo cada que se presentaba una incidencia. Por otro lado, se encontró que las áreas que tuvieron un mayor porcentaje de no cumplimiento fueron: inyección (38%), masajeo y curación (24.17%) y lavado de equipo (23.68%). En áreas como inyección y masajeo/curación las principales desviaciones estaban relacionadas con la aplicación inadecuada de los procedimientos en relación con la limpieza de techos y paredes; por lo que fueron las áreas con mayores acciones correctivas, es decir, se proporcionaba el apoyo por parte del personal de sanidad con el objetivo de cumplir con la limpieza y desinfección en aquellas áreas o instalaciones que no se cubrían de manera habitual durante la jornada. En el caso del área de lavado de equipo, la requisición de materiales por parte del área de producción se realizaba de manera continua por lo que algunos materiales no siempre estaban disponibles para su limpieza, lo cual, dificultaba cumplir con los procedimientos establecidos; aun así, se programó con base en un calendario la limpieza de esos materiales cuando estuvieran disponibles y se le daba una rotación a dicho material para que se utilizara el limpio y no el sucio.

En un diagnóstico realizado por Rosas (2008), previo a elaborar un Programa de Prácticas de Higiene y Sanidad en una empacadora TIF encontró resultados de cumplimiento de 50% en los procedimientos de limpieza y desinfección, lo anterior lo atribuyó a la falta de capacitación del personal con respecto a la limpieza y desinfección de las instalaciones y equipos. Es importante realizar una capacitación objetiva y de manera continua para concientizar al personal en la aplicación correcta de los procedimientos, ya que, como lo menciona Rosas (2008) un programa efectivo de higiene y sanidad puede prevenir muchos riesgos, reduce la posibilidad de ocasionar daños a la salud del consumidor además de que la limpieza y desinfección regular en los equipos e instalaciones minimizan notablemente el gasto de energía y los costos por mantenimiento.

Además, Mendoza (2009) recomienda establecer talleres de capacitación dirigida a todo el personal los cuales se deben programar de manera periódica, así como establecer pláticas

introductorias sobre BPM al personal de nuevo ingreso. Por otro lado, el personal supervisor debe recordar a los empleados las actividades que sí están permitidas para que su conducta se vaya adecuando a un comportamiento aceptable y no sólo mejoren cuando se les supervise.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la evaluación de la materia prima cárnica indican que se cumplió en un 80.9% con los requisitos de temperatura establecidos por la NOM-008-ZOO-1994. Lo cual significa que existieron ocasiones en las que no se encontraba dentro de los límites establecidos; sin embargo, este fenómeno se presentó durante los primeros 3 meses del periodo y se corrigió posteriormente.

En relación con los diferentes parámetros de calidad de la canal evaluados, se pudo apreciar que los valores estuvieron dentro de los parámetros establecidos por la empresa así como con los recomendados en el Pliego de condiciones para el uso de la Marca Oficial México Calidad Suprema en carne de cerdo. Por otro lado, la firmeza de la carne, el marmoleo y la conformación de la canal cumplieron con lo descrito en la NMX-FF-081-2003 "Productos pecuarios. Carne de porcino en canal. Calidad de la carne. Clasificación". Sin embargo, el color de la carne y la consistencia de la grasa se encontraron fuera de especificación de acuerdo a lo descrito en la misma norma. Los resultados inherentes a las mediciones morfométricas en la canal a través de los gráficos de media y rango indican que todos los valores obtenidos de estas mediciones estuvieron fuera de control, mismo caso que se presentó con respecto al peso de la canal caliente y el peso de la pierna; por lo que es importante identificar las causas asignables a la variación de estas variables si es que se quiere controlar el proceso en caso de buscar establecer criterios de aceptación.

Los valores de la determinación de cloro residual libre y pH del agua potable proveniente de la red pública luego de haber pasado por el sistema de filtración utilizado en el establecimiento cumplieron con lo descrito en la modificación a la NOM-127-SSA-1994 "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", sin embargo hubo ocasiones en las que los niveles de cloro en cisterna no estaban dentro de los valores establecidos en la normativa, por lo que se corrigieron de manera inmediata a través de diferentes tratamientos.

Con respecto a la verificación de BPM relacionadas con el personal, las instalaciones y el control de procesos, se encontró que el porcentaje de cumplimiento fue de 90.07%, además

se detectó que las áreas con mayor incumplimiento fueron las áreas de despiece, secaderos, pastas e inyección y forjado. La mayoría de las desviaciones estuvieron relacionadas con malos hábitos personales, así como con el orden y la limpieza de las diferentes áreas. Por lo que es necesario trabajar sobre las desviaciones o malos hábitos que se presentan de manera rutinaria a través de capacitación continua.

En cuanto a la verificación de POES, se puede concluir que las áreas que presentaron un porcentaje con mayor incumplimiento fueron: inyección (38%), masajeo y curación (24.17%) y lavado de equipo (23.68%). Entre las desviaciones encontradas se incluyen la aplicación inadecuada de los procedimientos en la limpieza de las áreas y/o equipos, la falta de organización y el desperdicio de recursos; por lo que se considera importante trabajar sobre esos aspectos a través de un programa de capacitación con el objetivo de concientizar al personal en la aplicación adecuada del programa POES.

A través de lo obtenido en el presente trabajo comprendí la importancia del desempeño de un Médico Sanitarista en las actividades relacionadas con la verificación, evaluación y supervisión de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y de los Procedimientos Operacionales Estándar de Sanidad (POES); por lo que puedo concluir que son una de las herramientas principales para la prevención de la contaminación en cualquier etapa del proceso. La verificación sanitaria permite identificar las desviaciones o incumplimientos, de esta manera se disminuyen y previenen los riesgos asociados a la contaminación de alimentos.

7. RECOMENDACIONES

Algunas sugerencias para mejorar los diferentes aspectos evaluados en el presente trabajo son las siguientes:

-Retroalimentar a la empresa con base en los hallazgos encontrados con el objetivo de detectar áreas de oportunidad y mejora. El área de Recursos Humanos en dicha empacadora es la responsable de coordinar, evaluar e implementar las capacitaciones al personal operativo, es por ello, que se sugiere a dicho departamento desarrollar un calendario de capacitación en materia de BPM y POES que se lleve a cabo de manera objetiva y sistemática basándose en las desviaciones más frecuentes para que de esta manera se corrijan dichos problemas a través de un sistema de mejora continua. Asimismo, se recomienda promover la participación del personal para buscar una mejor obtención de los resultados.

-Dar seguimiento a la evaluación de la calidad de la canal y con base en los resultados obtenidos realizar un proceso de retroalimentación hacia la granja con el objetivo de identificar posibles causas de variación a lo largo del proceso, para de esta manera cumplir con la premisa de la mejora continua de la calidad.

8. BIBLIOGRAFÍA

- 1.-DGIAAP-SENASICA. (2008) Actualización del Manual de Inspección Sanitaria en Establecimientos de Sacrificio Tipo Inspección Federal (TIF). México. Archivo P.D.F.
- 2.-López. P.J. y Munguía V. M. P. (2011) Manual práctico de la asignatura de Taller de control de calidad de alimentos de origen pecuario. Sección de Medicina Preventiva y Disciplinas de Apoyo. Departamento de Ciencias Pecuarias. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México.
- 3.-DGIAAP-SENASICA (2008) Manual de Buenas Prácticas de Manufactura y Procedimiento Operacional de Sanitización Estándar para la Industria Empacadora no TIF de Carnes Frías Y Embutidos, Servicio Nacional de Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Distrito Federal, México. Archivo P.D.F.
- 4.-Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2008) Buenas Prácticas para la industria de la carne. Roma, Italia. Archivo P.D.F.
- 5.-Navarro, A. I. (2012) Buenas Prácticas de Higiene en la Inspección de Productos Cárnicos. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Distrito Federal, México. Archivo P.D.F.
- 6.-NMX-FF-081-2003 Productos pecuarios. Carne de porcino en canal-calidad de la carne-clasificación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 17 de febrero de 2003.
- 7.-NOM-008-ZOO-1994 Especificaciones zoosanitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., 16 de Noviembre de 1994 y modificación publicada el 10 de Febrero de 1999.
- 8.- Daniel W. (2006) Bioestadística base para el análisis de las ciencias de la salud. 4ª Edición.LIMUSA WILEY México DF.

9.- Modificación a la NOM-127-SSA1-1994 "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización". Diario Oficial de la Federación, México, D.F., 22 de Febrero del 2000.

10.- NOM-251-SSA1-2009 Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., 8 de Diciembre del 2009.

11.- <http://www.senasica.gob.mx/?id=743> (Artículo informativo. Establecimientos tipo inspección federal) consultado el 24 de Abril del 2015 a las 20:00h.

12.-NOM-009-ZOO-1994 Proceso sanitario de la carne. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., 16 de Noviembre de 1994 y modificación publicada el 31 de Julio del 2007.

13.-NOM-213-SSA1-2002, Productos y servicios. Productos cárnicos procesados. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., a 25 de Abril del 2005.

14.- NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria. . Diario Oficial de la Federación, México, D.F., 14 de Febrero de 2014.

15.-United States Department of Agriculture, Agricultural Marketing Service Livestock and Seed Division. January 14, 1985, United States Standards for Grades of Pork Carcasses, USA.

16.-Reglamento de la Ley Federal de Sanidad Animal. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., 21 de Mayo del 2012.

17.-Ley Federal de Sanidad Animal. Diario Oficial de la Federación. México D.F., 7 de Junio del 2012.

18.-Criterios para el cumplimiento de los requisitos establecidos en la obtención de la certificación Tipo Inspección Federal (TIF). Acuerdo por el que se dan a conocer los

trámites inscritos en el Registro Federal de Trámites Empresariales que aplican la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y su sector coordinado y se establecen diversas medidas de mejora regulatoria. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., 23 de Julio de 1999.

19.-Galián M., (2007) Características de la canal y calidad de la carne, composición mineral y lipídica del cerdo Chato Murciano y su cruce con Ibérico. Efecto del sistema de manejo. Universidad de Murcia, Departamento de tecnología de los alimentos, nutrición y bromatología. España, Murcia.

20.[http://187.141.254.50/apps/ierm/faqs.nsf/90c9ef7d3fabe69886256fff00019e34/62cceb40aa9cf0c8625718f00787d51/\\$FILE/SC-INO-DBC-01.pdf](http://187.141.254.50/apps/ierm/faqs.nsf/90c9ef7d3fabe69886256fff00019e34/62cceb40aa9cf0c8625718f00787d51/$FILE/SC-INO-DBC-01.pdf) (Folleto informativo. Medio de enriquecimiento selectivo y diferencial para la detección de microorganismos del grupo coliformes en diversos productos y para investigar la presencia de *E. coli* por fluorescencia y prueba confirmativa por indol) consultado el 18 de junio del 2015 a las 20:19h.

21.-Samperio Manuel J. (2013) Manejo de la cadena de frío: Del campo a la mesa. *CarneTec*, Enero-Marzo 2013, 28-35.

22.- Braña, Vélez, Espinosa, Moctezuma, Pérez, Jolalpa, Martínez y Esparza (2012) Calidad en puntos de venta de carne. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP. Folleto técnico No. 22.

23.-Van E. (2001) Understanding pork quality. NC State University. Abril 2001, Volume 24, No. 3. EE.UU. North Carolina.

24.-http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-carne_porcina/96_canal.pdf (Texto informativo sobre la calidad de la canal porcina) consultado el 21 de Octubre del 2015 a las 20:00 h.

25.-García F. (1992) Calidad y rendimiento de la canal de cerdo. *Aspectos nutricionales. *Revista Mundo ganadero porcino*. 1992-7/.

26.-Flores J.A. (1978) Peso vivo y Rendimiento de la canal. En: Ganado porcino 2, Ed. Limusa S.A. de C.V 4ª Edición. México D.F. pp 846-848

27.-De Jesús A. (2008) Medición del espesor de grasa dorsal y área del ojo del lomo en canales de jabalí (*Sus scrofa L*): su relación con la cantidad de grasa y músculo. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía.

28.-Constanza, Angel y Caicedo (2008) Identificación de Salmonella y Escherichia coli en manos y guantes de manipuladores en planta de sacrificio y faenado de un municipio de Cundinamarca. Publicación científica en ciencias biomédicas. Vol. 6 No. 9 20-21. Colombia, Cudinamarca.

29.-Jimenez y González (1999) Lavado de manos. Un punto crítico en la seguridad alimentaria, revisión y recomendaciones. Instituto de Tecnología de Alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.

30.- Peláez F. (2012) Comportamiento productivo y características de la canal del cerdo criollo negro de la costa ecuatoriana en etapa de cebo bajo dos sistemas de producción y sexo. Departamento de producción animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Cordoba. Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

31.- Doris D. (2008) “Caracterización de la canal y la carne del criollo y de los productos cárnicos en el departamento de tumbes-perú”. Departamento de higiene y tecnología de los alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de León. Tumbes, Perú.

32.- Viguera, Peinado, Robina, Ruiz y Nápoles (2009) Efecto de la estirpe Duroc utilizada en los cruces de cerdo ibérico sobre la calidad de la canal y de la carne. AIDA (2009), XIII Jornadas sobre Producción Animal, Tomo II, 505-507. Disponible en: http://www.aida-itea.org/aida-itea/files/jornadas/2009/comunicaciones/2009_CdP_07.pdf. Consultado el 13 de Julio del 2016 a las 21:42 h. Pozuelo de Alarcón, España.

33.- Fuentetaja, Gómez, Mateos, Medel y Latorre (2005) Ensayos del centro de pruebas de porcino: fase de cebo. Instituto tecnológico agrario, Junta de castilla y león. Archivo P.D.F.

- 34.- Edberg, Allen y Smith (1991) Método de Tecnología Definida de Substrato para el Conteo Simultáneo Rápido y Específico de los Coliformes Totales y la Escherichia Coli del Agua. Journal Association Official Analytical Chemists, Vol.74 No. 3 1991.
- 35.-PIC, (1997). Meat Quality. Understanding industry measurements and guidelines. PIC, pring, 1997, Franklin, Kentucky.
- 36.- Braña, Ramírez, Rubio, Sánchez, Torrescano, Arenas, Partida, Ponce y Ríos (2011) Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne. Centro de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Folleto Técnico No.11.
- 37.- Moctezuma, Espinoza, Pérez, Jolalpa y Vélez (2012) Calidad de la carne fresca de res y cerdo, estudio de 10 rastros Tipo Inspección Federal (TIF). 13er. Congreso Nacional de Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria. Universidad Autónoma de Chapingo. Memoria electrónica.
- 38.-Sanchez, Munguía, Cedillo, Rivera, Díaz y Hernández (2014) Estimación de la incidencia de carne PSE en cerdos sacrificados en Sonora utilizando técnicas objetivas y subjetivas para la evaluación de la calidad. Ciudad Obregón, Sonora, México.
- 39.-Maldonado D. (2015) Desarrollo de un patrón para la evaluación del color de la carne de cerdo en México (Tesis de maestría). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- 40.-Braña, Ángeles, Loeza, Ángeles y Cuarón (2001) Somatotropina recombinante en la finalización de cerdos en condiciones climáticas. Centro de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP-SAGARPA. Ajuchitlán, Qro. México.
- 41.- Campion, D. S. (2013) Calidad de la carne porcina según el sistema de producción [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en:<http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/calidad-carne-porcina-produccion.pdf>. Consultado el 25 de abril del 2016 a las 10:37 h.

- 42.- Wood, J. D., R. I. Richardson, G. R. Nute, A. V. Fisher, M. M. Campo, E. Kasapidou, P. R. Sheard, and M. Enser. (2003) Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Sci.*66:21-32.
- 43.- Nishioka, T. and M. Irie. (2006) Fluctuation and criteria of porcine fat firmness. *Anim. Sci.*82:929-935.
- 44.- Hugo, A. and E. Roodt. (2007) Significance of porcine fat quality in meat technology: A review. *Food Rev. Inter.* 23:175-198.
- 45.- Lanz G. (2008) Influencia de la tasa de crecimiento y de una secuencia de cambio de perfil de ácidos grasos, de la dieta sobre el mérito de la canal y de la calidad de la carne de cerdo (tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México.
- 46.-Rebollar S. (2014) Óptimos técnicos y económicos en cortes de carne de cerdo, en dos regiones de México. *Revista Agronomía Mesoamericana* 25(1):161-168. 2014.
- 47.-http://www.mexicocalidadsuprema.org/assets/galeria/PC_002_2004_Cerdo.pdf consultado el 27 de abril del 2016 a las 15:00h.
- 48.- Mateos A. (2004) El cerdo ibérico. Factores que influyen en el crecimiento y las características de la canal. *Ganadería* 29, 42-47.
- 49.-Álvarez D. (2002) Influencia de las condiciones ante mortem y la tecnología del sacrificio sobre la calidad de la carne porcina (Tesis de doctor). Universidad de Murcia.
- 50.- Martín S. (2012) El cerdo ibérico y el arte en España. Universidad Internacional de Andalucía.
- 51.- Juárez C. (2010) Aplicación de un programa de capacitación en buenas prácticas de manufactura en una empacadora de productos cárnicos de la ciudad de México (Tesis). Universidad Nacional Autónoma de México.

52. <http://congreso.fmvz.unam.mx/pdf/Memorias%20de%20carteles/IDENTIFICACION%20DEL%20RIESGO%20BIOLÓGICO%20LISTERIA%20MONOCYTOGENES%20EN%20LA%20LÍNEA%20DE%20PROCESO%20DE%20la%20SALCHICHA%20VIENA,%20EN%20UNA%20PLANTA%20PROCESADORA%20UBICADA%20EN%20LA%20ZONA%20METROPOLITANA%20DE%20LA%20CIUDAD%20DE%20MÉXICO.pdf> consultado el 02 de mayo del 2016 a las 12:05h.

53.-Díaz, Cardona, Sánchez, Leyva, Ferrer, Hernández y Díaz (2013). Riesgos higiénico sanitarios de la elaboración alimentos en instalaciones hospitalarias. Revista cubana de alimentación y nutrición. Volumen 23. Número 1 (Enero – Junio del 2013):65-81.

54.- Rosas A. (2008) Programa de prácticas de higiene y sanidad en una empacadora Tipo Inspección Federal (TIF) de productos cárnicos cocidos en Tlaxcoapan, Hidalgo, México (Tesis). Universidad Nacional Autónoma de México.

55. http://foodsafety.neogen.com/pdf/NSF_Summary-AP-Advanced.pdf (Texto informativo sobre la técnica de luminiscencia) consultado el 5 de mayo del 2016 a las 12:00 h.

56.- Illescas, Ferrer y Bacho (2012) Porcino guía práctica. Madrid, España.

57.- Santana A. (2008) Medición del espesor de grasa dorsal y área del ojo del lomo en canales de jabalí (*Sus scrofa L*): su relación con la cantidad de grasa y músculo (Tesis). Universidad Austral de Chile.

58.- González E. (1997) Identificación de microorganismos indicadores de manejo en carne de cerdo fresca y congelada (Tesis). Universidad Nacional Autónoma de México.

59. <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Materiales/Investigacion/Proyectos%20de%20Investigacion/Evaluacion%20Parametros%20Calidad%20Carne%20Cerdo%20pH%20y%20conductividades%20electricas.pdf> Consultado el 15 de enero del 2017 a las 19:43 h.

60.- Flores, Rodas, Leal, Rodas, Aranguren, Román y Ruíz (2009) Efecto de la condición sexual y pesos al sacrificio sobre las características de la canal y la calidad de la carne de cerdo. Revista Científica [en línea] 2009, XIX (Marzo-Abril). Consultado el 28 de junio de 2016 a las 23:26 h. Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95911642010>>ISSN 0798-2259

61.- Álvarez y Acurero (1988) Características y apreciación de calidad de la canal del cerdo. Revista de difusión de tecnología agrícola y pesquera del FONAIAP [en línea] Abril-Junio 1988 (28). Consultado el 30 de junio del 2016 a las 22:45 h. Disponible en: http://sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd28/texto/caracteristicas.htm

62.- Mora M. (2013) Características de la canal y la pierna de ovino. Departamento de ciencias pecuarias. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (en línea). Consultado el 30 de junio del 2016 a las 23:51 h. Disponible en: http://reunionpecuaria2015.inifap.gob.mx/Archivos/Memorias/Reuni%C3%B3n_2013.pdf

63.- Jiménez, Braña, Partida, Alfaro, Soto y Torres (2013) Evaluación de la calidad en la canal caprina. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP. Consultado el 12 de julio del 2017 a las 21:55. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/MANUALES%20INIFAP/Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20Calidad%20en%20la%20Canal%20Caprina.pdf>

64.- Andujar (2000) Cambios de coloración de los productos cárnicos. Rev. Cubana Aliment Nutr 2000; 14 (2): II 4-23. Consultado el 15 de julio del 2016 las 20:27 h. Disponible en URL: www.sld.cu/revistas/ali/vol14_2_00/ali07200.pdf

65.- Mendoza I. (2009) Análisis del comportamiento y evaluación del cambio de actitud del personal que labora en una empresa dedicada a la preparación de alimentos después de impartirles recomendaciones sobre el cumplimiento de buenas prácticas de manufactura (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México.