



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE

MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

CUAUTITLÁN

**"DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES CRÍTICOS DE
CARGAS BACTERIANAS (CUENTA ESTÁNDAR DE
MESÓFILOS) EN CARNE DE CERDO FRESCA Y
CONGELADA".**

T E S I S

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

P R E S E N T A :

JOAQUÍN RIVERA QUIROZ

ASESOR : M. V. Z. JORGE LÓPEZ PÉREZ.

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO DE MÉX.

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

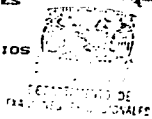
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVANZA II
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES



ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:
"Determinación de los límites críticos de cargas bacterianas (campa pasteurizada de quesillos)
en carne de cerdo fresca y congelada",

que presenta el pasante: Joaquín Rivera Quiroz
con número de cuenta: 0612350-3 para obtener el TÍTULO de:
Médico Veterinario Zootecnista.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 12 de Noviembre de 1995

PRESIDENTE MZ. Jorge López Pérez
VOCAL MZ. Hiram Gutiérrez Revoyato
SECRETARIO MZ. Dora Luz Pantola Carrillo
PRIMER SUPLENTE MZ. Martha Elizabeth Pérez Arias
SEGUNDO SUPLENTE MZ. Marco Antonio Mendoza Saavedra

**"ES MEJOR DECIR POCAS PALABRAS
PONIENDO EN ELLAS EL CORAZÓN,
QUE DECIR MUCHAS PALABRAS
QUE NO SALGAN DEL CORAZÓN".**

Cristobal Marlowe

**"LOS OJOS
QUE HAN LLORADO MUCHO
VEN MEJOR".**

Kathlen Mansfield.

AGRADECIMIENTOS.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y muy en especial a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, por brindarme la oportunidad de realizarme como profesionista y persona.

A los MVZ. Jorge López Pérez y Dora Luz Pantoja Carrillo, por su amistad, confianza, apoyo y comprensión desinteresados en las etapas difíciles de la elaboración de este trabajo.

Con todo el mérito que se merece al Ing. Juan Garibay Bermudez, por el apoyo brindado en el diseño estadística y análisis de resultados de este trabajo.

A la LN Adriana Llórente Bousquet por sus valiosas aportaciones en cuanto a información teórica y técnica en el aspecto microbiológico para desarrollar la tesis.

A todas aquellas personas que me brindaron su apoyo en algún momento dado, por que sin él no se hubiera logrado el trabajo.

A todos mis amigos y compañeros, por la convivencia, las experiencias y los momentos inolvidables que pasamos juntos y que nos impulsaron a seguir adelante.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Francisco y Juana, que gracias a sus sacrificios, desvelos y confianza han logrado sacar adelante a otro de sus hijos, quien con orgullo y respeto les rinde un pequeño pero muy merecido tributo a través de este trabajo. Y les recuerdo que los quiero mucho.

A mis hermanos:

Martin, Juan, Alfredo y Sandra, con cariño y admiración, ya que cada uno de manera muy particular han aportado experiencias que me han servido para formarme como persona.

A todos ellos les brindo mi más sincero agradecimiento y cariño.

INDICE.

PAG.

RESUMEN	
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 H. A.C.C.P	3
2.1.1 Concepto	3
2.1.2 Historia	3
2.1.3 Características	4
2.1.4 Definición	5
2.1.5 Los siete principios básicos	6
2.2 Composición química de la carne	12
2.2.1 Composición General	13
2.2.2 La carne como sustrato para microorganismos	17
2.3 Microecología de la carne	18
2.3.1 Factores intrínsecos al alimento	19
2.3.2 Factores extrínsecos al alimento	29
2.4 Microflora de la carne	34
2.4.1 Microorganismos propios de la carne	34
2.4.2 Microorganismos contaminantes de la carne	35
3. OBJETIVOS	38
4. MATERIAL Y MÉTODOS	39
4.1 Materiales	39
4.2 Aparatos e instrumentos	40

4.3 Reactivos y medios de cultivo	40
4.4 Método	40
4.5 Procedimiento	42
43	43
5. RESULTADOS
5.1 Medidas de tendencia central y de dispersión para todos los cortes de cada tratamiento	43
5.2 Medidas de tendencia central y de dispersión por grupo de tratamiento	47
5.3 Correlaciones lineales simples	48
5.4 Correlaciones múltiples	54
5.5 Comparación de medias	56
5.6 Diseño completamente al azar	62
6. DISCUSIÓN	68
7. CONCLUSIONES	75
8. RECOMENDACIONES	76
9. BIBLIOGRAFÍA	77

RESUMEN.

El examen microbiológico de los alimentos para detectar en ellos una serie de microorganismos patógenos y sus toxinas es imperativo de manera rutinaria, siempre que la información epidemiológica o de otro tipo de que se disponga sugiera o haga pensar en la presencia de uno o varios agentes patógenos, como sería el caso de la carne. De no contar con la información adecuada, un recuento de la flora aeróbica mesófila puede constituir una referencia valiosa, por ser el más comúnmente utilizado para indicar la calidad sanitaria de los alimentos y en particular en este caso para la carne de cerdo. Aun cuando existen laboratorios en la industria que cuentan con métodos sensibles montados, es factible que no puedan contar con las facilidades y capacidades técnicas precisas para llevar a cabo estas pruebas.

Con este trabajo se pretendió determinar la Cuenta Estandar de Mesófilos en la carne de cerdo con la finalidad de establecer los límites críticos de tolerancia para controlar un riesgo sanitario de tipo microbiológico; al mismo tiempo se determinaron la temperatura y el pH para tratar de establecer si estos factores ejercen una influencia directa sobre el conteo estándar de mesófilos, con la finalidad de ser utilizados como una opción de verificación rápida, ambos enmarcados en el contexto de implementación del HACCP en una empacadora.

El muestreo utilizado fue de tipo probabilístico estratificado, obteniéndose 30 muestras de diferentes partes de la canal. Dicho muestreo se realizó en una planta empacadora ubicada al noreste del Distrito Federal, en tanto que las determinaciones microbiológicas se hicieron en el Laboratorio de Medicina Preventiva (L-811 y L-812) de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, U.N.A.M.; empleando el método establecido en la: NOM-110-SSA1-1994 Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico y NOM-092-SSA1-1994 Método para cuenta de bacterias aerobias en placa.

En el caso de la temperatura y el pH, las lecturas se tomaron en el mismo sitio de muestreo y directamente del producto empleando potenciómetro para carnes y termómetro de aguja con sensibilidad de -20 a 100 °C.

Los resultados obtenidos se analizaron utilizando estadística descriptiva, determinando mínimos, máximos, media y desviación estándar para las tres variables en estudio; así como estadística analítica empleando correlación lineal simple y múltiple; comparación de medias con muestras independientes y diseño completamente al azar desbalanceado con prueba Tukey. Todo ello con apoyo en la aplicación del paquete estadístico SAS.

Se obtuvieron resultados para las tres variables: conteos bacterianos, temperatura y pH, tanto en su análisis por separado como en conjunto al correlacionarlos entre sí.

Se concluye que para este estudio en particular la temperatura y el pH, se deben considerar puntos críticos, y que por lo tanto se debe efectuar su monitoreo de manera rutinaria para evitar la pérdida del control de estos.

1. INTRODUCCIÓN

La carne es uno de los alimentos más importantes de la dieta debido a su alto valor biológico, el cual está dado por su composición química general de un 75% de agua y un 25% de sólidos, de los cuales el 20% son proteínas y el resto extractivos y sólidos inorgánicos. (9,25)

Gracias a esta riqueza nutritiva, la carne resulta ser un excelente medio de cultivo para el desarrollo de muy diversos grupos de microorganismos, los que aprovechan los compuestos químicos de la carne siempre y cuando el ambiente prevalente sea el adecuado para ellos, esto es, temperatura, ph, humedad, presencia o ausencia de aire, flora competitiva, etc.

Los hongos y las levaduras ocasionan problemas en la industria cárnica, pero son las bacterias las que provocan con mayor frecuencia descomposición en la carne fresca y productos derivados, además; en México no existe información confiable acerca de los valores que con frecuencia se pueden encontrar sobre las cuentas bacterianas. Aunque existen varias pruebas aplicables, la más importante es la cuenta total de mesófilos pues su resultado aporta un indicador claro sobre el grado de contaminación, de aquí la importancia de determinar los límites críticos de cargas bacterianas que garanticen una calidad sanitaria adecuada de la carne y sus derivados (9, 12,26).

Las bacterias se encuentran ampliamente difundidas en el ambiente, por lo tanto resulta lógico pensar que las podemos encontrar en cualquier fase de la producción de un alimento; lo que se agrava por que en nuestro país no contamos aún con sistemas efectivos para su prevención, sino que, siempre se trata de solucionar el problema cuando este ya está presente; además de que generalmente tales medidas no son integrales y no contemplan la cadena de producción completa (11,12,25).

En la actualidad con la entrada de México al Tratado de Libre Comercio, la industria cárnica nacional debe adoptar políticas tendientes a incrementar la calidad, e incluso el llegar a la calidad total para que estos productos puedan competir tanto en los mercados nacionales como extranjeros (14,15).

Una alternativa viable para alcanzar dicha calidad, es el Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (HACCP por sus siglas en inglés), ya que éste es un método con enfoques

sistemáticos y preventivos para garantizar la seguridad de los alimentos. Al mismo tiempo de ser una concepción que reúne las características de ser sistemática, integral, racional, continua, previsor y organizada (10,15).

En este marco se plantea la realización de este trabajo como parte del punto IV (límites críticos) del sistema HACCP en una industria cárnica de la ciudad de México.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 HACCP

2.1.1 CONCEPTO.

El Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos (A.R.I.C.P.C.) o HACCP, por sus siglas en inglés (Hazard Analysis and Critical Control Points) es un sistema cuya finalidad es prevenir y controlar todos los riesgos que se puedan presentar en la cadena de producción completa de un alimento asegurando que mantenga su valor nutritivo y su inocuidad (23).

2.1.2 HISTORIA.

El Análisis de Riesgo, Identificación y Control de Puntos Críticos surge en los años sesenta en los Estados Unidos, y fue desarrollado por la Compañía Pillsbury en cooperación y participación con la NASA, las Fuerzas Armadas y la Fuerza Aérea de ese país, como una alternativa enfocada a controlar de manera integral los alimentos empleados por el ejército y los programas espaciales, ya que éstos debían reunir dos características esenciales: ser de la mejor calidad posible desde el punto de vista nutricional y desde el punto de vista de inocuidad (10,15, 23).

Este método ha sido empleado desde 1971 por la compañía Pillsbury y en las décadas de los años 70 y 80 empezó a difundirse en los Estados Unidos. Sin embargo no fue sino hasta 1985 que el sistema HACCP se consideró seriamente para ser aplicado de manera extensiva en su industria de alimentos y en ese mismo año es recomendado por la Academia Nacional de Ciencias, cuyo comité concluyó que es un sistema preventivo esencial, especialmente para el control de riesgos microbiológicos. Desde entonces se ha difundido a nivel mundial y diversas organizaciones como la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos), la OMS (Organización Mundial de la Salud) y la OPS (Organización

Panamericana de la Salud) han sugerido e impulsado su aplicación para el control en la elaboración de alimentos. La difusión del programa en América Latina inicia con la impartición de cursos y pláticas sobre HACCP en Cuba, República Dominicana y México y también empieza a ser considerado dentro de ciertos referentes internacionales, como es el caso de su inclusión en el *Codex Alimentarius* para alimentos enlatados de baja acidez (10,15,23).

2.1.3 CARACTERÍSTICAS

"El desarrollo de este sistema se baso en el concepto de prevención primaria en salud, que busca hacer lo necesario antes de que se presente la enfermedad" (23).

En general, esta concepción reúne las siguientes características: Es sistemática, integral, racional, continua, previsor y organizada. Contempla la cadena de producción completa de un alimento, desde el productor de la materia prima, los ingredientes, los productos alimenticios, las condiciones de proceso, manejo, almacenaje, empaque y distribución hasta el uso por el consumidor y busca, mediante el análisis, discriminar lo realmente importante o relevante de lo intrascendente. De tal manera que en todas las etapas mencionadas se determinan aquellas operaciones que deben mantenerse bajo estricto control para asegurar que el producto final cumpla las especificaciones microbiológicas y fisicoquímicas establecidas (10, 14,23).

"Los objetivos buscados por el planteamiento son los de lograr la inocuidad del alimento, mejorando la calidad y disminuyendo las pérdidas al mínimo posible; en otras palabras, pretende encontrar la forma de que el alimento no sea dañino al consumidor, cubriendo alguna o varias de las opciones siguientes para riesgos microbiológicos, según requiera el caso:

- a) Evitar la contaminación,
- b) Controlar el desarrollo de los contaminantes microbianos.
 - 1. Limitando su multiplicación o,
 - 2. Destruyéndolos,

para asegurar así que no se deteriore el alimento" (23)

2.1.4 DEFINICIONES.

Para la mejor comprensión del Sistema HACCP es necesario aclarar y manejar algunos conceptos importantes para su mejor aplicación.

- **PLAN HACCP**: Documento escrito que delinea el procedimiento formal que debe seguirse de acuerdo a estos principios generales.
- **SISTEMA HACCP**: Resultado de la implantación del plan así como de los principios HACCP.
- **RIESGO**: Cualquier propiedad biológica, química o física que pueda causar un daño sanitario inaceptable al consumidor.
- **CATEGORÍA DE RIESGO**: Una de seis categorías de priorización de riesgos basada en riesgos en alimentos
- **PUNTO CRÍTICO**: Cualquier punto o procedimiento en un sistema de alimentos específico en que la pérdida de control puede provocar un riesgo sanitario inaceptable.
- **LÍMITE CRÍTICO**: Una o más tolerancias prescritas (parámetros) que deben alcanzarse para asegurar que el control de un punto crítico efectivamente controle un riesgo sanitario microbiológico.
- **DESVIACIÓN**: Falla en alcanzar un límite crítico requerido para el control de un punto crítico.
- **MONITOREO**: Secuencia planeada de observación o medición de límites críticos, diseñada para producir un registro preciso y con la intención de asegurar que los límites críticos mantengan la seguridad del producto.

- **MONITOREO CONTÍNUO**: Registro ininterrumpido de datos, ejemplo: El registro gráfico de temperatura en proceso.
- **INGREDIENTE SENSITIVO**: Cualquier ingrediente históricamente asociado con un riesgo microbiológico conocido.
- **PUNTO EN CONTROL**: Cualquier punto en un sistema específico de alimentos en que la pérdida de control no conduce a un riesgo sanitario inaceptable
- **DEFECTO CRÍTICO**: Cualquier defecto que pueda provocar condiciones riesgosas o inseguras para individuos que usen y dependan del producto.
- **RIESGO SIGNIFICATIVO**: Postura moderadamente probable de causar un daño inaceptable a la salud.
- **CHEQUEO MOMENTÁNEO**: Pruebas suplementarias realizadas con base en el azar.
- **VERIFICACIÓN**: Métodos, procedimientos o pruebas usadas para determinar si el sistema HACCP es congruente con el plan HACCP" (23)

2.1.5 LOS SIETE PRINCIPIOS BÁSICOS PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO.

Quando el concepto HACCP fué presentado por primera vez en el año de 1971 en la Conferencia Nacional sobre Protección de Alimentos, el sistema estaba constituido por 3 principios básicos:

- Identificación y estimación de los riesgos asociados con el cultivo, cosecha, comercialización y preparación de alimentos.

- **Determinación de los puntos críticos de control de los riesgos identificados.**
- **Establecimiento de sistemas de monitoreo de los puntos críticos de control (10).**

Fue hasta el año 1982 cuando el Comité Nacional Consultivo sobre Criterios Microbiológicos para Alimentos describió los siete principios básicos para el HACCP, los cuales se mencionan a continuación:

1. Identificar, caracterizar, categorizar y validar los riesgos asociados con el cultivo, cosecha, materias primas e ingredientes, procesamiento, manufactura, distribución, mercadeo, preparación y consumo de un alimento.

Proporciona una evaluación sistemática de un alimento específico, de sus ingredientes o componentes para determinar el riesgo a partir de microorganismos peligrosos o sus toxinas. Este principio del análisis contempla los siguientes pasos

El primer paso consiste en realizar una lista de ingredientes que contiene el producto a elaborar, se describe brevemente el producto, identificando que uso se le dará. Además se debe preparar un diagrama de flujo que contemple todas las operaciones del proceso, desde la recepción de la materia prima hasta el consumo del producto *in situ* con el objeto de que refleje lo que en realidad ocurre en esa planta y con ese producto en particular. El diagrama de flujo se realiza en el lugar de proceso en detalle incorporando todas las características del proceso, del trabajo y no debe ser un modelo teórico ya que no correspondería a la realidad. Se deben identificar para cada proceso, operación e ingrediente si hay riesgo de una contaminación química, física o microbiológica, además de especificar las medidas preventivas para evitar que éstas se presenten.

El segundo paso consiste en la clasificación del alimento de acuerdo a 6 características, seguido de la asignación de categorías de riesgo que están basadas sobre el establecimiento de la caracterización.

Esta caracterización debe ser seguida por la asignación de categorías de riesgo basada en cuantas de las características en cuestión están presentes. Las categorías de riesgo se usan

para reconocer la probabilidad de peligro para ingredientes y en consecuencia, como deben tratarse o procesarse para reducir el riesgo para toda la producción y secuencia de distribución de un alimento.

Debemos caracterizar al alimento de acuerdo a las características de riesgo, identificándolos con letras de la A a la F, usando el signo más (+) para indicar un riesgo potencial, si el alimento tiene la característica y cero (0) si no lo tiene. El número de signos más (-) determinará la categoría del riesgo.

Características especiales.

-Riesgo A. Ubica a productos no estériles diseñados y destinados para consumo de poblaciones de alto riesgo, por ejemplo Infantes, ancianos, personas débiles o individuos inmunocomprometidos.

Características generales.

-Riesgo B. El producto contiene ingredientes "sensitivos" en términos de riesgo microbiológico.

-Riesgo C. La secuencia de proceso no contiene un paso controlado que destruya efectivamente microorganismos peligrosos.

-Riesgo D. El producto está sujeto a recontaminación después del procesamiento y antes del empaque.

-Riesgo E. Existe potencial sustancial para manejo excesivo en la distribución o en el manejo por el consumidor que podría provocar que el alimento sea peligroso cuando sea consumido.

-Riesgo F. No existe un proceso terminal de calentamiento después del empaque o cuando se prepare en casa.

La asignación de la categoría de riesgo se efectúa basada en la clasificación por caracterización de riesgo.

Categoría especial.

-Categoría VI. Se aplica a productos no estériles diseñados y destinados al consumo de poblaciones de alto riesgo (infantes, ancianos, enfermos, etc.). Deben considerarse las seis clases de características de riesgo.

Categorías generales.

-Categoría V Alimentos en que se encuentran presentes las características de B a F.

-Categoría IV Alimentos en que se encuentren presentes cuatro de las características generales

-Categoría III Alimentos en que se encuentren presentes tres de las características generales.

-Categoría II Alimento en que se encuentren presentes dos de las características generales

-Categoría I Alimento en que se encuentre presente una de las características generales

-Categoría 0. No hay riesgo.

El establecimiento de categorías de riesgo puede hacerse también para riesgos físicos o químicos que deben ser considerados si el alimento pudo haber sido expuesto a ellos

Y por último se deben validar esos riesgos desde un punto de vista estadístico, ya que esto nos indicará la relevancia o no del riesgo. Al inicio del desarrollo del programa HACCP será necesario por lo mismo realizar un muestreo lo más exhaustivo posible que permita establecer un comportamiento de los riesgos identificados, para que a partir de la información generada poder realizar la validación

Esto es muy importante, y para este estudio en particular, la carne es considerada un ingrediente sensitivo, ya que existe evidencia estadística de asociación con un riesgo microbiológico conocido (10, 23,35)

2. Determinar las medidas requeridas para el control de los puntos críticos asociados a los riesgos identificados.

El control de un punto crítico debe establecerse donde realmente se puede ejercer. Todos los riesgos identificados en el análisis deben controlarse en algún punto o puntos de una cadena

de producción del alimento, desde el cultivo y obtención de la materia prima hasta el consumo final del alimento.

El control de los puntos críticos debe localizarse en cualquier punto de la secuencia de proceso en que se requiera destruir o controlar microorganismos peligrosos.

Los tipos de control de puntos críticos puede incluir Cocción, enfriamiento, sanitización, control de formulación, prevención de contaminación cruzada, higiene del personal e higiene del medio entre otras.

3. Establecer los límites críticos (parámetros) que deben obtenerse para controlar cada punto crítico identificado.

Puede haber más de un límite crítico para el control de un punto crítico, si alguno de los límites críticos se sale de control, el control de punto crítico se perderá y se producirá un riesgo potencial. Los criterios más empleados para el establecimiento de límites críticos son Temperatura, tiempo, humedad, nivel de agua libre, pH, acidez titulable, conservadores, concentración de sal, cloruro disponible, viscosidad y en algunos casos características organolépticas como textura, aroma, apariencia, al igual que estos, otro criterio que es de suma importancia considerar son las cuentas bacterianas que nos sirven de base para la toma de decisiones en cuanto a la materia prima, al considerarse como una evidencia histórica desde el momento en que las establecemos como un comportamiento estadístico determinado (10,23,35)

4. Establecer procedimientos para monitorear el control de los puntos críticos.

Consiste en la observación o prueba programada del control de un punto crítico y sus límites, cuyos resultados deben ser documentados.

Es en esta etapa donde se aplican análisis físicos, químicos y microbiológicos de rutina. En general, los dos primeros, sobre todo los más simples pueden practicarse rutinariamente, mientras que los microbiológicos por el tiempo y costo requerido se vuelven imprácticos para esta etapa. Por lo anterior es recomendable trabajar sobre la base de los registros de

pruebas físicas y químicas de rutina para establecer una correlación con las posibles poblaciones microbianas (en términos cualitativos y cuantitativos), sobre todo si se relacionan con trabajos realizados previamente que permitan establecer el comportamiento histórico desde el punto de vista microbiológico.

Las pruebas físicas y químicas empleadas con más frecuencia para el monitoreo incluyen entre otras temperatura, tiempo, presión, pH, acidez real, eficiencia de sanitización (en el punto crítico de control), medidas preventivas específicas para contaminación cruzada, procedimientos específicos para el manejo de alimentos, contenido de agua libre y humedad relativa, así como sus diversas combinaciones (10,23,35). En el presente trabajo se desarrollaron los puntos 1, 3 y 4 del Sistema HACCP.

5. Establecer la acción correctiva a seguir cuando se identifique una desviación al monitorear el control de un punto crítico.

Su propósito es eliminar el riesgo actual o potencial producto de la desviación del plan y así asegurar al producto involucrado.

Las acciones correctivas deben establecerse para cada control de punto crítico dentro del plan HACCP y, al mismo tiempo, cada acción debe demostrar que ha llevado el control del punto crítico a niveles de seguridad. Tales acciones deberán ponerse por escrito e integrarse al plan HACCP, junto con las razones por las cuales se hace la corrección (10, 23,35).

6. Establecer sistemas efectivos de registro y archivo que documenten el plan HACCP.

Se debe contar con un expediente que contenga el plan HACCP, además de cualquier documentación relacionada con el control de puntos críticos, desviaciones críticas, acciones correctivas y disposición del producto. Partes de este expediente podrán ser consultadas por las autoridades sanitarias (registros de control de puntos críticos).

En forma general algunos registros que se pueden utilizar para el sistema HACCP son:

⇒ Registros de ingredientes.

⇒ Registros relacionados con el aseguramiento del producto.

- ⇒ Registros para el proceso.
- ⇒ Registros para el empaque.
- ⇒ Registros de almacenaje y distribución.
- ⇒ Archivo de desviación (10,23).

7. Establecer procedimientos para verificar (auditar) que el sistema HACCP está trabajando correctamente.

Esta verificación consiste en la aplicación de métodos, procedimientos y pruebas empleadas para determinar que el sistema HACCP está cumpliendo con el plan HACCP. En este caso deberán participar tanto las dependencias públicas involucradas como el productor y sirve para confirmar que se hayan identificado todos los riesgos al hacer el plan y/o que en la operación del plan, es decir al aplicar el sistema, en verdad se logre el aseguramiento del producto

Para ello se emplean mediciones físicas, químicas, organolépticas y pruebas de concordancia con los criterios microbiológicos establecidos en rutinas determinadas al azar y sin aviso previo (10, 23,35).

2.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARNE.

Carne no es sinónimo de musculatura, aunque en su mayor parte esté formada por ésta, como lo veremos a continuación

Carne es la estructura compuesta por fibra muscular estriada, acompañada o no de tejido conjuntivo elástico, grasas, fibras nerviosas, vasos linfáticos y sanguíneos de las especies bovina, porcina, ovina, caprina, equina, aves y leporidos para consumo humano (37).

2.2.1 COMPOSICIÓN GENERAL.

La carne se compone fundamentalmente de músculo y de cantidades variables de tejido conectivo de todos los tipos, así como de una pequeña porción de tejido epitelial y nervioso (1). El músculo esquelético es la fuente principal del tejido muscular de la carne. El músculo y los tejidos conectivos son los componentes mayores de la carne (músculo, grasa y hueso) de la canal animal y son los responsables, casi exclusivamente, de las características cualitativas y cuantitativas de la misma (5,20) Ver Tabla No 1.

Tabla No 1 COMPOSICIÓN ELEMENTAL DEL ORGANISMO ANIMAL.

<u>Elementos principales</u>	<u>% del peso corporal</u>		<u>Elementos traza o vestigiales</u>	
Oxígeno	65.0	96.0%	Aluminio	Litio
Carbono	18.0		Arsénico	Manganeso*
Hidrógeno	10.0		Bario**	Molibdeno*
Nitrógeno	3.0		Boro	Níquel
Calcio	1.5	3.4%	Bromo**	Rubidio
Fósforo	1.0		Cadmio**	Selenio*
Potasio	0.35		Cromo**	Silicio
Azufre	0.25		Cobalto*	Plata
Sodio	0.15		Cobre**	Estroncio**
Cloro	0.15		Fluor**	Titanio
Magnesio	0.05		Iodo*	Vanadio
		Hierro*	Zinc	
		Plomo		

*Microelementos indispensables o esenciales

**Microelementos que se encuentran normalmente presentes en el organismo, pero no se sabe si son indispensables (Los que no tienen asterisco se encuentran en cantidades mensurables pero no se conoce su función metabólica)

(C. Forrest, 1979) (5)

Puesto que el principal componente de la carne es el músculo, es necesario analizar su composición química. Como todo el organismo animal contiene agua, proteína, grasa, carbohidratos y componentes inorgánicos

El músculo estriado se encuentra formado por 75% de agua (porcentaje que varía del 65 al 80%), y 25% de sólidos aproximadamente. Las proteínas constituyen entre el 16 y 22% de la masa muscular, siendo el componente principal de la materia sólida, el resto son extractivos y sólidos inorgánicos (1.5).

De las proteínas, las más abundantes son la miosina y la actina, y también las más importantes junto con la mioglobina y la hemoglobina(20).

Las dos primeras son las más estudiadas y las que intervienen en la contracción muscular y juegan un papel muy importante en el desarrollo de la rigidez cadavérica. También tienen propiedades enzimáticas que intervienen en el metabolismo del tejido muscular, al que proporcionan parte importante de la energía de contracción(1,5,20).

La mioglobina y la hemoglobina son pigmentos cuya función en el organismo vivo es reserva de oxígeno a nivel muscular del primero y transporte del mismo para el segundo. Su importancia es por que juegan un papel determinante en el color de la carne(1,5,20).

En el músculo se encuentran además de proteínas otros compuestos nitrogenados los cuales se incluyen entre los compuestos nitrogenados no proteicos. Los más destacados son aminoácidos, péptidos sencillos, creatina, fosfocreatina, creatinina, nucleosidos y nucleótidos, incluido el adenosiltrifosfato (ATP)(5,20).

Entre los productos no nitrogenados tenemos a los carbohidratos que suponen menos del 1% del peso de la carne, la mayoría de los cuales son el glucógeno y el ácido láctico. El primero es el carbohidrato más importante y podemos encontrarlo en concentraciones aproximadas del 0.5 al 1.3% (5).

Las grasas y el inositol constituyen otros extractivos no nitrogenados importantes, en forma natural, estas grasas se encuentran formadas por mezclas de glicéridos de los ácidos oleico, linoleico, araquidónico, palmítico, mirístico y estearico(5,20).

Finalmente, el músculo contiene numerosos componentes inorgánicos entre los que sobresalen cationes y aniones de importancia fisiológica, como el calcio, magnesio, potasio, sodio, hierro, fósforo, azufre y cloro(1,5,20). Ver Cuadro No. 1.

**CUADRO No. 1 VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS CONSUMIDOS EN
MÉXICO
(EN 100 grs DE ALIMENTO CRUDO).**

ALIMENTO: CARNE DE CERDO
NOMBRE CIENTÍFICO: Suis scrofa

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL GENERAL							
Corte	En canal	Magra (P y L)	promedio (L, E y C)	semigrasa (L)	Costilla semi-grasa	Cecina de cerdo	Espaldilla
Humed %	47.8	73.1	59.7	54.5	56.9	61.7	60.3
Energ Keal	398	140	275	258	286	161	275
Prot. Tot g	13.4	19.8	16.7	28.8	17.1	23.9	16.2
Colect mg	7.4	65	98	9.4	78	70	72
Grasas tots g	37.8	6.2	22.6	14.9	23.6	6.5	22.9
A. G. Satur Tots g.	13.75	2.4	8.17	5.15	9.3	3	8.2
A.G. Mono Insat. (oléico) g	16.22	2.54	9.59	6.14	9.90	3	9.72
A.G. Poli Insat g (linoléico)	3.64	0.54	2.09	1.29	2	0.30	2.12

P= Pierna, L= Lomo, E= Espaldilla, C= Costilla

////

Tomado de M. de Chávez Miriam, Hernández Mercedes y Roldan José Antonio 1992 (24)

CONTENIDO DE MINERALES Y VITAMINAS POR CORTE							
Corte	En canal	Magra (P y L)	Promedio (L, E y C)	Semigrasa (L)	Costilla semi-grasa	Cecina de cerdo	Espaldilla
Calcio mg	5	6	6	15	7	35	61
Hierro mg	0.7	1.2	0.9	0.8	1	4.5	2.8
Magnesio mg	13	21	19	30	22	22	---
Sodio mg	44	82	5.5	67	76	1100	---
Potasio mg	2.44	3.4	3.97	4.39	3.59	3.40	---
Zinc mg	1.62	2.86	2.05	2.38	2.70	0.90	---
Retinol mcg	2	1	2	2	3	24	---
Tiamina mg	0.57	0.87	0.73	0.89	0.62	0.12	0.11
Riboflavina mg	0.21	0.31	0.23	0.32	0.27	0.21	0.14
Niacina mg	3.9	4.6	4.3	5.2	4.9	7.4	3.8
Piridoxina mg	0.28	0.90	0.38	0.40	0.42	0.45	---
Ac. Fólico mcg	4	4	5	9	4	---	---
Cobalamina mcg	0.06	0.73	0.69	0.70	0.87	---	---

P= Pierna, L= Lomo, E= Espaldilla, C= Costilla

111

Tomado de M. de Chávez Miriam, Hernández Mercedes y Roldan José Antonio 1992 (24)

CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS EN mg POR 100 g DE CARNE DE CERDO			
AMINOÁCIDO	mg	AMINOÁCIDO	mg
Isoleucina	608	Treonina	583
Leucina	897	Triptofano	162
Lisina	961	Valina	616
Metionina	321	Arginina	756
Fenilalanina	496	Histidina	397

Tomado de M. de Chávez Miriam, Hernández Mercedes y Roldan José Antonio 1992 (24)

2.2.2 LA CARNE COMO SUSTRATO PARA MICROORGANISMOS.

La calidad y cantidad de los diversos tipos de nutrientes que entran en la composición de un alimento pueden ser de utilidad para determinar qué microorganismo(s) tiene(n) mayores posibilidades de desarrollo. Por todo ello resulta lógico suponer, después de conocer la composición química de la carne, que constituye uno de los mejores medios de cultivo, ya que en ella pueden desarrollarse microorganismos que van a degradar sus principales componentes hasta otros más simples, los cuales a su vez pueden servir de sustrato a otros microorganismos (38)

Así tenemos, que la carne permite el crecimiento y desarrollo de diferentes géneros de microorganismos, como proteolíticos, lipolíticos, fermentadores, etc(5,38)

Los carbohidratos, son los nutrientes más utilizados como fuente de energía, aunque también cumplen con esta finalidad otros compuestos carbonados, como ésteres, alcoholes, péptidos, aminoácidos, ácidos orgánicos y sus sales(20,38)

La carne tiene un contenido escaso de carbohidratos, por esta razón es descompuesta por especies proteolíticas, como *Pseudomonas* spp., desarrollándose después especies debilmente proteolíticas o carentes de esta propiedad que aprovechan los productos de la hidrólisis proteica. De esta manera, los productos resultantes de esta hidrólisis, tales como péptidos y aminoácidos, sirven como fuente de energía a muchos microorganismos proteolíticos cuando no disponen de otra fuente mejor, y también puede ser utilizada por microorganismos no proteolíticos(5,20,38)

En general, las bacterias proteolíticas crecen mejor cuando los valores de pH se aproximan a la neutralidad, siendo inhibidas por las condiciones de acidez, existiendo excepciones, como el caso de las bacterias ácido-proteolíticas, que hidrolizan las proteínas a la vez que producen ácido(38)

Es muy limitado el número de microorganismos que obtienen su energía a partir de las grasas cuando no disponen de otros alimentos energéticos más fácilmente utilizables, como los azúcares. Esto lo logran mediante la acción de las lipasas, que hidrolizan las grasas a glicerina y ácidos grasos, que sirven como fuente de energía para los gérmenes hidrolizantes o para otros. En general, en la degradación de las grasas intervienen más frecuentemente

microorganismos aerobios, y generalmente los gérmenes lipolíticos suelen ser también proteolíticos(5,38).

En resumen, podemos decir que la carne constituye uno de los mejores sustratos para el crecimiento y desarrollo de microorganismos, por su riqueza en cuanto a nutrientes se refiere, y sobre todo a las propiedades que presentan los microorganismos para aprovecharlos. Muchas bacterias aeróbicas y proteolíticas son también lipolíticas. Así, si no aprovechan un nutriente, aprovechan otro, garantizándose de esta manera su fuente de energía, tanto para ellas como para otros microorganismos.

2.3 MICROECOLOGÍA DE LA CARNE.

"Las interacciones entre microorganismos, plantas y animales son constantes y naturales. Está perfectamente estudiado el papel y la importancia de los microorganismos en todos los ciclos geoquímicos que tienen lugar en la naturaleza "(38)

En la mayor parte de los casos, los microorganismos utilizan alimentos como fuente de elementos nutritivos para su multiplicación, lo que da lugar a la alteración de los mismos. El deterioro obedece no sólo al incremento de microorganismos y a la utilización de sustancias nutritivas, sino también a la producción de cambios enzimáticos que originan modificaciones del sabor por degradación o por síntesis de nuevos compuestos. Una de las funciones de los microorganismos en la naturaleza es la reconversión de las formas reducidas de carbono, nitrógeno y azufre de las plantas y animales muertos, en otras oxidadas, necesarias para los vegetales, que han de ser, finalmente, consumidas por los animales. Simplemente, "cumpliendo con su papel" en la naturaleza, pueden conseguir que los alimentos no sean aptos para el consumo (6,38).

Las actividades de los microorganismos se ven afectadas de muy diversas maneras por las condiciones químicas y físicas imperantes en el ambiente (6). El conocimiento de las influencias ambientales nos ayuda a explicar la distribución de los microorganismos en la naturaleza y nos hace posible idear métodos para controlar las actividades microbianas y para destruir los organismos indeseables (17). No todos los organismos responden

igualmente a un factor ambiental dado; de hecho, algunas condiciones ambientales que pueden ser extremadamente perjudiciales para un organismo, pueden ser beneficiosas para otro.

En general éstas condiciones o factores que ejercen alguna influencia sobre el crecimiento y desarrollo de los microorganismos, los podemos clasificar como intrínsecos y extrínsecos.

2.3.1 FACTORES INTRÍNSECOS AL ALIMENTO.

Estos factores son parte inherente de los alimentos, y de acuerdo a éstos serán los microorganismos que se van a desarrollar. Dichos factores son:

1. pH
2. Aw (contenido de agua libre)
3. Temperatura del alimento
4. Potencial de Óxido-Reducción (Eh)
5. Composición del alimento
6. Inhibidores naturales
7. Flora competitiva y estructura anatómica (25).

• pH

En estado natural, la mayoría de los alimentos como carnes, pescados y productos vegetales, son ligeramente ácidos (6.38). El pH de un alimento es uno de los principales factores que determinan la supervivencia y el crecimiento de los microorganismos durante su procesamiento, almacenamiento y distribución.

El pH de los alimentos es variable, aunque en la mayoría de los casos son neutros o ácidos; siendo los que tienen un pH bajo microbiológicamente más estables que los neutros (38).

Cada microorganismo tiene un margen de pH dentro del cual es posible su crecimiento, y generalmente también tienen un pH óptimo bien definido. Estos límites mínimos y máximos

son tan variados como cantidad de microorganismos existen, pero en forma general un pH próximo a la neutralidad es beneficioso para la mayor parte de las bacterias; mientras que la mayor parte de las levaduras y hongos se ha visto que crecen mejor en medios ligeramente ácidos, con valores de pH de 5 a 6 (12,26,38), sin embargo éstos últimos pueden crecer en medios con valores de pH que van desde 1 y fracción hasta más de 13 (4)

Con respecto al mantenimiento de la calidad de carnes, es sabido que la materia prima obtenida a partir de animales fatigados o estresados se altera más rápido que la del resto de los animales, y que esto es una consecuencia directa del pH final alcanzado al término del *rigor mortis* (12,25) Es usual que el glucógeno almacenado en los músculos sea utilizado súbitamente, lo que ocasiona que sea convertido en ácido láctico, el cual causa una depresión en los valores de pH de alrededor de 7.4 a 5.6, dependiendo del tipo de animal del que se trate. Según Callow el valor mínimo de pH para carne de res es 5.1 y el más alto 6.2 después del rigor mortis. Usualmente el valor alcanzado al término del rigor mortis de la carne de res es alrededor de 5.6, mientras que los valores mínimos y máximos para cordero y cerdo, son de 5.4 a 6.7, y de 5.3 a 6.9 respectivamente (25,38)

• CONTENIDO DE AGUA LIBRE (Aw)

También es llamado Coeficiente de actividad del agua o agua libre (water activity), constituye el agua no ligada aprovechable por los microorganismos y, representa un factor muy importante ya que sin ella no existe crecimiento y proliferación de éstos en los alimentos (23).

“Cada microorganismo tiene un Aw mínimo, óptimo y máximo para su crecimiento. El intervalo entre el máximo y el mínimo depende de varios factores, como son:

- a) La temperatura: La mayor parte de los microorganismos toleran mejor un Aw bajo si la temperatura es la óptima, dependiendo del tipo de microorganismos del que se trate.
- b) Aporte de oxígeno: El desarrollo de microorganismos aerobios tiene lugar en un Aw más bajo en presencia de aire que en su ausencia, ocurriendo lo contrario en el caso de los anaerobios.

c) pH: La mayor parte de los microorganismos toleran Aw más bajo en valores de pH próximos a la neutralidad.

d) Inhibidores: La presencia de inhibidores acorta el intervalo de Aw que permite el crecimiento de los microorganismos" (38).

Normalmente, las bacterias requieren valores más altos de Aw para su crecimiento que los hongos. La mayoría de las bacterias putrefactivas no crecen en Aw inferiores a 0.91, mientras que los hongos pueden crecer en Aw bajos como 0.80, para el caso de las levaduras, éstas requieren de un rango de Aw entre 0.88 y 0.91 (17,23,25,38). Con respecto a bacterias contaminantes de alimentos, *Staphylococcus aureus* puede presentar crecimiento en Aw bajo como 0.86, mientras que *Clostridium botulinum* no puede crecer en Aw inferiores a 0.94 (25).

A esta norma se pueden citar algunas excepciones, como que, el valor mínimo de Aw reportado para bacterias halófilas es de 0.75, mientras que hongos xerófilos y levaduras osmófilas tienen reportado un crecimiento en valores de Aw de 0.65 y 0.61, respectivamente (25,38).

Los valores mínimos reportados para el crecimiento de algunos microorganismos en alimentos son presentados en la Tabla No 2

El efecto general al reducir el Aw por debajo del nivel óptimo es que se alarga la fase de latencia y se disminuye la velocidad de crecimiento y el número de la población total de microorganismos. Este efecto puede ser esperado como resultado de influencias adversas de la disminución de agua en todas las actividades metabólicas dado que todas las reacciones químicas de la célula requieren de un medio acuoso (12,25).

TABLA No. 2 VALOR MÍNIMO APROXIMADO DE Aw PARA EL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS IMPORTANTES EN ALIMENTOS.

ORGANISMO GRUPOS	Aw	ORGANISMO GRUPOS	Aw
Bacterias	0.91	Bacterias halófilas	0.75
Levaduras	0.88	Hongos xerófilos	0.65
Hongos	0.80	Levaduras osmófilas	0.61
ORGANISMOS ESPECÍFICOS		ORGANISMOS ESPECÍFICOS	
<i>Clostridium botulinum, tipo E</i>	0.97	<i>Candida scottii</i>	0.92
<i>Pseudomonas spp.</i>	0.97	<i>Trichosporon pullulans</i>	0.91
<i>Acinetobacter spp.</i>	0.96	<i>Candida zeylanoides</i>	0.90
<i>Escherichia coli</i>	0.96	<i>Staphylococcus aureus</i>	0.86
<i>Enterobacter aerogenes</i>	0.95	<i>Alternaria citri</i>	0.84
<i>Bacillus subtilis</i>	0.95	<i>Penicillium patulum</i>	0.81
<i>Clostridium botulinum tipos A y B</i>	0.94	<i>Aspergillus glaucus</i>	0.70
<i>Candida utilis</i>	0.94	<i>Aspergillus concisus</i>	0.70
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.94	<i>Aspergillus ochrolatus</i>	0.64
<i>Mucor spinosus</i>	0.93	<i>Xeromyces bisporus</i>	0.61

(M. JAY JAMES, 1992) (25)

- TEMPERATURA DEL ALIMENTO.

Una de las características que definen a los seres vivos es el incesante recambio de materia y energía que conocemos como metabolismo

Continuamente se están desintegrando compuestos en otros más sencillos hasta los productos terminales, anhídrido carbónico, agua, urea, etc. Esta corriente de reacciones (catabolismo) es inseparable y paralela a la serie de fenómenos bioquímicos que se realiza en sentido contrario. La tendencia de síntesis que conduce a la formación de productos de significación funcional específica, se conoce como anabolismo (21).

La energía se puede definir como la capacidad de producir un trabajo. Se conocen diferentes formas de energía: mecánica «cinética y potencial», eléctrica, magnética, química, calórica,

atómica, luminosa, etc. Todas ellas son transformables unas en otras, aunque con ciertas limitantes: cualquier tipo de energía se puede transformar íntegramente en calor, pero nunca la energía calórica se transforma íntegramente en otro tipo de energía (21)

Una reacción se llama exoenergética cuando al producirse libera energía, y endoenergética cuando absorbe energía. En particular, si la energía es calórica las reacciones se llaman exotérmicas cuando desprenden calor, y endotérmicas cuando lo absorben.

Según el principio de Le Chatelier, un aumento de la temperatura favorecerá las reacciones endotérmicas y una temperatura baja las exotérmicas (21)

Los microambientes cambian constantemente en los productos alimentarios. Las reacciones catalizadas por sistemas de enzimas inherentes a algunos alimentos producen calor, consumen oxígeno atmosférico y liberan dióxido de carbono y otros gases. Todos estos cambios ocasionan variaciones en la temperatura, que a su vez afecta el crecimiento y desarrollo de los microorganismos, como se verá más adelante en los factores extrínsecos (3, 21)

• POTENCIAL DE ÓXIDO-REDUCCIÓN (Eh).

Se entiende por potencial de óxido-reducción o potencial redox a la capacidad de producir reacciones oxidativas o de enlace con oxígeno o bien de reducción, por lo tanto es una característica química presente en diferentes medios y que puede producirse en material tanto inorgánico como orgánico y que depende fundamentalmente de la tensión de oxígeno (23).

"El potencial de óxido-reducción de un alimento depende de

1. El potencial de óxido-reducción característico del alimento en su estado original
2. La capacidad de equilibrio del alimento, es decir, su resistencia a cambiar de potencial
3. La tensión de oxígeno de la atmósfera que rodea al alimento, y
4. El acceso o contacto de la atmósfera con el alimento" (25,38).

El potencial Redox es de importancia para la supervivencia y crecimiento de microorganismos responsables tanto de intoxicaciones alimentarias como de la descomposición del alimento. Es necesario mencionar que no sólo la presencia o ausencia de

aire determinan este potencial pues existen una gran cantidad de sustancias con efectos oxidativos o reductores como el caso de algunos metales (23). La mayoría de los alimentos contienen sustancias con propiedades reductoras, como los radicales sulfhidrilo en las carnes, lo que provoca que en el interior de estos productos se tenga un potencial redox bajo, mientras que en la superficie o muy cerca de ella las condiciones sean aeróbicas con un eh alto (6, 23,25)

Con respecto a los requerimientos de Eh de los microorganismos, algunas bacterias requieren condiciones reducidas para iniciar su crecimiento (Eh cercano a -200 mv), en esta categoría están las bacterias anaerobias como las del género *Clostridium*, mientras que otras requieren de un Eh positivo para su crecimiento como las bacterias del género *Bacillus* (26). Algunas bacterias aerobias crecen mejor bajo ligeras condiciones reducidas, los cuales son referidos como microaerofílicos, cuyo ejemplo son *Lactobacillus* y *Streptococcus*. Algunas bacterias tienen la capacidad de crecer en ambas condiciones, ya sea anaerobias o aerobias, las cuales se conocen como anaerobias facultativas. Muchos hongos y levaduras encontrados en alimentos son aerobios, aunque unos pocos tienden a ser anaerobios facultativos (17,23,25,38)

La carne entera tiene valores de Eh de alrededor de -200 mv, sin embargo, en carnes picadas el Eh es generalmente de alrededor de +200 mv. Las bacterias anaerobias no se multiplican hasta que inicia el rigor mortis por el alto Eh en la carne antes del rigor. Esto es indudablemente verdadero para carne de res, cerdo, etc (25)

Los microorganismos pueden afectar el Eh del medio durante su crecimiento justo como lo hacen con el pH. Esto es aplicable para aerobios, que pueden bajar el Eh de su medio mientras que los anaerobios no pueden. Al crecer los aerobios, el oxígeno del medio disminuye resultando al mismo tiempo en la disminución del Eh. Otra forma de reducir el Eh de un medio por parte de los microorganismos, es mediante la producción de ciertos metabolitos como el H_2S , el cual tiene la capacidad de disminuir el Eh hasta -300 mv (25, 38).

Por último es necesario considerar en cuanto a los efectos del Eh que como factor microambiental se encuentra relacionado con el pH y el Aw, y que éstos factores también pueden afectarlo. Cabe mencionarse que aunque este factor se ha descrito esencialmente

como intrínseco, el alimento se encuentra rodeado por ciertos elementos atmosféricos, por lo que resulta entonces influenciado por ello, por lo que un factor extrínseco también lo afecta. (12,17).

• **COMPOSICIÓN DEL ALIMENTO.**

Para llevar a cabo su crecimiento y funciones adecuadamente los microorganismos requieren de ciertos nutrientes, los cuales obtienen de los alimentos, dichos nutrientes son:

1. Agua
2. Azúcares y grasas
3. Proteínas
4. Vitaminas y factores de crecimiento relacionados, y
5. Minerales

La importancia del agua para el crecimiento de los microorganismos es más que obvia, ya que la requieren para llevar a cabo todas sus funciones metabólicas, además de ser uno de los mejores medios para su desarrollo.

Como fuentes de energía, los microorganismos pueden utilizar a los azúcares, ésteres, alcoholes, péptidos, aminoácidos, ácidos orgánicos y sus sales. Las grasas son también usadas como fuente de energía, pero estos componentes son atacados sólo por un pequeño número de microorganismos (12,25).

La fuente primaria de nitrógeno utilizada por los microorganismos son los aminoácidos. Un gran número de otros compuestos nitrogenados pueden ser utilizados para esta función por varios tipos de microorganismos. Algunos pueden utilizar nucleótidos y aminoácidos libres, mientras que otros utilizan péptidos y proteínas. En general, primero son atacados los compuestos simples, como los aminoácidos, para ser utilizados antes de atacar compuestos más complejos como proteínas de alto peso molecular (17,38).

Muchos microorganismos pueden requerir de vitamina B en bajas cantidades y la gran mayoría de los alimentos la tienen en abundante cantidad de manera natural. En general, las bacterias gram (+) sintetizan un mínimo de componentes, y lo deben hacer supliendo con uno o más de éstos componentes su crecimiento (38).

Las bacterias gram (-) y hongos son capaces de sintetizar la mayor parte o todos sus requerimientos. En consecuencia estos dos grupos de microorganismos se pueden encontrar en alimentos con bajos contenidos de vitamina B (25,38)

• INHIBIDORES NATURALES.

La estabilidad de algunos alimentos al ataque por parte de microorganismos puede deberse a la presencia de ciertas sustancias naturales presentes en ellos, las cuales se ha observado tienen una actividad antimicrobiana.

Generalmente los inhibidores afectan a los organismos actuando en toda la célula, pared celular o membrana, interfiriendo con los mecanismos genéticos de la célula o con los sistemas enzimáticos de la misma; o bien, uniéndose con los nutrientes esenciales (6,23)

En el caso de productos cárnicos podemos encontrar una serie de enzimas, siendo una de las principales la lisosima además de antibióticos. Un animal vivo tiene mecanismos de defensa para inhibir la invasión de microorganismos, así como varias sustancias antibacterianas y anticuerpos naturales e inmunológicos (17,23)

Tejidos procedentes del ganado (cerebro, bazo, corazón, riñón e hígado) poseen sustancias antiestafilocócicas. Se han establecido polipéptidos básicos con propiedades antibacterianas de algunos tejidos como timo, bazo y tiroides. Los poliaminoácidos básicos sintéticos son activos contra bacterias y virus (29). La espermina y la espermidina son poliaminas que se encuentran distribuidas ampliamente en los tejidos animales y son inhibidoras de muchos tipos de microorganismos. Se supone que la acción antibacteriana de los poliaminoácidos básicos consiste en la interrupción de las funciones normales de la célula por combinarse con componentes de la pared celular (3)

Algunas hormonas son bacteriostáticas. La progesterona (progesterol) es un antibacteriano de bacterias grampositivas, y el dietilstilbestrol (DES) tiene acción bactericida contra *Staphylococcus aureus*, con efectos letales que dependen del pH y del tiempo de exposición. La desoxicorticosterona inhibe a las bacterias grampositivas, levaduras y mohos, pero no a las bacterias gramnegativas (3).

Los ácidos grasos pueden ser inhibidores, estimulantes o carecer de efecto sobre los microorganismos.

La acción depende del tipo de organismo, del tipo y concentración del ácido graso, del pH del medio de crecimiento y de la presencia de otros componentes. Los ácidos grasos con seis o más átomos de carbono inhiben más las células grampositivas que las gramnegativas (3,29).

Aunque después de la muerte los mecanismos de producción de estos materiales cesan, las sustancias ya producidas y que se encuentran en el tejido, van a permanecer en él, inhibiendo a los microorganismos solo hasta que se gastan por completo (17,23) Dichas sustancias inhibitorias son efectivas sólo hasta un cierto tiempo, el cual va a depender de la cantidad de sustancia producida antes de la muerte del animal.

Además de los inhibidores mencionados, podemos encontrar o bien se pueden adicionar cultivos de microorganismos llamados iniciadores o ESTARTERS, los cuales se encuentran en cultivos puros o mixtos incapaces de alterar la salud (13,34) Estos microorganismos son principalmente bacterias acidolácticas que provocan un descenso rápido del pH lo que trae consigo la inhibición o bien la disminución en el crecimiento de los microorganismos particularmente peligrosos para el consumidor (13,30) En la actualidad algunos de los cultivos más utilizados en la industria cárnica por presentar las características antes mencionadas son *Pediococcus cerevisiae*, *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus lactis*, *Micrococcus aureus* y *Micrococcus lactis* (30,34).

• FLORA COMPETITIVA Y ESTRUCTURA ANATÓMICA.

La cubierta natural de algunos alimentos provee una excelente protección contra la entrada y subsecuente degradación del mismo por microorganismos.

La cubierta de piel y de grasa superficial de carnes tales como la de res y de cerdo, son las primeras estructuras anatómicas que previenen la contaminación y putrefacción de estos alimentos, ya que protegen a las masas musculares internas de la invasión de microorganismos.

Las porciones internas de los tejidos sanos de los animales vivos son estériles o contienen una carga microbiana muy baja. Por lo tanto, los microorganismos causantes de alteración, a menos que hayan tenido la oportunidad de penetrar en la masa tisular, serán muy escasos o estarán ausentes (12,38)

A estas estructuras anatómicas que protegen al producto, hay que añadirle la competencia que se establece entre los microorganismos por los nutrientes para su crecimiento. Una vez que se establece un microorganismo y lleva a efecto sus funciones metabólicas, se ocasionan una serie de cambios fisicoquímicos en el ambiente del producto, lo que conduce normalmente a imposibilitar la actividad de otros microorganismos (23). Esto sucede por que las condiciones prevalecientes en el medio ya no son propicias para que se desarrollen algunos, pero al mismo tiempo, tales cambios pueden dar origen a condiciones favorables para otros que de manera similar pueden cambiar nuevamente las condiciones del medio, y así sucesivamente hasta que es degradado el producto.

Algunos microorganismos tienen la facultad de lisar a otros que, aun cuando no pertenezcan a especies próximas si, se encuadran en familias similares. *Bacillus subtilis* produce un antibiótico llamado subtilina (3). Este polipeptido tiene una marcada acción contra un amplio espectro de bacterias grampositivas acidorresistentes y algunas gramnegativas. Según la concentración, la subtilina es bacteriostática o bactericida (3).

Serratia marcescens produce un pigmento rojo, la prodigiosina, algunas de cuyas fracciones presentan propiedades antibióticas frente a *E. coli*, *Enterobacter aerogenes*, *S. aureus*, *B. subtilis* y *P. aeruginosa* (3,13).

Por otro lado, se detectó que metabolitos volátiles de ciertas cepas de bacterias fueron capaces de inhibir el crecimiento, esporulación y producción de micotoxina de especies de *Penicillium* y *Aspergillus*. Las aflatoxinas, sustancias producidas por el hongo *Aspergillus flavus*, inhiben a varias especies de *Bacillus* (29).

Muchas especies y géneros (*Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas* sp., *Escherichia coli* y con menos frecuencia *Enterobacter cloacae*, *Staphylococcus*, etc.) poseen cepas productoras de antibióticos con propiedades bactericidas, son las llamadas bacteriozinas o bacteriocidinas, estas se diferencian de los demás antibióticos porque ejercen su acción sólo sobre cepas de la especie propia o de otras afines (3,29). Así, por ejemplo, se han usado

cepas de *Pediococcus acidilactici* en carnes frescas por su capacidad de producir una bacteriozina que inhibe el crecimiento de *Listeria monocytogenes* en este producto (28).

Las bacteriozinas toman el nombre de la bacteria que los produce; la de *E. coli* se denomina colicina; la de *Enterobacter cloacae*, cloacina, la de *Pseudomonas fluorescens*, fluocina (29)

Cuando las bacteriozinas se incrustan en las posiciones receptoras de una célula sensible, pueden ocurrir una o más cosas, según bacteriozina y célula. Algunos de los efectos son la inhibición de la síntesis de macromoléculas, como las proteínas, el ARN y el ADN. Algunas colicinas inhiben sólo la síntesis de proteínas mientras que otras inhiben las tres (3)

Las bacteriozinas de los organismos grampositivos tienen generalmente un espectro de actividad más amplio que las producidas por las células gramnegativas (3)

También por competencia las bacterias ácido lácticas pueden disminuir o inhibir en un gran % el crecimiento de otros microorganismos, lo que ocurre cuando estas utilizan el glucógeno muscular con las subsecuentes consecuencias de aumento de la concentración de ácido láctico y disminución del pH, lo que impide el desarrollo de otros géneros microbianos (2,27). Esta flora competitiva es representada por los llamados cultivos iniciadores como son *Pediococcus pentosaceus*, *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus plantarum* y otros microorganismos ácido lácticos, los cuales por su capacidad de inhibir o disminuir considerablemente el desarrollo de otros microorganismos son usados en la industria cárnica. Entre los microorganismos patógenos y de importancia en la industria cárnica que son afectados por los cultivos iniciadores encontramos *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis* y *Bacillus cereus*, por mencionar algunos (2, 27,30,34)

2.3.2 FACTORES EXTRÍNSECOS.

Los factores extrínsecos de los alimentos son propiedades inherentes del ambiente exterior del almacenamiento que afectan tanto a los alimentos como a sus microorganismos. Este medio ambiente determina, dentro de las diferentes clases de microorganismos presentes en

un alimento, cual sobrepasará a los otros y producirá el tipo de alteración o cambio que le es característico. Los factores extrínsecos de gran importancia para el bienestar de los organismos son:

1. Temperatura de almacenamiento
2. Humedad relativa
3. Atmósfera gaseosa
4. Luz (23,25)

• TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO.

La temperatura es uno de los factores ambientales más importantes que influyen en el crecimiento y supervivencia de los microorganismos.

Si hay temperaturas altas, las reacciones químicas y enzimáticas de las células se aceleran y se provoca un crecimiento más rápido. Por otro lado las proteínas, ácidos nucleicos y otros componentes son sensibles a las altas temperaturas y pueden quedar inactivos de manera irreversible (6)

Por lo anteriormente expuesto, es necesario determinar los rangos de temperatura para el crecimiento de los microorganismos de importancia en alimentos, lo que nos ayuda a seleccionar la temperatura apropiada para el almacenamiento de los diferentes tipos de alimentos.

Por tanto, encontramos que para cada microorganismo hay una temperatura mínima, por debajo de la cual no se produce crecimiento, una temperatura óptima en la que se da el crecimiento más rápido, y una temperatura máxima por encima de la cual no es posible el crecimiento (38). En lo referente a microorganismos toxicogénicos, también se produce un efecto directo sobre la posibilidad de que éstos produzcan su toxina o no de acuerdo a la temperatura prevalente en el alimento.

Dependiendo del rango de temperatura de crecimiento se pueden distinguir cuatro grupos fisiológicos fundamentales de microorganismos. Ver Tabla No 3.

TABLA No 3. LÍMITES APROXIMADOS DE TEMPERATURA PARA EL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS

GRUPO	TEMPERATURA (°C)		
	MÍNIMA	ÓPTIMA	MÁXIMA
Psicrotrofos	-5 a 5	25 a 30	30 a 35
Psicrófilos	-5 a 5	12 a 15	15 a 20
Mesófilos	5 a 15	30 a 45	35 a 47
Termófilos	40 a 45	55 a 75	60 a 90

FUENTE: ICMSE. 1980 (17)

Como ejemplos de cada grupo tenemos

- "PSICROTROFOS: *Alcaligenes*, *Escherichia*, *Bacillus*, *Brochothrix*, *Corinebacterium*, *Flavobacterium*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Micrococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Psychrobacter*, *Streptococcus*, y otros Siendo los más comúnmente encontrados en alimentos los géneros *Pseudomonas* y *Enterococcus*.

- PSICRÓFILOS: *Serratia sp.*, *Vibrio*, *Cytophaga*.

- MESÓFILOS: *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Xanthomonas*

- TERMÓFILOS: *Bacillus*, *Clostridium*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Hansenula*" (23).

Algunos hongos son capaces de crecer en temperaturas de refrigeración, notables son algunas cepas de *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Thamnidium*, que pueden crecer en huevos y algunos cortes de carne almacenados en tales condiciones (12)

Las levaduras crecen por encima de los rangos de temperatura de los psicrotrofos y mesófilos, pero generalmente no lo hacen en el rango de los termófilos (38).

Cabe mencionar que los que se presentan con mayor frecuencia son los microorganismos del grupo mesófilo, además de que en este mismo grupo encontramos a los que representan mayor patogenidad tanto para el alimento como para el consumidor. Al mismo tiempo es importante mencionar, que es posible su control por medio del empleo de temperaturas de refrigeración inferiores a los 5 °C.

Considerando todo lo anteriormente mencionado, podemos concluir que las posibilidades de alteración existen a cualquier temperatura de las comprendidas entre -5 y 70 °C debido a que los microorganismos difieren ampliamente en sus temperaturas óptima, mínima y máxima de crecimiento, por lo que es obvio que la temperatura a la que se mantenga un alimento

tendrá una gran influencia en el tipo, velocidad y extensión de los cambios de origen microbiano que tengan lugar (25,26).

- **HUMEDAD RELATIVA.**

Los microorganismos tienen una necesidad absoluta de agua, ya que sin esta no existe crecimiento. La cantidad exacta de agua para el desarrollo de los distintos microorganismos es variable. Estos requerimientos de agua se deben expresar en términos de agua utilizable o actividad acuosa (A_w) (7).

La humedad relativa del medio ambiente de almacenamiento es importante para los puntos de A_w dentro del alimento y el crecimiento de microorganismos de las superficies (12).

El A_w estará en equilibrio con la humedad relativa de la atmósfera que rodea al alimento y que es cien veces superior expresada en porcentaje. Cuando la humedad relativa en torno al alimento corresponde a un A_w inferior a la del propio alimento, tenderá a desecar la superficie y a la inversa, cuando la humedad relativa es mayor al A_w del alimento ésta tenderá a aumentar en la superficie del mismo (6,17,25).

La alteración en la mayoría de los alimentos sólidos se inicia generalmente en la superficie, de aquí que la falta de humedad disponible en la superficie sea un factor conservador importante o, por el contrario, que la abundancia de humedad superficial disponible favorezca la alteración microbiana y la difusión de los microorganismos especialmente los móviles (12,26,38).

Para seleccionar la apropiada humedad relativa del medio ambiente, es indispensable considerar el posible crecimiento en las superficies y mantener la calidad deseada en el alimento en cuestión (12,25).

- **ATMÓSFERA GASEOSA.**

El tipo de gas presente en la atmósfera que rodea al alimento puede determinar los tipos de microorganismos predominantes en él. El oxígeno de la atmósfera favorece el crecimiento

de organismos de tipo aeróbico. La ausencia de oxígeno o el vacío permitirán que los anaerobios facultativos se vuelvan los dominantes (6,12).

Los microorganismos presentes en alimentos varían notablemente respecto a su tolerancia al dióxido de carbono.

En una atmósfera de CO₂ el crecimiento de algunos microorganismos está completamente suprimido, mientras que otros resultan menos afectados. Por ejemplo, las bacterias Gram (-) son más sensibles al CO₂ que las Gram (+), las *Pseudomonas* son unas de las más sensibles y las ácidos lácticas y anaerobias las más resistentes (25)

Podemos clasificar a los microorganismos según sus necesidades de O₂ en

- "AEROBIOS ESTRUCTOS Crecen solamente en presencia de oxígeno. Y ejemplo de ello son *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Flavobacterium* y Mohos

- ANAEROBIOS ESTRUCTOS Crecen solamente en ausencia de oxígeno. Ejemplo: *Clostridium*

- ANAEROBIOS FACULTATIVOS Crecen alternativamente en ausencia o en presencia de oxígeno. Ejemplos *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Enterobacterias*.

- MICROAEROFÍLICOS Crecen en medios con una tensión de oxígeno un poco menor que la del aire. Ejemplo. *Lactobacillus*, *Streptococcus*" (23)

• LUZ.

Es uno de los factores de importancia ya que determina el crecimiento o no de microorganismos. La penetración de la radiación ultravioleta es pequeña en los alimentos líquidos e insignificante en los alimentos sólidos, su principal aprovechamiento reside en la destrucción de microorganismos suspendidos en el aire o que se encuentren sobre las superficies. Sin embargo los gérmenes pueden ser también resistentes si se encuentran cubiertos por capas de sustancias protectoras, tales como aerosoles o sobre superficies húmedas o de alimentos grasos (23,25).

La radiación ultravioleta es inadecuada para ser utilizada en ciertos alimentos ricos en grasa, especialmente en grasas insaturadas puesto que acelera enormemente la formación de olores a rancio debido a su fuerte acción catalítica sobre la oxidación de los lípidos. Por esto es más

eficaz en las cámaras de refrigeración para tratar carne de ovino o de res, pero no para la carne de cerdo (25). Además tiene efecto sobre el color de la carne, ocasionando oscurecimiento de la misma.

2.4 MICROFLORA DE LA CARNE

Podemos encontrar distintos tipos de microorganismos en la carne: hongos, levaduras, bacterias y virus; siendo las bacterias las más predominantes e importantes para determinar la calidad de la carne (12 y 18). Los hongos y levaduras son un poco menos importantes en la industria cárnica en relación con las bacterias y, los virus son una causa potencial de enfermedad si la carne está cruda o mal cocida (12).

De estos microorganismos algunos se podrían considerar como flora normal o intrínseca de la carne, mientras que otra se puede considerar como contaminante.

2.4.1 MICROORGANISMOS PROPIOS DE LA CARNE.

Los microorganismos se localizan normalmente en los primeros milímetros de la superficie muscular, los cuales son denominados como microflora intrínseca (12). Las porciones internas de los tejidos sanos de los animales vivos son estériles o contienen una carga microbiana muy baja. Por lo tanto, los gérmenes causantes de alteración, a menos que hayan tenido la oportunidad de penetrar en la masa tisular, serán muy escasos o estarán ausentes (18,38). No obstante, se han encontrado gérmenes en los ganglios linfáticos, médula ósea o incluso en el propio músculo. En los ganglios linfáticos de los animales de carnes rojas se han aislado *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Clostridium* y *Salmonella* (38).

Tanto bacilos como clostridios se han encontrado en carnes de todo tipo. En un estudio de Steinkraus y Ayres sobre la incidencia de las esporas putrefactivas en cortes de carne fresca y curada de cerdo, encontraron que estos organismos pueden estar presentes a muy bajos niveles, menos de 1/g (25).

Se aisló *Erysipelotrix rhusiopathiae* en cerca de 34% de muestras de retazo de puerco en Japón y de 4 a 54% en ijares de cerdo en Suecia (25).

No se encontró presente *Clostridium perfringens* en canales de cerdo, corazones y bazo, pero 21.4% de hígados fueron positivos (25)

En general, no se admite la presencia de bacterias coliformes en los alimentos y en algunos casos, como la carne, es índice de contaminación con materiales fecales y, por lo tanto, con posibles patógenos entéricos (18,38)

2.4.2 MICROORGANISMOS CONTAMINANTES DE LA CARNE.

Los animales tienen una microflora superficial típica además de la intestinal, eliminan microorganismos con sus excreciones y secreciones y pueden asimismo contaminarse del medio externo

La contaminación importante es de origen externo y se produce durante la sangría, faenado y ulterior tratamiento. Cuando los animales son sacrificados por el método clásico con cuchillo, los microorganismos que contaminan a este, pronto se pueden encontrar en la carne de las diversas partes de la canal (8,11,12,26).

En la superficie externa del animal, además de su flora natural existe un gran número de especies de microorganismos del suelo, agua, piensos, aire y estiércol, mientras que el intestino contiene los microorganismos propios de esta parte del aparato digestivo (12,38). Veamos ahora que tipo de microorganismos aporta cada uno de estos factores de contaminación.

- A PARTIR DE ANIMALES.

En general, la flora superficial de los animales de abasto no es tan importante como la intestinal o respiratoria (12). La piel de muchos animales de abasto puede contener micrococcos, estafilococcos y estreptococcos beta hemolíticos. Los estafilococcos de la piel y del tracto respiratorio pueden llegar a la canal y, en consecuencia, al producto final (11,38).

Por otra parte, las heces y los productos contaminados con ellas (piel, pezuñas y pelo), contienen muchos organismos entéricos, como los del género *Salmonella* (18)

• **A PARTIR DEL SUELO.**

El suelo es la fuente de contaminación que contiene mayor variedad de microorganismos. Podemos decir, con toda certeza, que casi la totalidad de los microorganismos proceden del suelo. De especial interés son los mohos, las levaduras y las especies bacterianas siguientes: *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Micrococcus*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Chromobacterium*, *Pseudomonas*, *Proteus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* y *Acetobacter*, así como algunas bacterias superiores tales como los Actinomicetos y bacterias férricas (7,11,12,38)

• **A PARTIR DEL AGUA.**

Las aguas naturales no sólo contienen su flora normal, sino también microorganismos del suelo, posiblemente de los animales e incluso del material cloacal (18)

Las bacterias que se encuentran en las aguas naturales pertenecen principalmente a los siguientes géneros: *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Proteus*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Streptococcus* (enterococos), *Enterobacter* y *Escherichia*. Estos tres últimos son posiblemente contaminantes y no forman parte de su flora normal (11,26,38).

Sumado a las fuentes de contaminación ya citadas, es importante mencionar que los cuchillos, paños, aire, manos y ropa del personal pueden actuar como intermediarios o fuentes de contaminación. Además, durante la manipulación posterior de la carne puede haber nuevas contaminaciones, a partir de las carretillas de transporte, cajas u otros recipientes, así como de otras carnes contaminadas, del aire y del personal (18,38). Es especialmente peligrosa la contaminación por bacterias psicrófilas de cualquier procedencia, por ejemplo, de otras carnes refrigeradas (38).

El crecimiento de microorganismos en las superficies que entran en contacto con la carne y en las mismas carnes puede hacer que aumente mucho su número.

Muchos miembros de la familia de las enterobacterias han sido encontradas comúnmente en carnes frescas y congeladas de res, cerdo y cortes relacionados (8). "De 442 muestras de carne examinada por Stiles, 86% presentaron bacterias entéricas, y de 127 muestras de carne picada, todas fueron positivas. La mas frecuentemente encontrada fue, *E. coli* biotipo 1 (29%), *Serratia liquefaciens* (17%), y *Pantoea agglomerans* (12%). De un total de 721 aislamientos, 32% fueron representados por *Citrobacter freundii*, *Klebsiella pneumoniae* y *Enterobacter cloacae*" (25).

Debido a la gran variedad de fuentes de contaminación, los tipos de microorganismos que suelen encontrarse en la carne son muchos. Mohos de diferentes géneros, llegan a la superficie de la carne y se desarrollan sobre ella. Siendo especialmente interesantes las especies de los géneros *Cladosporium*, *Sporotrichum*, *Geotrichum*, *Thamnidium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Alternaria* y *Monilia*. A menudo se encuentran levaduras, especialmente no esporuladas (7,25,38)

Entre los múltiples microorganismos que pueden hallarse, los más importantes son los de los géneros *Pseudomona*, *Alcaligenes*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Sarcina*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Proteus*, *Flavobacterium*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Escherichia*, *Salmonella* y *Streptomyces* (7,38). Muchos de estos microorganismos son capaces de crecer a temperaturas de refrigeración (18).

3. OBJETIVOS.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS :

- **Generar la información necesaria para el establecimiento de los límites críticos de cargas bacterianas (cuenta estándar de mesófilos) en carne de cerdo fresca y congelada.**
- **Detectar si existe influencia de la temperatura y el pH sobre las cuentas estándar de mesófilos en carne de cerdo fresca y congelada.**

OBJETIVO COMPLEMENTARIO :

- **Establecer el sistema HACCP en carne de cerdo fresca y congelada en una empacadora , como parte de un proyecto de investigación.**

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 MATERIALES:

- Frascos de boca ancha con tapa de rosca de material esterilizable.
- Hieleras de poliestireno o de otro material aislante.
- Papel aluminio
- Papel estraza
- Etiquetas autoadheribles
- Cinta testigo
- Marcadores indelebles
- Algodón
- Cerillos o encendedor
- Instrumentos para toma de muestras: pinzas, bisturi, cuchillo y espátula.
- Refrigerantes
- Bata, botas, cubreboca, cofia y guantes estériles.
- Pipetas serológicas de 1, 5 y 10 ml, con tapón de algodón.
- Frascos de dilución de 25 ml.
- Matraz Erlenmeyer de 500 ml.
- Vasos de precipitados de 1000 ml
- Cajas Petri.
- Reloj con cronómetro.
- Mecheros de Bunsen.
- Hojas de registro y bolígrafo.
- Gasas.
- Cinta adhesiva.
- Estuche metálico para cajas Petri.
- Estuche metálico para pipetas.
- Carne de cerdo.

4.2 APARATOS E INSTRUMENTOS:

- Autoclave.
- Estufa Bacteriológica.
- Termómetro de aguja y termómetro de bastón.
- Potenciómetro.
- Baño María.
- Licuadora de una o dos velocidades
- Vasos de vidrio para licuadora esterilizables.
- Balanza granataria con sensibilidad de 0.1 g.
- Incubadora con termostato provista de termómetro calibrado.
- Contador de colonias.
- Registrador mecánico.

4.3 REACTIVOS Y MEDIOS DE CULTIVO:

- Solución de Hidróxido de sodio 1.0 N.
- Solución reguladora de fosfatos
- Agua peptonada.
- Agua destilada.
- Agar Tripton-Extracto de Levadura (Agar Cuenta Estándar).

4.4 MÉTODO:

El muestreo de la presente investigación se realizó en una planta empacadora, y las determinaciones microbiológicas fueron realizadas en el Laboratorio de Medicina Preventiva (L-811 y L-812) de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, U.N.A.M..

El muestreo propuesto para este trabajo fué de tipo probabilístico estratificado, ya que en el mismo, todos los elementos que constituyen a la población en estudio tienen igual oportunidad de ser elegidos para conformar la muestra y conservar la misma distribución, permitiendo con esto reducir al mínimo el error estándar (16).

Debido al número y variedad de cortes a muestrear y a lo costoso que resultarían las determinaciones microbiológicas, empleando un criterio proporcional simple se hizo una determinación matemática que pudiera reducir el número total de muestras a obtener, garantizando que los resultados sean estadísticamente significativos, estableciéndose en este caso un lote de 30 muestras de los diferentes cortes, con base en el Teorema del Límite Central, que establece que utilizando un tamaño de muestra estadística de $n \geq 30$ resulta significativa y son válidas las Distribuciones Muestrales empleadas en la Estadística Inferencial. (39)

De esta manera se establecieron los cortes a muestrearse dividiendo los productos en 2 grandes categorías frescas (Tratamiento 1) y congeladas (Tratamiento 2), seleccionándolos con base en los criterios de proporción de uso en los productos elaborados por la empresa e importancia comercial sobre la base de que podrían considerarse como "ingredientes sensitivos" en términos del HACCP. Dichos cortes fueron:

CORTES FRESCOS	CORTES CONGELADOS
Pierna con hueso	Espaldilla
Pierna sin hueso	Caña de lomo
Espaldilla	Recorte especial
Entrecot	
Tocino	
Caña de lomo	
Recorte especial	

Se proyectó iniciar el muestreo el día 6 de octubre de 1995, pero desafortunadamente se presentaron variaciones en el precio de la carne de cerdo, lo que lógicamente repercutió de manera directa en el estudio, ya que la empacadora tuvo que disminuir el recibo de embarques de materia prima hasta que se regularizaran las fluctuaciones en el mercado, e incluso algunas cortes ya no se recibieron, de tal manera que fue necesario realizar un ajuste

en el muestreo adaptándolo al tipo de piezas que se recibían, respetando el total de muestras a obtener, quedando de la manera siguiente:

CUADRO No. 2 CORTES Y NÚMERO DE MUESTRAS OBTENIDAS

CORTES FRESCOS	No. DE MUESTRAS	CORTES CONGELADOS	No. DE MUESTRAS
Pierna sin hueso	7	Pierna sin hueso	2
Espaldilla	3	Espaldilla	6
Tocino	2	Tocino	2
Pierna con hueso	2	Caña de Lomo	2
		Recorte especial	4

RQJ 1996

4.5 PROCEDIMIENTO:

El procedimiento aplicado para la toma de muestras se efectuó según establece la Norma Oficial Mexicana siguiente:

- NOM-109-SSA1-1994 Procedimiento para la Toma, Manejo y Transporte de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico (31).

Y el análisis microbiológico de acuerdo a lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas:

- NOM-110-SSA1-1994 Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico (32).

- NOM-092-SSA1-1994 Método para la Cuenta de Bacterias aerobias en Placa (33).

Las pruebas estadísticas realizadas para el Análisis de resultados fueron:

- Determinación de medidas de tendencia central y de dispersión.
- Correlación lineal simple.
- Correlación múltiple.
- Comparación de medias con muestras independientes (distribución T de Student).
- Diseño completamente al azar desbalanceado y prueba de Tukey (39).

5. RESULTADOS.

Al trabajar con cortes que presentan variaciones en su temperatura, fue necesario dividirlos en dos grandes categorías a saber: Frescos o Tratamiento 1 y Congelados o Tratamiento 2. Las variables estudiadas fueron: Conteo de mesófilos en UFC y en logaritmos, Temperatura y pH. Efectuándose los análisis estadísticos siguientes a los resultados obtenidos:

5.1. Cálculo de medidas de tendencia central y de dispersión para todos los cortes de cada tratamiento.

5.1.1. Fresco (Tratamiento 1). 4 cortes.

5.1.1.1. 1er. Corte, Pierna sin Hueso. 7 observaciones.

CUADRO No. 3

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN, PIERNA SIN HUESO FRESCA (TRATAMIENTO 1).				
	Mínimo	Máximo	Media	D.S.
Mesófilos UFC/10g	12,800	450,000	108,114	+/-154,088
Cuenta Logarítmica	4.1070	5.6532	4.7529	+/-0.5110
Temperatura °C	1	4	2.571	+/-1.134
pH	5.50	6.05	5.8271	+/-0.1995

RQJ, 1996

5.1.1.2. 2o. Corte, Espaldilla. 3 observaciones.

CUADRO No. 4

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN, ESPALDILLA FRESCA (TRATAMIENTO 1).				
	Mínimo	Máximo	Media	D.S.
Mesófilos UFC/10g	25,450	45,750	32,617	+/-11,390
Cuenta Logarítmica	4.4057	4.6604	4.4973	+/-0.1416
Temperatura °C	0	2	0.666	+/-1.1547
pH	5.84	6.10	5.9733	+/-0.1301

RQJ, 1996

5.1.1.3. 3er Corte, Tocino, 2 observaciones.

CUADRO No. 5

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN, TOCINO - FRESCO (TRATAMIENTO 1).				
	Mínimo	Máximo	Media	D.S.
Mesófilos UFC/10g	23,000	97,000	60,000	+/-52,325
Cuenta Logarítmica	4 3617	4 9868	4 6742	+/-0 4420
Temperatura °C	3	3	3	+/-0
pH	5 84	6 140	6 005	+/- 1909

RQJ, 1996

5.1.1.4. 4o. Corte, Pierna con Hueso, 2 observaciones.

CUADRO No. 6

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN, PIERNA CON HUESO - FRESCA (TRATAMIENTO 1).				
	Mínimo	Máximo	Media	D.S.
Mesófilos UFC/10g	23,350	342,500	182,925	+/-225,673
Cuenta Logarítmica	4 3683	5 5347	4 9515	+/-0 8248
Temperatura °C	5	10	7 5	+/-3 5355
pH	5 23	5 89	5 56	+/-0 4667

RQJ, 1996

5.1.2. Congelado (Tratamiento 2). 5 cortes.

5.1.2.1. 1er. Corte, Pierna sin Hueso. 2 observaciones.

CUADRO No. 7

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN, PIERNA SIN HUESO - CONGELADA (TRATAMIENTO 2).				
	Mínimo	Máximo	Media	D.S.
Mesófilos UFC/10g	35,700	205,000	120,350	+/-119,713
Cuenta Logarítmica	4 5527	5 3118	4 9322	+/-0 5367
Temperatura °C	-4	-3	-3 50	+/-0 7071
pH	5 79	6 0	5 8950	+/-0 1485

RQJ, 1996

5.1.2.2. 2do. Corte, Espaldilla. 6 observaciones.

CUADRO No. 8

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN, ESPALDILLA - CONGELADA (TRATAMIENTO 2).				
	Mínimo	Máximo	Media	D.S.
Mesófilos UFC/10g	8,200	118,000	45,983	+/-43,459
Cuenta Logarítmica	3 9138	5 0719	4 4654	+/-0 4767
Temperatura °C	-11	-5	-9 1666	+/-2 1134
pH	5 84	6 03	5 9416	+/-0 0673

RQJ, 1996

5.1.2.3. 3er Corte, Tocino. 2 observaciones.

CUADRO No. 9

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN, TOCINO - CONGELADO (TRATAMIENTO 2).				
	Mínimo	Máximo	Media	D.S.
Mesófilos UFC/10g	35,950	207,000	121,475	+/-120,950
Cuenta Logarítmica	4 5557	5 3160	4 9358	+/-0 5376
Temperatura °C	-10	-8 6	-9 3	+/-0 9899
pH	5 89	5 99	5 94	+/-0 0707

RQJ, 1996

5.1.2.4. 4o. Corte, Caña de Lomo. 2 observaciones.

CUADRO No. 10

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN, CAÑA DE LOMO - CONGELADA (TRATAMIENTO 2).				
	Mínimo	Máximo	Media	D.S.
Mesófilos UFC/10g	15,800	26,000	20,900	+/-7,212
Cuenta Logarítmica	4 1987	4 4150	4 3068	+/-0 1529
Temperatura °C	-12	-7	-9 5	+/-3 5355
pH	5 92	6 03	5 975	+/-0 0777

RQJ, 1996

5.1.2.5. So. Corte, Recorte Especial. 4 observaciones.

CUADRO No. 11

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN, RECORTE ESPECIAL - CONGELADO (TRATAMIENTO 2).				
	Mínimo	Máximo	Medio	D.S.
Mesófilos UFC/10g	21.800	102.000	65.312	+/-38,475
Cuenta Logaritmica	4 3385	5 0086	4 7408	+/-0.3131
Temperatura °C	-13	-7	-9.25	+/-2 6299
pH	5.69	5.96	5.792	+/-0.1209

RQJ, 1996

Como puede observarse en los cuadros 7 al 11, el comportamiento de los valores de las variables en estudio tuvieron un comportamiento similar.

5.2. Cálculo de medidas de tendencia central y de dispersión por grupo de tratamiento.

5.2.1 Fresco (Tratamiento 1) No. de observaciones: 14: 4 Cortes.

CUADRO No 12

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN DE LOS CORTES FRESCOS (TRATAMIENTO 1).				
	Mínimo	Máximo	Media	D.S.
Mesófilos UFC/10g	12.800	450.000	95.750	+/-132.190
Cuenta Logaritmica	4.1070	5.6532	4.7153	+/-0.46
Temperatura °C	0	10	2.93	+/-2.49
pH	5.23	6.14	5.846	+/-0.247

RQJ, 1996

Para el caso de la Temperatura, la *S* en función de la media es muy alta y estadísticamente nos indica que los datos están muy dispersos.

5.2.2. Congelado (Tratamiento 2) No. de observaciones: 16; 5 Cortes

CUADRO NO 13

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN DE LOS CORTES CONGELADOS (TRATAMIENTO 2).				
	Mínimo	Máximo	Media	D.S.
Mesófilos UFC/10g	8,200	207,000	63,962	+/-64,474
Cuenta Logarítmica	3 9138	5 3160	4 6316	+/-0 4339
Temperatura °C	-13	-3	-8 568	+/-2 768
pH	5 59	6 03	5 877	+/-0 129

RQJ, 1996

5.3. Cálculo de la correlación lineal simple para determinar el porcentaje de relación entre las variables temperatura, pH y cuenta de mesófilos registrados para cada tratamiento.

5.3.1. CORTES FRESCOS (TRATAMIENTO 1)

5.3.1.1. Correlación lineal simple entre los valores de las variables temperatura y pH

CUADRO No 14

CORRELACIÓN LINEAL SIMPLE ENTRE TEMPERATURA Y pH		
OBSERVACIÓN	TEMPERATURA	pH
1	4	6 05
2	1	5 98
3	10	5 23
4	3	5 81
5	1	5 98
6	0	5 84
7	5	5 89
8	3	5 64
9	3	5 50
10	2	6 10
11	3	5 87
12	0	5 98
13	3	6 14
14	3	5 83
$r^2 = 0.688335$		

RQJ, 1996

No se encontró una relación significativa entre estas dos variables, lo cual se determinó por el valor de r^2 , ya que la variación del ph se ve influido en un 32 % por otros factores que no es la temperatura, los cuales pueden ser muy diversos.

5.3.1.2. Correlación lineal simple entre los valores de las variables temperatura y conteo de mesófilos (en logaritmo).

CUADRO No 15

CORRELACIÓN LINEAL SIMPLE ENTRE TEMPERATURA Y CONTEO BACTERIANO (EN LOGARITMOS).		
OBSERVACIÓN	TEMPERATURA	LOGARITMO
1	4	4.9590
2	1	4.3054
3	10	5.5347
4	3	4.7482
5	1	4.1072
6	0	4.4257
7	5	4.3683
8	3	4.5289
9	3	5.6532
10	2	4.4057
11	3	4.9868
12	0	4.6604
13	3	4.3617
14	3	4.9685
$r^2 = 0.609701$		

R.QJ, 1996

Como puede observarse en la tabla anterior, en los rangos de temperatura a que se encontraban las muestras de este estudio, se obtuvo un valor de $r^2 = 0.609$, el cual indica que el efecto de esta variable sobre el desarrollo de microorganismos, aunque importante, no es determinante si se considera que casi el 40% de las variaciones en los valores de las cuentas bacterianas se debe a otros factores y no a las variaciones de la temperatura de las muestras.

5.3.1.3.- Correlación lineal simple entre los valores de las variables pH y conteo de mesófilos (en logaritmo).

CUADRO No 16

CORRELACIÓN LINEAL SIMPLE ENTRE pH y CONTEO BACTERIANO (EN LOGARITMOS).		
OBSERVACIÓN	pH	LOGARITMO
1	6.05	4.9590
2	5.98	4.3054
3	5.23	5.5347
4	5.81	4.7482
5	5.90	4.1072
6	5.84	4.4257
7	5.89	4.3683
8	5.64	4.5289
9	5.5	5.6532
10	6.10	4.4057
11	5.87	4.9868
12	5.98	4.6604
13	6.14	4.3617
14	5.83	4.9685
$r^2 = 0.912850$		

RQJ, 1996

Para el caso de pH, este si tiene una gran influencia sobre el conteo de mesófilos, y se demuestra estadísticamente por medio del valor de r^2 , esto es que la relación existente entre el pH y el crecimiento de microorganismos es muy significativa, mayor al 90%.

5.3.2. CORTES CONGELADOS (TRATAMIENTO 2)

5.3.2.1. Correlación lineal simple entre los valores de las variables temperatura y pH.

CUADRO No 17

CORRELACIÓN LINEAL SIMPLE ENTRE TEMPERATURA Y pH.		
OBSERVACIÓN	TEMPERATURA	pH
1	-5.0	5.99
2	-12.0	5.92
3	-9.5	6.03
4	-8.6	5.89
5	-7.0	5.69
6	-8.0	5.72
7	-9.5	5.93
8	-9.0	5.96
9	-10.0	5.90
10	-10.0	5.59
11	-3.0	5.79
12	-10.0	5.84
13	-4.0	6.0
14	-7.0	6.03
15	-13.0	5.80
16	-11.0	5.96
$r^2 = 0.533839$		

RQJ, 1996

El comportamiento entre estas dos variables es muy similar al del tratamiento 1 (Frescos), e incluso para este caso no se encuentra una relación significativa entre ellas.

6.3.2.2.- Correlación lineal simple entre los valores de las variables temperatura y conteo de mesófilos (en logaritmo).

CUADRO No 18

CORRELACIÓN LINEAL SIMPLE ENTRE TEMPERATURA Y CONTEO BACTERIANO (EN LOGARITMOS).		
OBSERVACIÓN	TEMPERATURA	LOGARITMOS
1	-5.0	4.0128
2	-12.0	4.4150
3	-9.5	3.9138
4	-8.6	4.5557
5	-7.0	4.9685
6	-8.0	4.6479
7	-9.5	4.8633
8	-9.0	4.3385
9	-10.0	4.6902
10	-10.0	5.3160
11	-3.0	5.3118
12	-10.0	5.0719
13	-4.0	4.5527
14	-7.0	4.1987
15	-13.0	5.0686
16	-11.0	4.2405
$r^2 = 0.664677$		

RQJ, 1996

El comportamiento entre estas dos variables también fue muy similar al análisis del tratamiento I (Frescos), con la salvedad de que un 34 % de la variación del crecimiento de microorganismos se ve afectado por otros factores a diferencia del 40 % del tratamiento anterior.

6.3.2.3- Correlación lineal simple entre los valores de las variables pH y conteo de mesófilos (en logaritmo).

CUADRO No 19

CORRELACIÓN LINEAL SIMPLE ENTRE pH Y CONTEO BACTERIANO (EN LOGARITMOS)		
OBSERVACIÓN	pH	LOGARITMOS
1	5.99	4.0128
2	5.92	4.4150
3	6.03	3.9138
4	5.89	4.5557
5	5.69	4.9685
6	5.72	4.6479
7	5.93	4.8633
8	5.96	4.3385
9	5.90	4.6902
10	5.59	5.3160
11	5.79	5.3118
12	5.84	5.0719
13	6.0	4.5527
14	6.03	4.1987
15	5.80	5.0086
16	5.96	4.2405
$r^2 = 0.983913$		

RQJ, 1996

Como se observa en el cuadro No 19, entre pH y conteo de mesófilos existe una relación altamente significativa para este tratamiento (congelado).

5.4. Cálculo de correlación lineal múltiple para las variables temperatura y pH con el conteo de mesófilos (en logaritmo), registrados para cada tratamiento.

5.4.1. FRESCO (TRATAMIENTO 1)

CUADRO No 20

CORRELACIÓN MÚLTIPLE PARA LAS VARIABLES TEMPERATURA Y pH CON CONTEO BACTERIANO (EN LOGARITMOS)			
OBSERVACIÓN	TEMPERATURA	pH	LOGARITMO
1	4	6.05	4.9590
2	1	5.98	4.3054
3	10	5.23	5.5347
4	3	5.81	4.7482
5	1	5.90	4.1072
6	0	5.84	4.4257
7	5	5.89	4.3683
8	3	5.64	4.5289
9	3	5.5	5.6532
10	2	6.10	4.4057
11	3	5.87	4.9868
12	0	5.98	4.6604
13	3	6.14	4.3617
14	3	5.83	4.9685
$r^2 = 0.989084$			

RQJ, 1996

6.4.2. CONGELADO (TRATAMIENTO 2)

CUADRO No 21

CORRELACIÓN MÚLTIPLE PARA LAS VARIABLES TEMPERATURA Y pH CON CONTEO BACTERIANO (EN LOGARITMOS)			
OBSERVACIÓN	TEMPERATURA	pH	LOGARITMOS
1	-5.0	5.99	4.0128
2	-12.0	5.92	4.4150
3	-9.5	6.03	3.9138
4	-8.6	5.89	4.5557
5	-7.0	5.69	4.9685
6	-8.0	5.72	4.6479
7	-9.5	5.93	4.8633
8	-9.0	5.96	4.3385
9	-10.0	5.90	4.6902
10	-10.0	5.59	5.3160
11	-3.0	5.79	5.3118
12	-10.0	5.84	5.0719
13	-4.0	6.0	4.5527
14	-7.0	6.03	4.1987
15	-13.0	5.80	5.0086
16	-11.0	5.96	4.2405
$r^2 = 1.0$			

RQJ, 1996

5.5. Se utilizó una comparación de medias con muestras independientes para probar la hipótesis de igualdad de tratamientos, realizándose el análisis para cada corte en el que se tenían los dos tratamientos (fresco y congelado) y para cada variable de respuesta.

5.5.1. PIERNA SIN HUESO.

5.5.1.1. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS 1 (FRESCO) Y 2 (CONGELADO) CON RESPECTO A LA VARIABLE pH.

CUADRO No 22

OBS.	TRAT.	pH	
1	1	6.05	
2	1	5.98	
3	1	5.81	
4	1	5.98	
5	1	5.64	
6	1	5.50	
7	1	5.83	
8	2	5.79	
9	2	6.00	
TRAT.	N	MEDIA	D.S.
1	7	5.8271	0.1995
2	2	5.8950	0.1485

Prob > F	T	Prob > T
1.0	-0.4385	0.6743

RQJ. 1996

Las varianzas poblacionales son iguales ya que $F = 1.0$, y al mismo tiempo podemos decir que los tratamientos son iguales en cuanto al pH, ya que $\text{Prob } > |T| = 0.6743$. Por lo que podemos decir que en la pierna sin hueso el pH se comporta de igual manera para ambos tratamientos.

5.5.1.2- COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS 1 (FRESCO) Y 2 (CONGELADO) CON RESPECTO A LA VARIABLE CONTEO DE MESÓFILOS (EN LOGARITMOS).

CUADRO No 23

OBS.	TRAT.	LOG.
1	1	4.9590
2	1	4.3054
3	1	4.7482
4	1	4.1072
5	1	4.5289
6	1	5.6532
7	1	4.9685
8	2	5.3118
9	2	4.5527

TRAT.	N	MEDIA	D.S.
1	7	4.7529	0.5110
2	2	4.9322	0.5367

Prob > F	T	Prob T
0.6680	-0.4345	0.6770

RQJ, 1996

Las varianzas poblacionales son iguales ya que $F = 0.6680$, y al mismo tiempo podemos decir que los tratamientos son iguales en cuanto al conteo de mesófilos, ya que $\text{Prob } > |T| = 0.6770$. Por lo que podemos afirmar que en la pierna sin hueso el conteo de mesófilos (en logaritmo) se comporta de igual manera para ambos tratamientos.

5.5.2. ESPALDILLA.

5.5.2.1. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS 1 (FRESCO) Y 2 (CONGELADO) CON RESPECTO A LA VARIABLE pH.

CUADRO No 24

OBS.	TRAT.	pH
1	1	5.84
2	1	6.10
3	1	5.98
4	2	5.99
5	2	6.03
6	2	5.93
7	2	5.90
8	2	5.84
9	2	5.96

TRAT.	N	MEDIA	D.S.
1	3	5.9733	0.1301
2	6	5.9416	0.0673
Prob > F	T	Prob T	
0.2038	0.4983	0.6336	

RQJ, 1996

Las varianzas poblacionales son iguales ya que $F = 0.2038$, y al mismo tiempo podemos decir que los tratamientos son iguales en cuanto al pH, ya que $\text{Prob} > |T| = 0.6336$. Por lo que podemos decir que en la espaldilla el pH se comporta de igual manera para ambos tratamientos.

5.5.2.2. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS 1 (FRESCO) Y 2 (CONGELADO) CON RESPECTO A LA VARIABLE CONTEO DE MESÓFILOS (EN LOGARITMO).

CUADRO No 25

OBS.	TRAT.	LOG.
1	1	4.4257
2	1	4.4057
3	1	4.6604
4	2	4.0128
5	2	3.9138
6	2	4.8633
7	2	4.6902
8	2	5.0719
9	2	4.2405

TRAT.	N	MEDIA	D.S.
1	3	4.4972	0.1416
2	6	4.4654	0.4767

Prob > F	T	Prob T
0.1662	0.1099	0.9156

RQJ, 1996

Las varianzas poblacionales son iguales ya que $F = 0.1662$, y al mismo tiempo podemos decir que los tratamientos son iguales en cuanto al conteo de mesófilos, ya que $\text{Prob } > |T| = 0.9156$. Por lo que podemos afirmar que en la espadilla el conteo de mesófilos (logaritmo) se comporta de igual manera para ambos tratamientos.

5.5.3. TOCINO.

5.5.3.1. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS 1 (FRESCO) Y 2 (CONGELADO) CON RESPECTO A LA VARIABLE pH.

CUADRO No 26

OBS.	TRAT.	pH
1	1	5.87
2	1	6.14
3	2	5.89
4	2	5.99

TRAT.	N	MEDIA	D.S.
1	2	6.0050	0.1909
2	2	5.9400	0.0707

Prob > F	T	Prob T
0.4516	0.4515	0.6959

RQJ, 1996

Las varianzas poblacionales son iguales ya que $F = 0.2038$, y al mismo tiempo podemos decir que los tratamientos son iguales en cuanto al pH, ya que $\text{Prob } > |T| = 0.6336$. Por lo que podemos decir que en el tocino el pH se comporta de igual manera para ambos tratamientos.

5.5.3.2. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS 1 (FRESCO) Y 2 (CONGELADO) CON RESPECTO A LA VARIABLE CONTEO DE MESÓFILOS (EN LOGARITMO).

CUADRO No 27

OBS.	TRAT.	LOG.
1	1	4.9868
2	1	4.3617
3	2	4.5557
4	2	5.3160

TRAT.	N	MEDIA	D.S.
1	2	4.6742	0.4420
2	2	4.9358	0.5376

Prob > F	T	Prob T
0.8761	-0.5316	0.6482

RQJ, 1996

Las varianzas poblacionales son iguales ya que $F = 0.8761$, y al mismo tiempo podemos decir que los tratamientos son iguales en cuanto al conteo de mesófilos, ya que $\text{Prob } > |T| = 0.6482$. Por lo que podemos afirmar que en el tocino el conteo de mesófilos (logaritmo) se comporta de igual manera para ambos tratamientos.

5.6. Se utilizó un diseño completamente al azar desbalanceado para probar la hipótesis de igualdad de las variables en los cortes estudiados. Al detectar diferencias significativas, estas se localizaron con la prueba Tukey.

5.6.1. FRESCO (TRATAMIENTO 1). 4 CORTES

1. Pierna sin hueso
2. Pierna con hueso
3. Espaldilla
4. Tocino

5.6.1.1 HIPÓTESIS DE IGUALDAD DE LOS VALORES DE TEMPERATURA DE LOS CORTES.

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

H_i : no todos los cortes problema son iguales.

CUADRO No 28

TABLA DE HIPÓTESIS DE IGUALDAD DE TEMPERATURA DE LOS CORTES.		
OBSERVACIONES	CORTE	TEMPERATURA
1	1	4
2	1	1
3	1	3
4	1	1
5	1	3
6	1	3
7	1	3
8	2	10
9	2	5
10	3	0
11	3	2
12	3	0
13	4	3
14	4	3
Pr > F = 0.0043		

RQJ. 1996

Como el valor de $Pr > F = 0.0043$ entonces rechazamos H_0 y por tanto se acepta H_i .

Se puede afirmar que significativamente existe por lo menos una diferencia entre los cortes, pero no es posible saber con estos datos cuales son los que difieren.

Con la prueba Tukey utilizando $\alpha = 0.05$ y DMT = 4.327, se encontraron las diferencias significativas siguientes:

$$PCH \neq PSH \quad \bar{x}_2 - \bar{x}_1 = 4.9229 \quad 1.218 \leq \mu_2 - \mu_1 \leq 0.639$$

$$PCH \neq ESPAL. \quad \bar{x}_2 - \bar{x}_3 = 6.833 \quad 2.609 \leq \mu_2 - \mu_3 \leq 11.058$$

PCH = Pierna con hueso PSH = Pierna sin hueso Espal = Espaldilla

Lo que nos indica que la pierna con hueso es diferente a la pierna sin hueso y a la espaldilla con respecto a sus valores de temperatura.

5.6.1.2 HIPÓTESIS DE IGUALDAD DEL pH DE LOS CORTES.

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

H_1 : no todos los cortes problema son iguales

CUADRO No 29

TABLA DE HIPÓTESIS DE IGUALDAD DEL pH DE LOS CORTES		
OBSERVACIONES	CORTE	pH
1	1	6.05
2	1	5.98
3	1	5.81
4	1	5.98
5	1	5.64
6	1	5.50
7	1	5.83
8	2	5.23
9	2	5.89
10	3	5.84
11	3	6.10
12	3	5.98
13	4	5.87
14	4	6.14
Pr > F = 0.2340		

RQJ, 1996

Como $Pr > F = 0.2340$, se acepta H_0 (se rechaza H_1).

Se Puede afirmar que no existen diferencias significativas entre los cortes.

Comprobando con la prueba de Tukey utilizando $\alpha = 0.05$ y DMT = 4.327; no se encontró ninguna diferencia, por lo que dice que todos los cortes son iguales por lo que respecto a su pH.

5.6.1.3 HIPÓTESIS DE IGUALDAD DEL CONTEO DE MESÓFILOS (EN LOGARITMO) DE LOS CORTES.

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

H_1 : no todos los cortes problema son iguales.

CUADRO No 30

OBSERVACIONES	CORTE	LOGARITMO
1	1	4.9590
2	1	4.3054
3	1	4.7482
4	1	4.1072
5	1	4.5289
6	1	5.6532
7	1	4.9685
8	2	5.5347
9	2	4.3683
10	3	4.4257
11	3	4.4057
12	3	4.6604
13	4	4.9868
14	4	4.3617
Pr > F = 0.7942		

RQJ, 1996

Como Pr > F = 0.7942, se acepta H_0 (se rechaza H_1).

Se Puede afirmar que no existen diferencias significativas entre los cortes.

Comprobando con la prueba de Tukey utilizando $\alpha = 0.05$ y DMT = 4.327; no se encontró ninguna diferencia, por lo que se dice que todos los cortes son iguales por lo que respecto al conteo de mesófilos (en logaritmos).

5.6.2. CONGELADOS (TRATAMIENTO 2). 5 cortes.

1. Espaldilla
2. Caña de lomo
3. Tocino
4. Recorte Especial
5. Pierna sin hueso.

5.6.2.1 HIPÓTESIS DE IGUALDAD DE TEMPERATURA DE LOS CORTES.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$$

H_1 : no todos los cortes problema son iguales.

CUADRO No 31

TABLA DE HIPÓTESIS DE IGUALDAD DE TEMPERATURA DE LOS CORTES		
OBSERVACIONES	CORTE	TEMPERATURA
1	1	-5
2	1	-9.5
3	1	-9.5
4	1	-10
5	1	-10
6	1	-11
7	2	-12
8	2	-7
9	3	-8.6
10	3	-10
11	4	-7
12	4	-8
13	4	-9
14	4	-13
15	5	-3
16	5	-4
Pr > F = 0.0791		

Como $Pr > F = 0.0791$, se acepta H_0 (se rechaza H_1).

Se Puede afirmar que no existen diferencias significativas entre los cortes.

Comprobando con la prueba de Tukey utilizando $\alpha = 0.05$ y $DMT = 4.574$; no se encontró ninguna diferencia, por lo que dice que todos los cortes son iguales por lo que respecto a su temperatura.

5.6.2.2 HIPÓTESIS DE IGUALDAD DEL pH DE LOS CORTES.

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

H_1 : no todos los cortes problema son iguales.

CUADRO No 32

TABLA DE HIPÓTESIS DE IGUALDAD DEL pH DE LOS CORTES		
OBSERVACIONES	CORTE	pH
1	1	5.99
2	1	6.03
3	1	5.93
4	1	5.90
5	1	5.84
6	1	5.96
7	2	5.92
8	2	6.03
9	3	5.89
10	3	5.99
11	4	5.69
12	4	5.72
13	4	5.96
14	4	5.80
15	5	5.79
16	5	6.0
Pr > F = 0.1705		

RQJ, 1996

Como $Pr > F = 0.1705$, se acepta H_0 (se rechaza H_1).

Se Puede afirmar que no existen diferencias significativas entre los cortes.

Comprobando con la prueba de Tukey utilizando $\alpha = 0.05$ y DMT = 4.574; no se encontró ninguna diferencia, por lo que dice que todos los cortes son iguales por lo que respecto a su pH.

5.6.2.3 HIPÓTESIS DE IGUALDAD DEL CONTEO DE MESÓFILOS (EN LOGARITMO) DE LOS CORTES.

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

Hi: no todos los cortes problema son iguales.

CUADRO No 33

OBSERVACIONES	CORTE	LOGARITMO
1	1	4.0128
2	1	3.9138
3	1	4.8633
4	1	4.6902
5	1	5.0719
6	1	4.2405
7	2	4.4150
8	2	4.1987
9	3	4.5557
10	3	5.3160
11	4	4.9685
12	4	4.6479
13	4	4.3385
14	4	5.0086
15	5	5.3118
16	5	4.5527
Pr > F = 0.4167		

Como $Pr > F = 0.4167$, se acepta H_0 (se rechaza H_1).

Se Puede afirmar que no existen diferencias significativas entre los cortes.

Comprobando con la prueba de Tukey utilizando $\alpha = 0.05$ y $DMT = 4.574$; no se encontró ninguna diferencia, por lo que dice que todos los cortes son iguales con respecto a su cuenta de mesófilos (en logaritmos).

6.DISCUSIÓN.

Se ha determinado una amplia utilización de grupos de microorganismos, cuya enumeración o recuento se realiza con mayor facilidad y cuya presencia en los alimentos (en determinado número) indica que estos productos estuvieron expuestos a condiciones que pudieran haber introducido organismos peligrosos y/o permitido la multiplicación de microorganismos saprófitos en un grado tal que al degradar y utilizar los compuestos orgánicos de los alimentos forman sustancias tóxicas para el consumo humano (19).

El principal objetivo de la utilización de bacterias como indicadores de prácticas no sanitarias es revelar defectos en el tratamiento que llevan consigo un peligro potencial para el alimento y para el consumidor.

Cada tipo de recuento de gérmenes viables es potencialmente útil para fines específicos, pero el recuento de bacterias aerobias mesófilas es el más comúnmente utilizado para indicar la calidad sanitaria de los alimentos (8 y 19).

En la industria de alimentos a menudo el empresario carece de información sobre las condiciones de sanitización o del tiempo, pH y temperatura relativos a la obtención, manejo, producción y transporte de su materia prima. Es menester el contar con la información adecuada, pero cuando ésta falta, un recuento de la flora aeróbica mesófila puede constituir una referencia valiosa. Si éste es alto, o si varía considerablemente en las muestras de partidas diferentes o dentro de una misma partida, ello quiere decir que con toda probabilidad el control microbiológico fue inadecuado durante la industrialización o tratamiento de los alimentos, la conservación o el transporte. Además el fabricante de alimentos, por su parte, puede utilizar tales recuentos para evaluar en su fábrica la eficacia de la sanitización a lo largo del proceso de industrialización (19).

Los recuentos elevados de bacterias mesófilas en productos crudos o no tratados, a menudo están constituidos por la microflora normal, además de que, todas las bacterias patógenas conocidas vehiculadas por los alimentos son mesófilas y en muchos casos contribuyen con su presencia a los recuentos en placa (20).

Todo lo antes mencionado forma parte de una concepción que se ha manejado por años y que prevalece en la actualidad; sin tomar en consideración que dichos conteos por si solos no determinan la calidad sanitaria de un producto.

El examen microbiológico rutinario de los alimentos para detectar en ellos una serie de microorganismos patógenos, saprófitos y sus toxinas no es práctico en la mayoría de los casos.

Aun cuando existen laboratorios en la industria que cuentan con métodos sensibles montados, es factible que no puedan contar con las facilidades y capacidades técnicas precisas para llevar a cabo estas pruebas (19)

A raíz de esto, surge la necesidad de encontrar opciones que permitan implementar procedimientos rápidos, confiables, baratos y fáciles de realizar, que permiten monitorear el control de los puntos críticos. El HACCP representa dicha opción, ya que nos da la pauta para lograrlo al permitir establecer procedimientos de monitoreo efectivo como lo son los controles físicos y químicos que pueden practicarse de manera rutinaria, a diferencia de los microbiológicos que por el tiempo y costo se vuelven imprácticos (10 y 24).

Por lo anterior, este sistema recomienda trabajar con base en registros de pruebas físicas y químicas rutinarias para establecer una correlación con las posibles poblaciones microbianas (en términos cualitativos y cuantitativos) Ya que se considera a la carne como un ingrediente sensible debido a que estadísticamente se encuentra asociada con un riesgo microbiológico (24).

Basándonos en estas razones se eligió el conteo de mesófilos aerobios, el cual fue utilizado en la empresa donde se llevó a cabo el estudio, al tiempo que también se emplearon la toma de temperatura y de pH, para determinar la posible relación existente de una con las otras, con la finalidad de monitorear la calidad sanitaria de sus proveedores, como parte de la implementación del HACCP en la misma.

Para comparar los resultados obtenidos en el presente estudio, se buscó en la bibliografía sin encontrar trabajos similares; por lo que se tomó como punto de comparación un anteproyecto de NOM.

Los límites máximos reportados para el caso de mesófilos aerobios en carnes refrigeradas y congeladas según el anteproyecto de NOM-SSA1-000-1995 Carnes rojas refrigeradas y congeladas establece 1 millón de UFC/g para las carnes rojas frescas refrigeradas y de 500 000 UFC/g para carne congelada

El ICMSF establece que cuando la cuenta bacteriana excede de 10^6 microorganismos por gramo, la descomposición puede ser detectada por el olor, el gusto o el aspecto en la mayoría de los alimentos (19)

Los resultados obtenidos en este estudio se encuentran muy por debajo de los valores mencionados por lo que es posible suponer que las muestras estudiadas se pueden calificar como de excelente calidad microbiológica, o bien, que la normalización es muy laxa y establece parámetros muy amplios

Al considerar $\bar{X} \pm 1s$, para los valores de la variable temperatura de la pierna sin hueso, espaldilla y tocino frescos (cuadros 3,4, y 5), se establecieron rangos en los cuales al comparar con la literatura especializada, el producto estudiado se encuentra dentro de un margen de seguridad que dificulta el desarrollo microbiano. Mientras que para la pierna con hueso fresca, los valores de la temperatura resultan muy elevados como se observa en el cuadro 6, e incluso al considerar $\bar{X} \pm 1s$, se obtiene un rango de 4 a 11 °C, valores de temperaturas en las cuales no se tiene un margen de seguridad adecuado y que por el contrario pueden propiciar el desarrollo microbiano.

Para el grupo de Cortes frescos (cuadro No. 12), se encontró que los datos de la variable temperatura están muy dispersos, pero al considerar $\bar{X} \pm 1s$, se estableció un rango de 0.5 a 5.5 °C; temperaturas en las cuales se tiene un margen de seguridad que dificulta el desarrollo microbiano.

Con respecto a la temperatura, Schmidt en sus trabajos con carne picada inoculada con una mezcla de 10 tipos de salmonelas frecuentes en carne y mantenidas hasta ocho días a temperaturas constantes, encontró que a una temperatura de 7 °C durante una semana, no hay reproducción de las salmonelas. A 8 °C comenzó un leve crecimiento después de 96

horas; a 9 °C comenzó el crecimiento de salmonelas después de 36 horas y a 10 °C después de 24 horas. A 12 °C y 15 °C se observaron fuertes crecimientos de las salmonelas tras 15 y 6 horas respectivamente (36).

Esto es, por encima de los 7 °C, puede presentarse un considerable crecimiento de vitalidad de las salmonelas supervivientes, lo que se manifiesta en un acortamiento de la fase de reposo y del tiempo de generación. Dicho efecto de estimulación es fuertemente notable sobre todo a 8 °C de temperatura de almacenamiento. En consecuencia habrá que tener en cuenta el mantenimiento estricto de 7 °C como temperatura de almacenamiento máxima para la carne y los productos refrigerados (29 y 36).

Las temperaturas de refrigeración exigidas por la Comunidad Económica Europea (CEE) para el comercio de carne fresca dentro de sus fronteras (7 °C como máximo para el transporte y almacenamiento de carne y 3 °C, también como máximo, para los subproductos -por ejemplo para despojos) son completamente suficientes para evitar con seguridad el crecimiento de salmonelas, siempre que se observe estrictamente su mantenimiento (36).

Lo anterior es muy relevante, ya que salmonela es uno de los microorganismos patógenos de importancia en la industria de alimentos y sobre todo, por que estas se clasifican dentro del grupo de las bacterias mesófilas.

Al considerar $\bar{X} \pm 1s$, para los valores de la variable temperatura de todos los cortes congelados (pierna sin hueso, espaldilla, tocino, caña de lomo y recorte especial) se encontró que ninguno de ellos alcanzó las temperaturas mínimas de conservación de los productos congelados, lo cual puede verse en los cuadros del 7 al 11.

Por otro lado, si consideramos $\bar{X} \pm 1s$, para los valores de temperatura del grupo de cortes congelados (cuadro No 13) se forma un rango que no corresponde a las temperaturas mínimas de conservación de estos productos, lo que puede acarrear problemas en los mismos ya que durante el almacenamiento, las proteínas pueden sufrir una deshidratación irreversible, la mioglobina oxidarse especialmente en la superficie y las grasas oxidarse e hidrolizarse. Además, de que las fluctuaciones en la temperatura de almacenamiento determinan un aumento en el tamaño de los cristales de hielo lo que permite alterar físicamente al alimento por pérdida de líquido (sinéresis) y blandecimiento del mismo.

En lo que se refiere a la temperatura de congelación se encontró que ésta debe ser de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ como mínimo, para impedir o reducir al máximo los cambios enzimáticos y microbiológicos del alimento. Dicha temperatura se establece en:

- Norma Oficial Mexicana NOM-034-SSA1-1993, Bienes y servicios. Productos de la carne. Carne molida y carne molida moldeada envasada. Especificaciones sanitarias.
- Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994, Bienes y servicios. Preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos. Cédula de verificación
- Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-030-ZOO-1994. Especificaciones para la verificación de carne, canales, vísceras y despojos en puntos de verificación zoonosanitaria

Al considerar $\bar{X} \pm 1s$, para los valores de la variable pH de la pierna sin hueso, espaldilla y tocino frescos (cuadros 3,4 y 5), se determinó un rango que concuerda con la literatura especializada. Mientras que para la pierna con hueso (cuadro 6), el valor mínimo detectado de pH se encuentra muy por debajo de lo establecido en la literatura.

Por otro lado, al aplicar $\bar{X} \pm 1s$, para los valores de la variable pH de la pierna sin hueso, espaldilla, tocino, caña de lomo y recorte especial congelados se encontró que el pH se ubica en los rangos establecidos en la literatura (cuadros del 7 al 11), esto también se observó en el grupo de cortes congelados (cuadro No 13).

Callow menciona que los valores mínimos y máximos de pH alcanzados en la carne de cerdo al término del *rigor mortis* es entre 5.3 y 6.9; mientras que Llórente y López sugieren para carnes rojas frescas refrigeradas y congeladas de cerdo un pH entre 5.5 y 6.2 (22).

Por otra parte se detectó la relación existente entre las variables estudiadas empleando correlación lineal simple con lo que se detectó, para los cortes frescos, que no se presentó una relación muy significativa entre temperatura-pH (68 %) y temperatura-conteo de mesófilos (61 %); siendo muy similar el comportamiento para el caso de los cortes congelados (temperatura-ph 53 % y temperatura-conteo de mesófilos 66 %); caso contrario para el pH y conteo de mesófilos (en logaritmos) donde existe una relación altamente

significativa tanto para los cortes frescos(91 %) como congelarlos (98 %), y donde se observa una influencia muy alta de uno con respecto al otro, pero sin poder llegar a determinar que variable influye sobre la otra.

Resumiendo, podemos decir que para ambos tratamientos el comportamiento en cuanto a la relación existente entre las variables fue muy similar, no siendo muy significativa dicha relación entre pH-temperatura y temperatura-conteo de mesófilos, pero es importante destacar que en ambos tratamientos la relación entre pH-conteo de mesófilos fue muy significativa, lo que nos puede indicar que el crecimiento de microorganismos se ve afectado por el pH, o bien, que el pH es el que varía por causa del crecimiento de microorganismos.

Con la correlación múltiple se evidenció la relación existente entre las variables temperatura y pH con el conteo de mesófilos, la cual fue altamente significativa para ambos tratamientos, siendo del 99 % para los cortes frescos (cuadro No 20) y del 100 % para los cortes congelados (cuadro No 21), con lo que se pone de manifiesto la gran influencia que ejercen las condiciones ambientales sobre el desarrollo microbiano.

Con la comparación de medias se encontró que las variables pH y conteo bacteriano se comportan de la misma manera en el caso de la pierna sin hueso, espadilla y tocino tanto frescos (tratamiento 1) como congelado (tratamiento 2), como se puede apreciar en los cuadros 22 al 27. Con lo que es posible suponer que las variables no se influyen por el tipo de corte o tratamiento.

Por último, al realizar el diseño completamente al azar desbalanceado para probar la hipótesis de igualdad de las variables en los cortes estudiados, se encontró para los cortes frescos, que las variables pH y conteo de bacterias se comportan de la misma manera sin importar el tipo de corte (cuadros No. 29 y 30), mientras que para el caso de la variable temperatura si se encontraron diferencias entre los cortes, evidenciándose con la prueba Tukey (cuadro No. 28), dando como resultado que la pierna con hueso se comporta diferente a la pierna sin hueso; y a la espadilla con respecto a la variable temperatura. Esto

puede deberse a que tanto la pierna sin hueso como la espaldilla no son tan voluminosas debido al manejo que se les da como es el deshuesado y la pierna con hueso al ser entera es más voluminosa y más compacta.

Al aplicar esta misma prueba a los cortes congelados, no se encontró ninguna diferencia entre los cortes para las tres variables estudiadas: temperatura, pH y conteo de bacterias (cuadros 31,32, y 33).

En el caso de las correlaciones lineales simples y múltiples, comparación de medias y diseño completamente al azar desbalanceado, no se reportan trabajos similares en la bibliografía especializada, por lo cual no existen bases para comparar estos resultados.

7. CONCLUSIONES.

La carne de cerdo muestreada, la podemos considerar de alta calidad desde el punto de vista microbiológico, ya que los conteos bacterianos estuvieron por debajo de lo establecido en la Normalización nacional y europea.

El grupo de cortes frescos, en general cumple con las temperaturas máximas de refrigeración (0-7 °C) lo que favorece su conservación por inhibición de las enzimas autolíticas propias de la carne y las de los microorganismos presentes; a excepción de la pierna con hueso que no cumplió con dichas temperaturas.

Para el grupo de cortes congelados, ninguno de ellos cumple con la temperatura mínima de conservación para este tipo de productos que establece la normalización nacional; lo que podría ocasionar, si no problemas de crecimiento bacteriano, si deshidratación en el mismo al momento de la descongelación.

Los límites críticos determinados en este caso son:

- Cortes frescos: pH de 5.23 a 6.14.
- Cortes congelados: pH de 5.59 a 6.03.

La combinación de la temperatura y el pH ejerce una influencia del 99 al 100% sobre el desarrollo bacteriano, lo que confirma lo mencionado en la literatura.

8. RECOMENDACIONES

En lo que se refiere a la variable temperatura, el presente trabajo no permitió determinar los límites críticos; por lo que se recomienda adoptar los establecidos en la literatura, los cuales son:

Cortes frescos: temperatura de 0 a 7 °C.

Cortes Congelados: Temperatura de -18 °C como mínima.

Al mismo tiempo, y basados en las correlaciones lineales simples y múltiples, se recomienda adoptar la toma y registro de las variables temperatura y pH como opción de pruebas rápidas de verificación para efectuarse de manera continua, permanente y confiable.

Por último, con la información obtenida en este trabajo se pueden sentar las bases para la selección de los proveedores estudiados, ya que los resultados obtenidos mostraron cuentas relativamente bajas.

9. BIBLIOGRAFÍA.

1. Amo, V. A.: Industria de la carne. Edit. Aedos, Barcelona, España, 1980.
2. Bacus J. N.; Brown W. L.: Use of microbial cultures meat products. Food Technology (1981) 35 (1).
3. Banwart J. G.: Microbiología básica de los alimentos. Ediciones Bellaterra S. A., España, 1982.
4. Baumgart J.: Microbiological investigation of foodstuffs. 2a. ed, Hamburgo, Alemania, 1990.
5. Forrest J.: Fundamentos de ciencias de la carne. Edit. Acribia, Zaragoza, España, 1979.
6. Brock T.: Biología de los microorganismos. 2a. ed. Ediciones Omega, Barcelona, España, 1980.
7. Demain L. A.; Solomon A. N.: Manual of industrial microbiology and biotechnology. American Society for Microbiology, Washington D.C., 1986.
8. Dieter M.: Cifras de Gérmenes en las canales de los animales de abasto. Die Fleischerei (1991) 7 y 8.
9. Cunningham E.: Food Science and Technogy, U S A., 1987.
10. Food Processors Institute. HACCP Establishing hazard analysis critical control point program (annex A workshop manual). Edit. Kenneth E. S., Washington D. C., 1993.
11. Gill O. C.: A review intrinsic bacteria in meat. Journal of Bacteriology, (1979) 47.
12. Gill O. C.: Meat spoilage and evaluation of the potencial storage life of fresh meat. Journal of Food Protection, (1983) 46 (5).
13. Girard J. P.: Tecnología de la carne y de los productos cárnicos. 4a. ed., Edit. Acribia, España, 1991.
14. Guyette E. J.: Technical knockout. Meat Marketing and Technology, (1994) 2 (5).
15. Heredia L. J.; Garnica A. R.: Aplicación del análisis de riesgo, identificación y control de puntos críticos en la elaboración de cárnicos. Secretaría de Salud, México, 1994.
16. Hernández S. R.; Fernández C. C.: Metodología de la Investigación. Mc graw Hill, Interamericana de México, México D. F., 1991.

17. ICMSF. Ecología microbiana de los alimentos vol. 1. 4a. ed., Edit. Acribia, Zaragoza, España, 1980.
18. ICMSF. Ecología microbiana de los alimentos vol. 2. Edit. Acribia, Zaragoza, España, 1981.
19. ICMSF. Microorganismos de los alimentos. Técnicas de análisis microbiológico vol. 2. 2a ed., Edit. Acribia, Zaragoza, España, 1987.
20. Brandy P.; Migaki G.: Higiene de la carne. Compañía Edit. Continental S. A., México D. F., 1975.
21. Jiménez V. J.; Macarulla J.: Físicoquímica fisiológica 4a ed., Edit. Interamericana, Madrid, España, 1975.
22. López P. J.; Llórente B. A.: Especificaciones físico-químicas para el anteproyecto de NOM-SSA1-000-1995 de carnes rojas frescas refrigeradas y congeladas preenvasadas. Investigación Multidisciplinaria FES-C 1995, Memorias del LX Foro Interno de Investigación.
23. López P. J.; Pantoja C. D.: Memorias del 1er curso-taller Analisis de Riesgo en Alimentos. FES-C 1995.
24. de Chávez M.; Hernández M.; Roldan J. A.: Tablas de uso práctico del valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México. 2a. ed., Comisión nacional de Alimentación, México D. F., 1992.
25. Jay J.: Modern Food Microbiology. 4a ed., Edit. Van Nostrand Reinhold, New York, E. U. A., 1992.
26. Molins A. R.: Microbiología Cárnica. Lácteos y Cárnicos Mexicanos. (1993) 8 (4)
27. Nielsen J. S.; Zeuthen P.: Influence of lactic acid bacteria and the overall flora on development of pathogenic bacteria in vacuum-packed, cooked emulsion-style sausage. Journal of Food Protection, (1985) 48 (1).
28. Nielsen W. J.; Dickson S. J.; Crouse D. J.: Use of bacteriocin produced by *Pedococcus acidilactici* to inhibit *Listeria monocytogenes* associated with fresh meat. Applied Environmental Microbiology (1990) 56 (7).
29. Noskova G. L.: Microbiología de las carnes conservadas por el frío. Edit. Acribia, Zaragoza, España, 1975.

30. Raccach M.; Henningsen.: Role of lactic acid bacteria, curing salts, spices and temperature in controlling the growth of *Yersinia enterocolitica* Journal of Food Protection (1984) 47 (5).
31. Secretaría de Salud. NOM-109-SSA1-1994. Procedimiento para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
32. Secretaría de Salud. NOM-110-SSA1-1994. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
33. Secretaría de Salud. NOM-092-SSA1-1994. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
34. Schiffner E.: Cultivos bacterianos para la industria cárnica. Edit. Acribia S. A., España, 1978.
35. Tompkin B. R.: The use of HACCP in the production of meat and poultry products. Journal of Food Protection (1990) 53 (9).
36. Troeger K.; Woltersdorf W.: Calidad e higiene de la carne. Die Fleischerei (1985) 8.
37. Varios. Ley General de Salud. 10a. ed., Edit. Porrúa S. A., México D. F., 1993.
38. C. Frazier ; C. Westhoff D.: Microbiología de los alimentos. 3a. ed., Edit Acribia, Zaragoza, España, 1985.
39. Daniel W.: Bioestadística. 3a. ed., Edit. Limusa, 9a. reimpression, México D. F., 1993.

**ESTA TESTS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**