

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ.
CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO DE COCLÉ.
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y TECNOLOGÍA.
ESCUELA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

TESIS

“CARACTERIZACION DE LA MICROBIOTA ASOCIADA A LA VIDA UTIL DE DOS MARCAS COMERCIALES DE JAMON DE CERDO COCIDO REBANADOS EMPACADOS AL VACÍO”

Tesis presentada a la Dirección de la Escuela de Ciencias y Tecnología de Alimentos como requisito parcial para optar por la **Licenciatura en Ciencias y Tecnología de Alimentos.**

POR:

ALBAEZ SHAIK, FABIOLA DEL CARMEN C.I.P 2-738-833
HERNANDEZ CARDENAS, TATIANA LISSETH C.I.P 2-739-1236

Penonomé, 2019

Profesora Asesora

Martha Chaves de Von Chong

Departamento de Microbiología y Parasitología

Facultad de Ciencias Naturales, Exacta y tecnología

Escuela de Ciencias y Tecnología de Alimentos.

Universidad de Panamá

E- mail: kmvonchong@cwpanama.net

Dedicatoria

Primeramente, a Dios por la vida, su amor infinito, por guiar mis pasos en este caminar, por darme la fortaleza necesaria para afrontar con entereza cada una de las dificultades, por darme la oportunidad de llegar a este momento tan especial en mi vida y cumplir esta meta.

A mis personitas en el cielo, mis abuelos que siempre han sido luz para mí, en especial a mi abuela Eneida Esther, quien siempre estuvo apoyándome durante toda mi carrera, mi inspiración en muchos sentidos, por darme ese ejemplo de que se puede lograr cada cosa que propuesta si se tiene perseverancia, dedicación y entrega.

A mi madre Olivia del C Shaik Ruíz, que con amor ha sido ese pilar tan importante para mí, a través de su comprensión, motivación, apoyo, y que ha sabido prepararme para todas las circunstancias que se presenten en mi vida. A mi padre José Albaez por su apoyo y motivación sin condiciones. Y cada uno de mis familiares quienes han sido de apoyo durante mi vida y mi carrera universitaria.

Quiero agradecer también a mi compañera Tatiana Hernández, que juntas, con cariño, apoyo y lazos de amistad, pudimos formar un buen equipo. A mis compañeros brindarme su amistad y apoyo durante toda la travesía y lograr lo que hoy damos por hecho, la culminación de nuestra carrera profesional.

A los profesores que con paciencia y mucha dedicación lograron impartir sus conocimientos para mi aprendizaje, a todos ellos, muchas gracias.

Fabiola del C. Albaez Shaik

Dedicatoria

Primero que todo le doy gracias a Dios porque él me ha dado las fuerzas para lograr culminar mis estudios universitarios, una de las metas que me propuse en la vida. Esto no lo hubiera logrado sin el apoyo de mi familia, parte importante de mi formación.

Quiero dedicar este trabajo a mi madre Aida Cárdenas Justiniani, que se dedicó siempre de mi bienestar y estuvo conmigo incondicionalmente preparándome para los retos que impone la vida, siendo mi inspiración para luchar de ahora en adelante.

Además, quiero agradecer a mi hermana Ruth Hernández, no solo por los momentos que hemos vivido, sino por escucharme, comprenderme y estar siempre a mi lado.

A mi tío Manuel Cárdenas, le doy las gracias por su apoyo, por ser como un padre y estar en los momentos más difíciles orientándome.

Y, por último, a mi compañera Fabiola Albaez, por su amistad, paciencia, cariño, y apoyo en este recorrido. A mis compañeros (as), por su ayuda y buena relación durante estos años.

Gracias a los profesores de la escuela de Alimentos por todo el esfuerzo, tiempo dedicado, conseguir tres cosas valorables el haber aprendido, emocionarme y disfrutar la carrera.

Tatiana Lisseth Hernández Cárdenas.

Agradecimiento

Primero que todo queremos agradecerle a Dios por permitirnos culminar esta meta, mostrándonos el camino y la fortaleza necesaria para continuar pese a las adversidades encontradas.

A nuestra tutora la profesora Martha de Von Chong, por su dedicación y esfuerzo puesto en cada día para orientarnos en el desarrollo de este trabajo.

A los profesores Omaris Vergara, Larissa Kobleva, Teresita Henríquez y Juan Ramos, por su paciencia, colaboración y por transmitirnos sus conocimientos que fueron de mucha utilidad para el avance de nuestra tesis.

Y, por último, pero no menos importante, a todos los profesores y compañeros de Ciencia y Tecnología de Alimentos, por su apoyo, a lo largo de estos cuatro años de aprendizaje y experiencias vividas.

Índice General

Dedicatoria	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice General	vi
Índice de Tablas	viii
Índice de Gráficas y Figuras.....	ix
Introducción	13
1. Antecedentes	16
1.1 Definiciones	16
1.2 Clasificación de los jamones	17
1.3 Proceso de elaboración.....	17
1.4 Naturaleza de las materias primas y aditivos	21
1.5 Calidad, vías de deterioro y alteraciones del jamón	23
1.6 Microbiología de los productos cárnicos tratados por calor.....	25
1.7 Microorganismos alterantes en jamón.....	26
1.8 Bacterias presentes en los jamones empacados al vacío	27
1.8.1 Mesófilos Aerobios	27
1.8.2 Enterobacterias	29
1.8.3 Bacterias ácido lácticas (BAL).....	31
1.9 Características microbiológicas de jamones cocidos	33
1.10 Características de los jamones.....	34
1.11 Parámetro físico-químico del jamón	36
1.12 Vida útil.....	36
1.13 Vida útil de los productos cárnicos	38
2. Materiales y Métodos	39
2.1 Área de estudio.....	39
2.2 Muestra.....	39
2.3 Análisis de pH.....	40
2.4 Análisis Microbiológico	40
2.4.1 Materiales	40
2.4.2 Preparación de muestras.....	41

2.4.3	Recuento de Mesófilos aerobios.....	42
2.4.4	Recuento de Enterobacterias	43
2.4.5	Recuento de bacterias acido lácticas	43
2.5	Análisis Estadístico	44
3.	Resultados y Discusión	45
3.1	Medición de pH.....	45
3.2	Análisis Microbiológicos	46
3.2.1	Mesófilos aerobios	46
3.2.2	Enterobacterias	48
3.2.3	Bacterias Ácido Lácticas	49
4.	Conclusiones	51
5.	Recomendaciones.....	52
6.	Referencias Bibliográficas	53
7.	Anexo	61

Índice de Tablas

Tabla N°1. Límites microbiológicos que deben cumplir los jamones de cerdo procesados...	34
Tabla N°2. Diseño experimental de los análisis microbiológicos.....	42
Tabla N°3. Valores de pH en jamón de cerdo cocido rebanados empacados al vacío.....	45
Tabla N°4. Resultados de las medias para mesófilos aerobios desde el día 0 hasta el día 20.....	69
Tabla N°5. Resultados de las medias para enterobacterias desde el día 0 hasta el día 20.....	69
Tabla N°6. Resultados de las medias para bacterias ácido lácticas desde el día 0 hasta el día 20.....	70

Índice de Gráficas y Figuras

Gráfico N°1. Comportamiento de los mesófilos aerobios desde el día 0 hasta el día 20, presentando las diferentes diluciones, marcas y establecimiento.....	46
Gráfico N°2. Comportamiento de enterobacterias desde el día 0 hasta el día 20, presentando las diferentes diluciones, marcas y establecimiento.....	48
Gráfico N°3. Comportamiento de bacterias ácido lácticas desde el día 0 hasta el día 20, presentando las diferentes diluciones, marcas y establecimiento.....	49
Figura N°1. Diagrama para el aislamiento de Mesófilos aerobios, enterobacterias y bacterias ácido lácticas.....	44
Figura N°2. Medición de temperatura de la muestra comprada en el establecimiento 1.....	61
Figura N°3. Medición de temperatura de la muestra comprada en el establecimiento 2.....	61
Figura N°4. Pesado de la peptona.....	61
Figura N°5. Añadido del agua destilada para preparación de peptona.....	61
Figura N°6. Agregado de la peptona a los tubos de ensayo, mason y botellas de dilución pertinentes.....	61
Figura N°7. Materiales esterilizados en la autoclave.....	62
Figura N°8. Rotulado de las placas Petrifilm.....	62
Figura N°9. Pesado de la muestra.....	62
Figura N°10. Licuado de la muestra en agua peptonada para su homogenización.....	62

Figura N°11. Agregado de 1.0 ml de dilución en placas Petrifilm.....	62
Figura N°12. Siembra de las diluciones en placas Petrifilm.....	63
Figura N°13. Medición de pH.....	63
Figura N°14. Muestras del día 0.....	63
Figura N°15. Muestra del establecimiento 1, marca 2 en el día 5.....	63
Figura N°16. Muestra del establecimiento 2, marca 2 en el día 5.....	64
Figura N°17. Muestra del establecimiento 1, marca 1 en el día 5.....	64
Figura N°18. Muestra del establecimiento 2, marca 1 en el día 5.....	64
Figura N°19. Muestra del establecimiento 1, marca 2 en el día 10.....	64
Figura N°20. Muestra del establecimiento 1, marca 1 en el día 10.....	64
Figura N°21. Muestra del establecimiento 2, marca 2 en el día 10.....	64
Figura N°22. Muestra del establecimiento 1, marca 2 en el día 15.....	65
Figura N°23. Muestra del establecimiento 1, marca 1 en el día 15.....	65
Figura N°24. Muestra del establecimiento 2, marca 1 en el día 15.....	65
Figura N°25. Muestra del establecimiento 2, marca 2 en el día 15.....	65
Figura N°26. Muestra del establecimiento 1, marca 1 en el día 20.....	65
Figura N°27. Muestra del establecimiento 1, marca 2 en el día 10.....	65
Figura N°28. Muestra del establecimiento 2, marca 2 en el día 20.....	66

Figura N°29. Muestra del establecimiento 2, marca 1 en el día 20.....	66
Figura N°30. Muestra abierta en el día 20 de análisis.....	66
Figura N°31. Recuento de la siembra, semana 1.....	67
Figura N°32. Crecimiento de bacterias, semana 2.....	67
Figura N°33. Recuento de bacterias, semana 3.....	67
Figura N°34. Crecimiento de bacteria, semana 4.....	68
Figura N°35. Crecimiento de bacteria, semana 5.....	68
Figura N°36. Lectura de las diluciones con sus réplicas en las placas Petrifilm.....	68

Resumen

El jamón por su alto contenido nutricional permite el desarrollo de microorganismos deteriorantes, enfatizando principalmente las descomposiciones, variación de pH, prevaleciendo microorganismos del género *Lactobacillus spp.* Las BAL ocasionalmente son utilizadas para inhibir el crecimiento de patógenos como Enterobacterias y prolongar su vida útil, pero un exceso de estas puede ser perjudicial a la salud. Bacterias como mesófilos aerobios y enterobacterias afectan la calidad física, química, microbiológica y sensorial, manifestando una manipulación incorrecta y falta de higiene desde la recepción de la materia prima hasta su envasado y almacenamiento. En el estudio se caracterizó de caracterizar la microbiota de jamones de cerdo asociada con la vida útil de dos marcas comerciales de jamón de cerdo cocido rebanados empacados al vacío. Se analizaron 2 Marcas de jamón de cerdo cocidos empacados al vacío de 2 Establecimientos, durante 20 días, por medio del programa estadístico spss para la obtención de las medias, alcanzando resultados fuera de límites microbiológicos establecidos para mesófilos aerobios, el Establecimiento 1 Marca 1 desde el día 0 estuvo fuera de norma, mientras que el Establecimiento 1 Marca 2 obtuvo recuentos bajos manteniéndose dentro de los límites, para el Establecimiento 2 Marca 1 y Marca 2 solo mantuvo un recuento dentro del rango los primeros 5 días de análisis. Para las enterobacterias sus recuentos fueron <10 en todas las diluciones de los 20 días de análisis. En cuanto a las BAL la mayoría de sus recuentos fueron superiores a 300 u.f.c., siendo estos los microorganismos predominantes. En conclusión, el jamón de cerdo cocido rebanado empacado al vacío tiene una vida de anaquel menor a los 20 días indicados en el empaque, ya que en los expendios es muy común que las condiciones de almacenamiento presenten temperaturas fluctuantes, es decir, sin refrigeración provocando aceleración en el deterioro del jamón.

Palabras clave: Jamón cocido, bacterias ácido lácticas, mesófilos, enterobacterias.

Introducción

El jamón es un alimento o producto cárnico procesado listo para el consumo, manipulado, elaborado, cocido, embutido, moldeado o prensado, producido con musculo, grasa o vísceras de animales de abasto, entero o troceado, a los que se les agregan aditivos permitidos. Está clasificado dentro de los alimentos embutidos escaldados bajos en acidez, comprendiendo la mayor variedad de subproductos cárnicos.

El jamón por su alto contenido nutricional, permite el desarrollo de microorganismos deteriorantes, enfatizando principalmente las descomposiciones y la producción de gases como dióxido de carbono que alteran el empaque provocando abombamiento, y al producto como tal, debido a la actividad glicolítica donde se genera abundante cantidad de ácidos como sulfhídrico, ácido láctico, variando el pH, el olor, estas alteraciones son consecuencias de una refrigeración insuficiente que permite la proliferación de microorganismos. Es así, como después que el pH varía, la flora Gram positiva prevalece, imponiéndose microorganismos del género *Lactobacillus spp.* y en ocasiones algunos Gram negativos como las enterobacterias.

Las bacterias ácido lácticas (BAL) están en el producto terminado debido a diferentes causas, una de ellas es la recontaminación después del termoproceso por la inadecuada manipulación, permite la supervivencia de los microorganismos deteriorantes presentes en superficies que resisten la efectividad de los programas de limpieza y desinfección, remociones mecánicas y químicas causando la formación de biopelículas.

En la industria de alimentos, la presencia de biofilms pueden ocasionar deterioro, contaminación cruzada, contaminación ambiental y principalmente contaminación post-proceso por la liberación continua de bacterias que afectan la producción y calidad de los

productos, que en ocasiones son bacterias patógenas para los humanos de importancia en salud pública u en otras por bacterias ambientales que tienen la misma capacidad de adherencia ocasionando problemas en el proceso.

En la industria cárnica, es relativamente frecuente la aparición del abombamiento en los jamones de cerdo cocidos debido a la dificultad de mantener en las perfectas condiciones la cadena de frío. El abombamiento es uno de los fenómenos que altera los productos cárnicos y específicamente afecta a jamones de cerdo cocidos empacados al vacío. A su vez, es uno de los deterioros más reconocidos visualmente. Consiste en la aparición, entre las láminas de carne, de un abultamiento o distensión del empaque, debido a la producción de gas y sinéresis.

El empaque es alterado y este efecto reduce la calidad del producto, incrementando los rechazos a lo largo de la cadena de comercialización y del consumidor, con las consecuentes pérdidas económicas. Además, el mantenimiento de la cadena de frío garantiza la inocuidad, la cual no debe ser descuidada por la industria cárnica, puesto que es la principal causa de disminución de la vida de anaquel, favorece el crecimiento de bacterias psicotróficas que siendo mesófilas pueden desarrollarse aceleradamente a temperaturas entre 0-4°C o a temperaturas mayores entre 6-8°C cuando se pierde continuidad en la refrigeración.

La temperatura juega un papel crucial en el manejo y procesamiento de materias primas, distribución y almacenamiento de producto terminado. Un buen control de temperatura es imprescindible para alcanzar la vida útil que permite una adecuada comercialización del alimento. (Simpson et al, 1989; Torres, 1989).

La vida útil o durabilidad de un producto se define como el periodo de tiempo desde la fabricación en que éste mantiene una calidad global satisfactoria, evitando que llegue a ser sensorialmente inaceptable o que pueda suponer un riesgo para la salud del consumidor. (Shelf, 2002).

Las principales causas de disminución de vida útil de los alimentos son la pérdida de calidad sensorial causada por microorganismos. La calidad también puede ser juzgada por varias características sensoriales, como apariencia y textura, sin embargo, es razonable asumir que existen algunas relaciones entre constituyentes químicos (agua, proteína, grasa, sal y minerales) y atributos físicos (terneza, dureza, jugosidad, gomosidad, elasticidad). La textura es uno de los principales atributos sensoriales; en jamón cocido se ve afectada por constituyentes como tejido conectivo, humedad y estructura de la emulsión, que modifican los atributos sensoriales.

La preservación es uno de los principales problemas al que se enfrenta la industria cárnica ya que, aunque los productos se elaboren con excelentes prácticas de higiene y manufactura, existe siempre el riesgo de desarrollo microbiano.

Se desconoce la ecología microbiana asociada al agente causal del abombamiento en los jamones de cerdo cocidos empacados al vacío. Todo esto lleva a considerar la importancia cada vez mayor de caracterizar los microorganismos causantes del deterioro empleando técnicas de microbiología que aportan información importante para la industria cárnica permitiendo comprender la diversidad microbiana.

El objeto del presente estudio fue caracterizar la microbiota de jamones de cerdo asociada con la vida útil de dos marcas comerciales de jamón de cerdo cocido rebanados empacados al vacío en el distrito de Penonomé.

1. Antecedentes

1.1 Definiciones

Según EL REGLAMENTO TÉCNICO DGNTI-COPANIT 62-2001 que establece carnes y productos derivados- jamones de cerdo.

1.1.1 Jamones de Cerdo

Es el producto preparado con pernil, paleta u otros cortes de cerdo, con o sin hueso, curado en seco o en salmuera, condimentado, ahumado o no, crudo o cocido.

1.1.2 Jamón Picnic

Es el producto preparado con la paleta del cerdo (cuartos delanteros), con o sin hueso, curado en seco o en salmuera, condimentado, ahumado o no, crudo o cocido.

1.1.3 Jamón de Pierna

Es el producto preparado con el pernil del cerdo (cuarto trasero), con o sin hueso, curado en seco o en salmuera, condimentado, ahumado o no, crudo o cocido.

1.1.4 Otros Cortes de Cerdo

Se refiere a carnes de cerdo provenientes de otras partes diferentes a la paleta y a la pierna, tales como cogote, chuleta y lomo de cerdo.

1.2 Clasificación de los jamones

Los jamones serán clasificados, de acuerdo con el proceso de preparación en:

1.2.1 Jamón Crudo

Es el jamón curado en salmuera y madurado al abrigo de contaminaciones.

1.2.2 Jamón Cocido Prensado

Es el jamón que después de deshuesado y curado, es molido o no y embutido en moldes o fundas para luego ser sometido a cocción.

1.3 Proceso de elaboración

1.3.1 Recepción

Selección de la carne con características para la producción de jamón, se realiza en cámaras de recepción de canales. Se le hace análisis de pH para determinar la calidad y jugosidad que tendrá el jamón a producir.

1.3.2 Despice y desposte

Las canales son transportadas a la sala de despice y desposte donde se desencarna y se limpian las distintas piezas a utilizar.

1.3.3 Preparación de salmuera

La salmuera es una solución constituida por agua fría, sales de curado y condimentos como: extractos de especias y sabores naturales, añadidas a la carne con el fin de conseguir un sabor legítimo, buena consistencia, estabilidad, color atractivo y detener el crecimiento de algunos microorganismos. También se les añade compuestos como fosfatos,

polifosfatos y carragenatos para mejorar la capacidad de retención de agua, incrementar la extractabilidad de proteínas de la carne y proporcionar la viscosidad adecuada del producto. Para mantener la estabilidad del color en el jamón, la solución de salmuera no debe exceder los 2°C lo que se logra utilizando agua a temperaturas muy bajas e incluso hielo.

1.3.4 Molienda

Su objetivo es dar a la carne el tamaño adecuado para facilitar el proceso de mezcla. Consiste en pasar la carne fría por diferentes discos y cuchillas, para luego conducir las a la siguiente operación, siendo transportadas en canastillas.

1.3.5 Tombleado

Este proceso mecánico de tombleado o masaje es desarrollado en un equipo denominado tumbler el cual tiene por objetivo incorporar a la carne de la sal, azúcar, fosfatos y ascorbatos para mejorar su conservación y características de color, aroma y sabor, además del ablandamiento u formación de una mezcla con características sensoriales propias del jamón y liberar la proteína, previniendo la separación del agua durante y después del proceso de cocción.

1.3.6 Embutido

La mezcla resultante del tombleado, se somete al embutido cuya finalidad es introducir la mezcla en una tripa de celulosa impermeable al agua para facilitar su cocción. Inicia el proceso una vez se introduce la mezcla en la embutidora, se dispone una boquilla y se ubica la tripa de celulosa previamente remojada y grapada en uno de sus extremos. Posteriormente la pasta de carne se embute en la tripa por acción del vacío y presión que ejerce el equipo.

1.3.7 Grapado

Después de embutir la tripa es necesario un buen atado, lográndose mediante la máquina grapadora, la cual cierra el extremo abierto de la tripa colocando grapas en el embutido.

1.3.8 Moldeado

La tripa ya embutida y grapada, se dispone en recipiente o moldes que confieren al producto la forma determinada. Generalmente estos moldes son confeccionados de acero inoxidable y tienen una tapa que ejerce presión al producto para darles la forma del recipiente y poder someterlos a la operación posterior.

1.3.9 Cocción

Tiene por objetivo hacer que la mezcla obtenida sea un producto asimilable por el organismo humano con características sensoriales agradables y niveles bajos de carga microbiana. En esta operación, el calor hace que los trozos de carne se adhieran unos a los otros lo cual permite al producto tomar la forma del molde.

Este proceso inicia con el transporte de los moldes que contienen la tripa embutida hacia los tanques de cocción provistos de chaquetas para vapor, previamente cargados con agua. Cuando el agua está caliente, los moldes se organizan dentro de los tanques hasta que todos estén sumergidos en agua. La cocción tiene una duración de cuatro horas; en la primera hora la temperatura del agua es de aproximadamente 65°C, durante las tres horas siguientes es de 75°C. La operación es finalizada cuando la temperatura interior del jamón es de 72°C. La temperatura del agua se controla para que no sea inferior a los 68°C, pero no sea superior a los 75°C.

1.3.10 Enfriamiento

El objetivo es reducir la temperatura del jamón luego del proceso de cocción y descenderla hasta temperatura ambiente para continuar con el proceso de desmolde.

El enfriamiento se realiza por medio de duchas con agua fría, donde los moldes se disponen un tiempo necesario para alcanzar una temperatura oscilante de 23°C a 28°C.

1.3.11 Desmolde

Una vez enfriados, los jamones son extraídos de los moldes y llevados al cuarto de refrigeración de producto terminado, permaneciendo 24 horas en condiciones de refrigeración a temperaturas de 0°C a 5°C. Este es el tiempo requerido para que la proteína ligue el exceso de humedad.

1.3.12 Rebanado

Luego del desmolde, el jamón es tajado o rebanado en presentaciones individuales en el equipo denominado tajadora, rebanadora o loncheadora, ubicado en un cuarto frío a temperaturas de 0°C a 5°C con el objetivo de facilitar la comercialización del producto final.

1.3.13 Empacado

El empacado del jamón rebanado se realiza al vacío, con el objetivo de remover el aire de los empaques para reducir el oxígeno, evitando que el producto se deteriore por contaminación y oxidación, además este tipo de empaques facilita la distribución y exhibición extendiendo su vida útil y controlando la deshidratación.

1.3.14 Almacenamiento

El producto es sometido a temperaturas bajas, retardando el crecimiento microbiano, las reacciones químicas y enzimáticas causantes de alteraciones que afectan su conservación y consumo.

Este se realiza en cuartos fríos con temperaturas de 0°C a 5°C

1.4 Naturaleza de las materias primas y aditivos

1.4.1 Carne magra de cerdo

Piernas de jamón constituidas solo de magro de cerdo de primera categoría y exentas de nervios, restos de cuero o cartílagos.

En la recepción de materia prima, la carne debe estar entre un pH de 5,6 y 6,2 para garantizar un proceso post-mortem adecuado y evitar infecciones microbianas.

Los animales deben de sacrificarse en ausencia total de estrés, deben ser sanos, adultos y con contenido de mioglobina en el musculo.

La temperatura de almacenamiento adecuada debe encontrarse entre los 2 y los 4°C.

1.4.2 Cloruro sódico o sal común

Se denomina NaCl, no tiene ninguna acción antimicrobiana específica a concentraciones elevadas atrae osmóticamente el agua, haciendo que no pueda ser aprovechada por los microorganismos. Aunque si es muy elevada, puede alterar el metabolismo celular y por lo tanto las células bacterianas. Una de sus principales funciones en este proceso es dar sabor a la pierna de cerdo.

1.4.3 Ácido ascórbico

Es un potente agente reductor que se sintetiza a partir de la glucosa. Reduce rápidamente el nitrito natural de los productos cárnicos, acelerando el enrojecimiento de los embutidos curados-cocidos.

1.4.4 Azúcares

Agentes auxiliares del curado del jamón cocido. No reducen el nitrito a óxido nitroso. Se añaden para favorecer el desarrollo de la flora del curado, ya que, sobre todo los microorganismos acidificantes metabolizan los azúcares como sustrato. Se suelen emplear la glucosa y la sacarosa, aunque también almidón y los productos de su hidrólisis. Modificando en valor y cantidad la adición de azúcar se regula el pH durante el proceso de maduración y el producto acabado.

1.4.5 Fosfatos

Componentes naturales de casi todos los alimentos, se emplean en el tratamiento de la carne, en la fabricación de embutidos escaldados y artículos curados y cocidos.

El compuesto eficaz es el anión difosfato. La acción de fosfatos más condensados depende de la intensidad de la hidrólisis por enzimas propios del músculo. Los monofosfatos carecen de acción.

Elevan el pH y la fuerza iónica y realizan la “acción reblandecedora” del ATP; se disocia la actomiosina y provoca el achicamiento de la molécula filiforme. Así mejora la absorción de las proteínas fibrilares.

También incrementan la capacidad de retención de agua, debido a su funcionamiento como intercambiadores de iones.

Las polifosfatos impiden o retrasan la oxidación de grasas insaturadas de los sistemas alimentarios e inhiben el crecimiento de muchos de los microorganismos presentes, debido a que fijan iones metálicos necesarios para la oxidación de las grasas.

1.4.6 Carragenato (E-407)

Hydrocolloide con propiedades gelificantes obtenido a partir de síntesis de las algas rojas. Son polímeros de galactosa sulfatados y a sulfato, mayor solubilidad del carragenato.

Existen tres tipos de carragenatos industriales y se utiliza una mezcla de los tres en diferentes proporciones.

1.5 Calidad, vías de deterioro y alteraciones del jamón

La calidad del jamón se encuentra relacionada con el proceso tecnológico, las condiciones de almacenamiento, el tipo de corte, el masajeo, el tiempo y temperatura de cocción; factores que afectan la calidad y las características sensoriales, como apariencia, textura, sabor etc.; sin embargo, es razonable asumir que existen algunas relaciones entre los constituyentes químicos (agua, proteína, grasa, sal y minerales) y atributos físicos (terneza, dureza, jugosidad, cohesividad, gomosidad, elasticidad adhesividad). Las características fisicoquímicas más deseables en el jamón son la cohesividad, la firmeza y la jugosidad (González, Suárez, y Martínez, 2009).

La composición química del jamón y la disponibilidad de nutrientes para los microorganismos hacen que se encuentre entre los productos cárnicos más perecederos (Zúñiga Velázquez, 2012). Presentando vías de deterioro químicas (formación de sustancias

sápida e aromáticas derivadas de la oxidación lipídica y degradación de proteínas); físicas (pérdida de las propiedades texturales); microbiológicas (acción de microorganismo patógenos y alterantes) y sensoriales (ausencia/presencia de defectos) (Molinero Sánchez, 2005, y Gordon L, 2009).

Sin embargo, la principal causa de disminución de la vida útil de los productos cárnicos refrigerados, entre ellos el jamón de cerdo lonchado empacado al vacío, es la pérdida de calidad sensorial causada por microorganismo y el crecimiento de patógenos a niveles detectables (Tirado et al., 2005). Esto se debe a que el bajo contenido de sal (2% en promedio), un pH alrededor de 6.0 y una alta actividad de agua (0.945) son sólo pequeños obstáculos para inhibir a los microorganismos asociados con el deterioro del jamón cocido lonchado empacado al vacío, los cuales pueden ingresar al producto en el procesamiento posterior a la cocción (Zúñiga Velázquez, 2012).

Entre los microorganismos causantes de deterioros se encuentran bacterias Gramnegativas aerobias como *Pseudomonas*, BAL anaerobias como *Carnobacterium*, *Lactobacillus* y *Leuconostoc*, incluso bacterias tolerantes al CO₂, como los lactobacilos principalmente *Lactobacillus sakei* y *L. curvatus*, *Leuconostoc carnosum*, *L. gasicomitatum*, *L. mesenteroides*, *Weissella spp.* y *Carnobacterium spp.* Estos microorganismos representan la causa principal de deterioro en productos cárnicos provocando acidez, decoloración, producción de gas, formación de limo superficial y cambios de pH. Deterioro presentado antes de su fecha de caducidad de los jamones de cerdo cocidos empacados al vacío (Tirado et al., 2005., Molinero Sánchez, 2005., Salcido, De Corona, y Eleazar, 2010., Ossa Canencio, Restrepo, Coral Durago, y Vanegas Lopez, 2010., y Zúñiga Velázquez, 2012).

1.6 Microbiología de los productos cárnicos tratados por calor

Los productos cárnicos pasteurizados son productos sensibles al deterioro. El bajo contenido de sal (alrededor del 2%), valores de pH en torno a 6,0 y valores de actividad de agua superiores a 0,95, son sólo pequeñas barreras para inhibir el crecimiento de microorganismos (Mataragas y col., 2003). Las BAL, capaces de crecer en condiciones de refrigeración, son las principales responsables del deterioro de los productos cárnicos cocidos envasados en atmósferas libres de oxígeno (Devlieghere y col., 2000). El deterioro del producto se manifiesta a través del agriado, aparición de limo, exudado de jugo y frecuente hinchazón del envase, que acostumbra a producirse antes de la fecha de caducidad del producto. Un estudio financiado por la CE detectó recuentos de microorganismos totales de 10^8 ufc/g en un 95% de las muestras de jamón cocido loncheado tomadas en comercios minoristas. Éstos resultados pusieron de manifiesto la sensibilidad de este tipo de productos a la contaminación microbiana (Anónimo, 1996). En el mismo estudio se detectó la presencia de *L. monocytogenes* en el 16% de las muestras. Para prevenir la presencia de *L. monocytogenes* en el jamón cocido, es necesario no sólo asegurar una adecuada cocción (temperatura mínima de 65°C en el centro durante un mínimo de 40 min (Carlier y col., 1996), sino también prevenir la recontaminación durante el loncheado y envasado. Por otro lado, Samelis y col. (1998) describieron a *Lactobacillus sakei* y *Leuconostoc mesenteroides* spp. *mesenteroides*, provenientes de la recontaminación durante el loncheado, como principales agentes causantes de alteración en jamón cocido almacenado a 4°C y 12°C. Mientras que la principal causa de deterioro del jamón cocido entero fue un grupo no identificado de *Leuconostoc*. Aparte de las BAL, no detectaron crecimiento de otros microorganismos en el jamón envasado al vacío, ni entero ni

loncheado. La formación de limo constituye otro problema de calidad derivado del crecimiento microbiano. Diversas cepas productoras de limo (*Leuconostoc carnosum* CTC747 y *L. sakei* CTC746) han sido aisladas a partir de muestras de jamón cocido defectuoso (Aymerich y col., 2002). Las causas de contaminación en embutidos cocidos pueden deberse a la supervivencia de los microorganismos al tratamiento térmico a causa de la aplicación de una temperatura o tiempos de cocción inadecuados. Sin embargo, la mayor causa de contaminación por patógenos se debe a la contaminación cruzada durante la manipulación posterior al tratamiento térmico (CFIA, 1998). La exposición del producto durante el pelado, loncheado y reenvasado supone un riesgo de recontaminación para los productos cárnicos listos para el consumo. En el supuesto de contaminación por *L. monocytogenes*, su capacidad para crecer a bajas temperaturas permite su multiplicación en alimentos refrigerados.

1.7 Microorganismos alterantes en jamón

La descomposición microbiológica de los alimentos es una de las vías de deterioro más importante en la pérdida de calidad, especialmente en los productos cárnicos perecederos (Kilcast y Subramaniam, 2000). El aumento de la población microbiana, se encuentra en función de las condiciones ambientales, favoreciendo el crecimiento de los microorganismos convirtiéndolos en flora sobresaliente.

1.8 Bacterias presentes en los jamones empacados al vacío

1.8.1 Mesófilos Aerobios

1.8.1.1 Aspectos generales

Son microorganismos indicadores que reflejan la calidad sanitaria del producto, brindando información sobre el uso incorrecto de las buenas prácticas de higienes (BPH) y las buenas prácticas de manufactura (BPM). Ellas crecen a una temperatura de 35° C por 24 horas.

Los recuentos elevados de bacterias mesófilas, en productos crudos o no tratados, a menudo están constituidos por la micro flora normal o quizás indican una alteración incipiente del alimento y no un peligro potencial para la salud del consumidor.

Este grupo de bacterias no se aplican a alimentos fermentados o productos cuyo desarrollo microbiano está restringido por características de pH o actividad de agua, este grupo es un indicador de calidad importante para alimentos frescos, refrigerados y congelados.

1.8.1.2 Características

Capaces de desarrollarse en presencia de oxígeno a una temperatura comprendida entre 20°C y 45°C con una óptima entre 30°C y 40°C.

Refleja la calidad sanitaria de los productos analizados, indicando además de las condiciones higiénicas de la materia prima, la forma como fueron manipulados durante su elaboración. Un recuento bajo de aerobios mesófilos no implica o no asegura la ausencia de patógenos o sus toxinas, de la misma manera un recuento elevado no significa presencia

de flora patógena. Ahora bien, salvo en alimentos obtenidos por fermentación, no son recomendables recuentos elevados.

Un recuento elevado puede significar:

- Excesiva contaminación de la materia prima.
- Deficiente manipulación durante el proceso de elaboración.
- La posibilidad de que existan patógenos, pues estos son mesófilos.
- La inmediata alteración del producto.

En el uso o la interpretación del recuento de microorganismo mesófilos aerobios se debe tener en cuenta factores como:

- Este recuento es sólo de microorganismos vivos.
- La utilidad del indicador depende de la historia del producto y el momento de la toma de muestra. En alimentos perecederos manipulados correctamente pueden desarrollar recuentos elevados y perder calidad si son almacenados por un período de tiempo prolongado.

1.8.1.3 Taxonomía

Sus dos géneros más importantes son agrupados en: *Bacillus* y *Sporolactobacillus*.

Las especies encontradas en los alimentos son generalmente extensas y no poseen un hábitad definido y en general no provocan enfermedades en el ser humano. Son utilizados como microorganismos indicadores de la calidad del procesamiento (Vanderzant y Splittstoesser, 1992).

1.8.1.4 Morfología

Constituidos por una pared celular que es una estructura en el exterior de la célula que forma una barrera entre la bacteria y el medio ambiente, al mismo tiempo que mantiene la forma de varilla y resiste la presión generada por turgencia de la célula. La pared celular es compuesta de teichoic y ácido teicurónico. *B. subtilis*, tiene un rol actina - como citoesqueleto en la determinación de la forma celular y peptidoglicano.

En el recuento se considera la microflora total sin especificar tipos de microorganismos y no constituye un indicador de posible presencia de patógenos (Seow et al. 2012)

1.8.2 Enterobacterias

1.8.2.1 Aspectos generales

Son microorganismos predominantes en el intestino del hombre y de los animales ya sea como miembros del microbiota normal o como agentes de infección, pertenece a la familia de los Gram negativas, con muchas propiedades en común, su temperatura óptima para su crecimiento es de 22 a 37°C.

Durante el proceso de fermentación de los embutidos, el recuento de enterobacterias normalmente permanece constante o se incrementa. Los factores que favorecen el crecimiento de enterobacterias y por tanto de, *Salmonella* y *Echerichia coli*, incluyen una elevada actividad de agua, un pH inicial alto, una baja concentración de carbohidratos fermentables, un bajo número de lactobacilos en la mezcla de la carne inicial, el uso de nitratos o niveles muy bajos de nitritos como agentes curantes (Hechelmann,1974).

1.8.2.2 Taxonomía

- Dominio: Bacteria
- Filo: Proteobacteria
- Clase: Gammaproteobacteria
- Orden: Enterobacteriales
- Familia: *Enterobacteriaceae*

Son bacterias gram negativas, la mayoría bacilos, otros cocobacilos, no son exigentes, son de fácil cultivo, son oxidasa negativa, son capaces de reducir nitrato en nitrito, son anaeróbicos facultativos.

1.8.2.3 Morfología

Los miembros de la familia *Enterobacteriaceae* son microorganismos Gram negativos; móviles por flagelos peritricos, o inmóviles con forma de bastón anaerobios facultativos, producen ácidos a partir de la glucosa; -positivos; oxidasa-negativos; normalmente reduce nitrato a nitrito.

Por lo general tiene un tamaño de 1-3 μm de largo y 0,5 μm de diámetro. Como en otras bacterias gramnegativas, su envoltura celular se caracteriza por una estructura multilaminar. La membrana interna (o citoplasmática) consiste en una doble capa de fosfolípidos que regula el paso de nutrientes, metabolitos y macromoléculas. La capa siguiente, o capa externa, consiste en un peptidoglucano delgado junto con un espacio periplásmico que contiene una elevada concentración de proteínas.

Presentan características peculiares en su crecimiento en las placas Petri film ya que ellas pueden producir colonias asociadas a burbujas de gas, como también pueden producir colonias rojas con zonas acidas solamente.

1.8.3 Bacterias ácido lácticas (BAL)

1.8.3.1 Aspectos generales

Las BAL son cocos o bacilos Gram positivos, no esporulados, no móviles, anaeróbicos, carecen de citocromos, no reducen el nitrato a nitrito y producen ácido láctico como el único o principal producto de la fermentación. (Carr y col., 2002; Vázquez y col., 2009)

Son el grupo bacteriano de mayor importancia en el proceso de elaboración de los embutidos fermentados pero pueden afectarla calidad en productos no fermentados. Estos microorganismos especialmente los Lactobacillus, son los responsables de la producción de ácido láctico durante la fermentación provocando así una disminución de pH, siendo un grupo de microorganismo que tiene diferentes utilidades en la industria de alimentos, ya se para la fermentación de carnes o leches o para la determinación de la vida útil y estabilidad de los productos. Son ácidos tolerantes que pueden crecer a valores de pH tan bajos como 3.2, otras a valores tan altos como 9.6, y la mayoría crece a pH entre 4 y 4.5, permitiéndoles sobrevivir naturalmente en medios donde otras bacterias no aguantarían la aumentada actividad producida por los ácidos orgánicos (Carr y col., 2002).

1.8.3.2 Características

Por sus características comprenden un caldo de bacterias fermentadoras y productoras de ácido láctico, función por la que son empleadas en la industria para darle

ciertas cualidades a los alimentos y protegerlos contra la acción de otros organismos dañinos.

- pH: Los lactobacilos crecen bien en medios ligeramente ácidos, con pH inicial de 6,4 -4,5 y con uno óptimo de desarrollo entre 5,5 y 6,2. Su crecimiento cesa cuando el pH alcanza valores desde 4 hasta 3,6
- Temperatura de crecimiento: La mayor parte crecen entre 30 a 40°C, con un límite superior de 40°C.

Los géneros que la conforman son: *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *vagococcus*, *weisella*, *Oenococcus* y *tetragenacoccus*.

1.8.3.3 Taxonomía

- Reino: Bacteria
- Clase: Homofermentativas y Heterofermentativas
- Familia: Lactobacillaceae
- Género: Bacilos Gram (+), Catalasas (-), Oxidasa (-), Nitrato (-), Glucosa (+)
- Especie: *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus* y el grupo I *Lactobacilli*.

1.8.3.4 Clasificación de las bacterias ácido lácticas

- Homofermentativa: Son las que producen un 85% de ácido láctico entre ellas están *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Estreptococcus*, *Lactobacilos* heterofermentadores. Metabolizan la hexosa principalmente a ácido láctico.

- Heterofermentativa: Son aquellas que producen un 50% de ácido láctico y otras sustancias como ácido acético, etanol, CO₂. A este grupo lo conforman los géneros *Leuconostoc*, *Lactobacilo* heterofermentativa y otras sustancias como ácido acético, etanol, CO₂.

1.8.3.5 Morfología

Son cocos o bacilos que presentan un tamaño aproximadamente de 2 a 6 µm de largo, en ocasiones sus extremos pueden verse redondeados, su distribución puede ser de forma aislada o en cadenas. Poseen peptidoglicano en su pared celular.

Las colonias en medios sólidos son pequeñas, convexas, suaves, con márgenes enteros, opacas y sin pigmentos. Algunas pueden presentar coloración rojiza, rugosas y viscosas.

1.9 Características microbiológicas de jamones cocidos

Conforme a las normativas en Panamá, los jamones deben cumplir con los parámetros microbiológicos determinados en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANI 8-241-98 (MICI,2001) que se resumen en la **Tabla N°1**.

Tabla N°1. Límites microbiológicos que deben cumplir los jamones de cerdo procesados.

Jamones Procesados	Límites máximos (ufc)
Recuento total aeróbico a 32°C	100 000/g máx
<i>Salmonella</i>	Ausente en 25 g
<i>Staphylococcus aureus</i>	1/0.01g máx.
<i>Clostridium perfringens</i>	5/0.01g máx
<i>Escherichia coli O157 h.7</i>	0
<i>Enterobacterias</i>	10 000/g max.
<i>Listeria monocytógenes</i>	0
<i>Campylobacter jejuni</i>	0

u.f.c.: unidades formadoras de colonias
Fuente: MICI,2001

1.10 Características de los jamones

1.10.1 Color

Al igual que ocurre con el jamón curado, el jamón cocido destaca por tener un color rosáceo como consecuencia de la adición de nitritos. El nitrito es reducido a óxido nítrico, el cual reacciona con la mioglobina formando nitrosomioglobina, que es la que da el color rojizo. Este color cambia de rojo a rosa durante el proceso de cocción, especialmente a temperaturas superiores a 65°C, debido a la formación de nitrosohemocromo, que da una coloración rosa claro (Chasco et al., 1996; Arneth, 1998).

1.10.2 Textura

La textura de los jamones cocidos depende de factores como el contenido en humedad, la presencia de tejido conectivo, el tratamiento térmico y el grado de hidrólisis al

que hayan llegado las proteínas miofibrilares. Por otro lado, algunos factores del proceso como la etapa de enfriamiento, pueden afectar a la jugosidad, la textura global, la aceptabilidad y el color (Desmond et al., 2000).

1.10.3 Aroma y sabor

El jamón cocido experimenta numerosos cambios bioquímicos durante su elaboración como consecuencia de reacciones enzimáticas como la proteólisis y la lipólisis aunque, en este tipo de productos, las enzimas responsables tienen un tiempo de acción muy corto.

La elevada actividad de agua y el bajo contenido en sales del jamón cocido hace que las condiciones sean muy favorables para la proteólisis, aunque también es cierto que las enzimas musculares son sensibles a temperaturas mayores de 50 °C, lo que provoca su rápida inactivación durante la cocción (Toldrá et al., 1992a). La lipólisis también se ve favorecida por las condiciones existentes en este producto antes de la etapa de cocción, especialmente por la proximidad de su valor de pH a la neutralidad. Un mayor tiempo de reposo permite una acción enzimática más prolongada, liberándose una mayor cantidad de aminoácidos y ácidos grasos, los cuales actuarán como sustratos de reacciones químicas como las reacciones de Strecker.

Como ocurre en el caso de las peptidasas, las lipasas también se inactivan durante la etapa de cocción. Otras reacciones químicas, como las reacciones de Maillard se ven aceleradas durante la cocción, y también contribuyen a la generación de compuestos volátiles aromáticos. En este sentido, el alcance y las características del aroma y sabor generados dependerán del tiempo y la intensidad del calentamiento (Toldrá y Flores, 2007).

1.11 Parámetro físico-químico del jamón

1.11.1 pH

El pH de un alimento es uno de los principales factores que determinan la supervivencia y el crecimiento de los microorganismos durante el procesado, el almacenaje y la distribución

Su rango de valor oscila entre 5.6 y 6.2. La tendencia general del pH, tanto en superficie como en profundidad, es a aumentar ligeramente durante el proceso (Arnau y col., 1995). Estos valores no simbolizan ningún impedimento para el crecimiento microbiano.

1.12 Vida útil

La vida útil o vida de anaquel es el período de tiempo desde la fecha de producción, durante el cual un alimento es seguro y mantiene sus propiedades de calidad bajo unas condiciones definidas de conservación “seguridad – calidad” (Prado, 2016)

1.12.1 Factores que influyen en la vida útil de los alimentos

Entre los factores que pueden afectar la duración de la vida útil de un alimento se encuentran el tipo de materia prima, el proceso aplicado, las condiciones sanitarias del proceso, envasado, almacenamiento y distribución y las prácticas de los consumidores.

1.12.1.1 Materia prima

La naturaleza de las materias primas es uno de los factores que más influencia tiene en la vida útil de un alimento. Esta puede tener un alto contenido de proteínas, grasas o

carbohidratos. Dependiendo del macronutriente que predomine, o de la combinación de estos en el alimento, será el tipo de reacciones que se lleven a cabo.

La composición de las materias primas es determinante para las reacciones de deterioro que se llevarán a cabo en el producto. En la materia prima para elaborar un alimento, pueden predominar las proteínas, las grasas o los carbohidratos. También pueden tener un alto contenido de humedad, o no ser de buena calidad.

Por ejemplo, si las materias primas son ricas en proteínas como son los jamones de cerdo, muy probablemente podrán desarrollarse bacterias que conlleven al deterioro.

1.12.1.2 Proceso que se aplica

Los alimentos pueden someterse a procesos de pasteurización, de esterilización, o bien a la conservación. Esta última, puede poner en riesgo la seguridad y calidad del producto si no se usan los factores de conservación de una manera inteligente.

1.12.1.3 Condiciones sanitarias del proceso

Dependiendo de las condiciones sanitarias que se sigan durante el proceso de elaboración de un producto, será el tiempo de vida útil del mismo. Si no se mantiene un adecuado manejo higiénico durante todo el proceso de elaboración, es posible que el producto final contenga una carga microbiana que, de tener condiciones favorables, pueda desarrollarse y descomponer el alimento o aún más, causar infecciones o intoxicaciones a los consumidores.

1.12.1.4 Envasado

Un producto envasado asépticamente, tendrá una vida útil mayor que aquel que se envasó y luego se sometió a un tratamiento térmico. El envasado puede favorecer condiciones de anaerobiosis o modificar la atmósfera entre el alimento y el material de empaque, de tal manera que en tales condiciones se pueda prolongar la vida útil del alimento.

1.12.1.5 Almacenamiento y distribución

El lugar donde se almacenen los productos terminados, así como el tiempo en que estos se distribuyan puede acortar la vida útil de un alimento, si esto no se realiza en condiciones apropiadas. Debe cuidarse que el transporte de los productos se haga en unidades de transporte con enfriamiento, si el transporte así lo requiere.

1.13 Vida útil de los productos cárnicos

La vida útil de alimentos perecederos como la carne y los productos cárnicos, su estabilidad se ve afectada principalmente por la pérdida de calidad sensorial causada por los microorganismos y el crecimiento de patógenos a niveles detectables (Gordon L, 2009., Toldrá, 2009., Doyle, 2009., McDonald y Sun, 1999., y Tirado, Paredes, Velázquez, y Torres, 2005).

Uno de los factores que potencializa la reducción del tiempo de vida útil de los alimentos son los abusos de temperatura durante el proceso de elaboración, empaquetado y almacenamiento de la carne y productos cárnicos, incrementando la posibilidad de adquirir enfermedades transmitidas por alimentos o intoxicaciones, causadas por el incremento de microorganismo patógenos (Tirado et al., 2005).

2. Materiales y Métodos

2.1 Área de estudio

El estudio experimental se llevó a cabo en el laboratorio de microbiología y parasitología de la Facultad de Ciencia Naturales Exactas y Tecnología del C.R.U de Coclé, Universidad de Panamá, durante los meses de mayo a junio del 2019.

2.2 Muestra

El objeto de estudio, fueron jamones de cerdo cocidos rebanados empacados al vacío que se comercializaban en expendios del Distrito de Penonomé, Provincia de Coclé. Se seleccionaron dos marcas comerciales de jamones de cerdo, escogiendo aquellas que estuvieran presentes en los dos establecimientos seleccionados.

Una de las unidades de muestra se conformó con un paquete que incluía seis (6) rebanadas de jamones con un peso de 110 g y la segunda contenía 11 rebanadas de jamones con peso aproximado de 204 g.

Se escogieron dos (2) establecimientos, en los cuales se seleccionaron dos (2) marcas con lotes de un día de diferencia en su fecha de vencimiento y de cada una se tomaron cinco (5) empaques, formando un total para el análisis, de veinte (20) muestras.

Fueron almacenadas a temperaturas de refrigeración de 5°C, desde el día de la compra (0) hasta el día veinte (20) de análisis microbiológico en el laboratorio para el estudio.

2.3 Análisis de pH

El pH de las muestras analizadas fue determinado con el objetivo de comprobar su variación durante los veinte (20) días de almacenamiento y comparar su relación con los análisis microbiológicos.

Luego de la siembra microbiana de los jamones, en los 20 días de vida útil se procedió a la medición de pH, utilizando 15 g de jamón, 25 ml de agua estéril, para su homogenización, posteriormente fueron llevadas a el pH-metro GLP22 para su análisis en el laboratorio.

2.4 Análisis Microbiológico

Para el análisis microbiológico, las muestras fueron expuestas a recuento total de mesófilos aerobios, enterobacterias y bacterias ácido lácticas (BAL), iniciando desde el día de la compra (día 0), muestreando cada 5 días, hasta cumplir los 20 días de su caducidad.

2.4.1 Materiales

Los materiales y equipos utilizados para el análisis microbiológico se mencionan a continuación:

- Incubadora MEMERT calibrada a 32°
- Autoclave STURDY SA-300VFA
- Licuadora Oster
- Balanza semi-analítica
- Puntas estériles de 1 ml
- Micropipeta digital

- Frascos Mason
- Tijeras estériles
- Pipetas de 10 ml estériles
- Espátulas de aluminio estériles
- Placas 3^{MTM} PetrifilmTM Entorobacterias
- Placas 3^{MTM} PetrifilmTM BAL
- Placas 3^{MTM} PetrifilmTM Mesófilos Rápidos (RAC)

2.4.2 Preparación de muestras

El procedimiento empleado para la preparación de todas las muestras se describe a continuación:

- Se pesaron 25 gramos de muestra, agregadas a los frascos Mason que contenían 225 ml de agua peptonada.
- Posteriormente fueron homogenizadas por 30 segundos en la licuadora y se dejarán reposar por 5 minutos.
- Se prepararon diluciones de 10^{-1} hasta 10^{-6} con el propósito de aislar los microorganismos para toma de decisiones referente a los mejores conteos para posteriores análisis estadístico. Ver **Tabla No°2**

Tabla N°2. Diseño experimental de los Análisis microbiológicos.

Muestras de jamones de cerdo cocido rebanados empacados al vacío	Días de muestreo	Diluciones y Técnica 3M TM Petrifilm TM en base a 3 Réplicas			
Establecimiento N°1	0	10-3	10-4		
	Marca N°1	5	10-3	10-4	
		10	10-3	10-4	
	MarcaN°2	15	10-3	10-4	
		20	10-3	10-4	
	Establecimiento N°2	0	10-3	10-4	
		MarcaN°1	5	10-3	10-4
			10	10-3	10-4
		MarcaN°2	15	10-3	10-4
			20	10-3	10-4

Fuente: Autoría propia

2.4.3 Recuento de Mesófilos aerobios

- Se sembró 1.0 ml de las diluciones correspondiente (10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6}) en placas de 3^MTM PetrifilmTM para Recuento rápidos aerobios (RAC) por triplicado.
- Se incubaron las placas a 32°C por 24 horas
- Se realizó lectura de las placas, contando el número de las colonias y multiplicando el resultado por el factor de dilución, expresando los

resultados en u.f.c./g de alimento para luego seleccionar las mejores diluciones para conteo y que representaran el valor real de las poblaciones en estudio igual se hizo para los demás casos.

2.4.4 Recuento de Enterobacterias

- Se sembró 1.0 ml de las diluciones (10^{-3} , 10^{-4}) en placas 3^{MTM} PetriflimTM para recuento de enterobacterias por triplicado los días 0, 5, 10, 15 y 20.
- Se incubaron a 32°C por 48 horas
- Se realizó lectura de las placas, contando el número de colonias y multiplicándolas por el factor de dilución, expresando los resultados en u.f.c./g de alimento.

2.4.5 Recuento de bacterias ácido lácticas

- Se sembró 1.0 ml de las diluciones correspondiente (10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6}) en placas 3^{MTM} PetriflimTM para recuento de bacterias ácido lácticas por triplicado
- Se incubaron a 32°C por 48 horas
- Se realizaron lectura de las placas, contando el número de colonias y multiplicándolas por el factor de dilución, expresando los resultados en u.f.c./g de alimento.
- Para el aislamiento cuantifica, identificaciones de la población de microorganismos en estudio se ejecutó con el siguiente esquema, ver **Figura N°1**

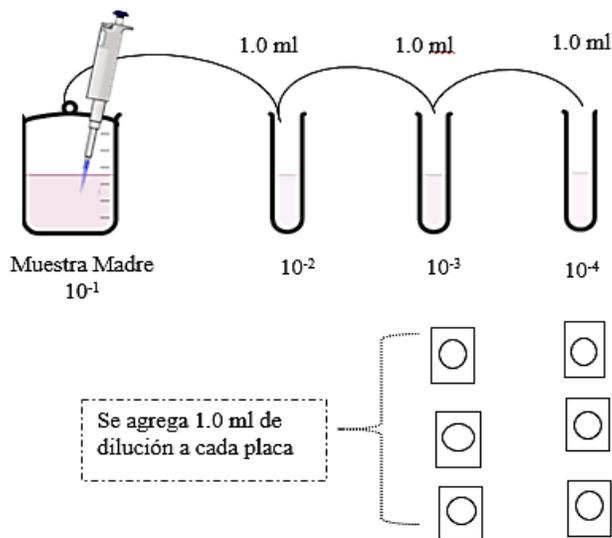


Figura N°1. Diagrama para el aislamiento de Mesófilos aerobios, enterobacterias y bacterias ácido lácticas.

Fuente: Autoría propia

2.5 Análisis Estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo a través del programa SPSS, software de Windows utilizado para la realización de captura y análisis de datos para la creación de tablas y gráficas, este software conocido por su capacidad de gestión de volúmenes grandes de datos.

Dentro de la estadística aplicada para el análisis de datos utilizamos la Estadística No Paramétrica de muestras independientes, viendo los casos de pruebas y medias. La estadística No Paramétrica es una prueba de hipótesis que no requiere ser caracterizada por ciertos parámetros.

3. Resultados y Discusión

3.1 Medición de pH

Tabla N°3. Valores de pH en jamón de cerdo cocido rebanados empacados al vacío.

Días	Establecimiento 1		Establecimiento2	
	Marca1	Marca2	Marca1	Marca 2
0	6.06	5.98	5.57	5.60
5	5.53	6.60	5.55	5.57
10	5.25	6.62	5.49	5.55
15	5.21	6.65	5.45	5.35
20	5.15	7.28	5.40	5.21

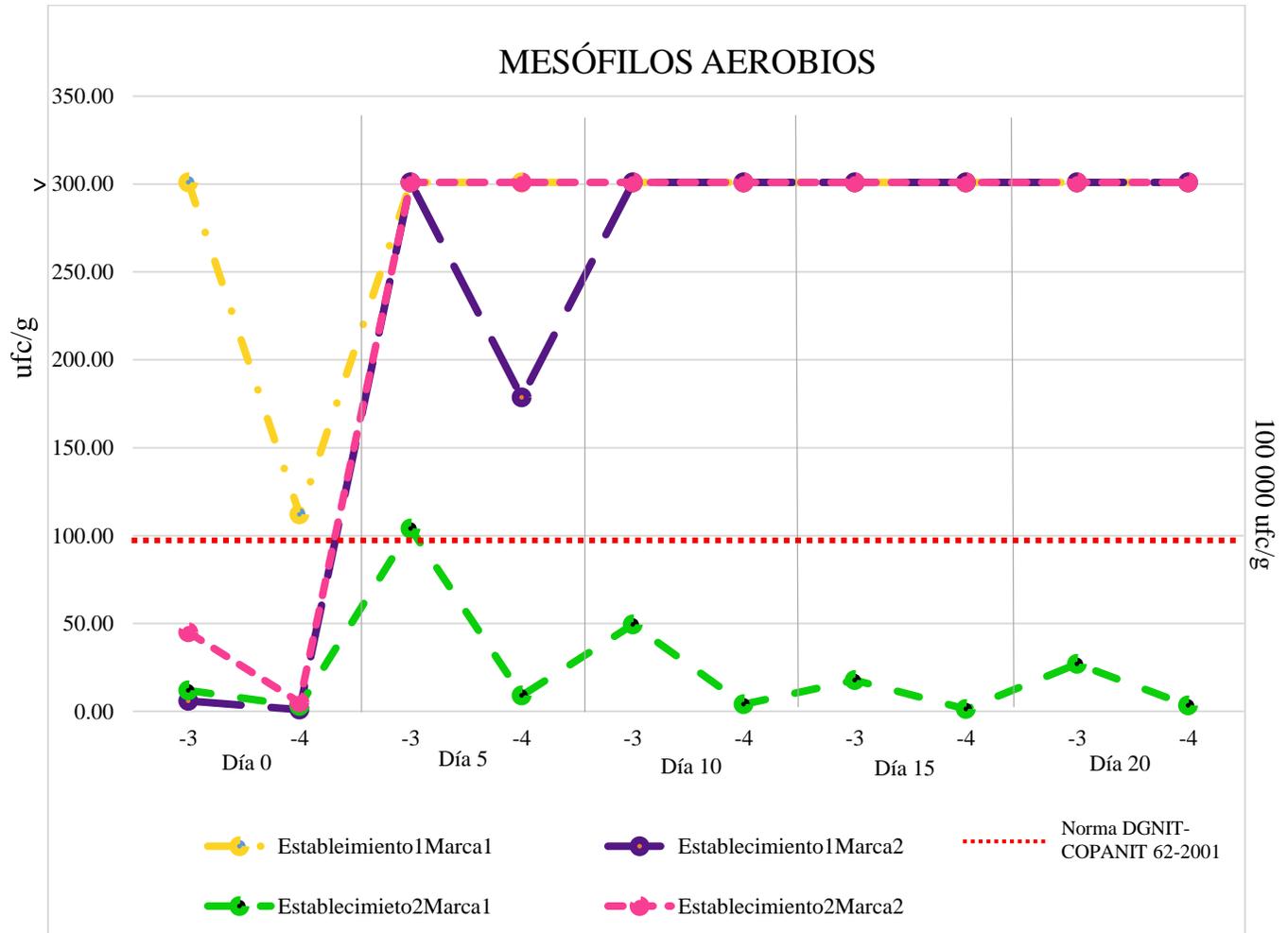
Fuente: Autoría propia

En la **Tabla N°3** Se observan los resultados de las mediciones del pH realizadas desde el día 0, continuando el día 5, posteriormente el día 10, luego el día 15, hasta finalizar el día 20. Se pudo observar un decrecimiento de los valores a medida que pasaba el tiempo, en ambas marcas de los dos establecimientos comerciales; la Marca 1 presenta un rango de 6.06 a 5.15 a diferencia de la Marca 2 de 5.98 a 7,28 para el Establecimiento 1. Es decir que en el jamón del Establecimiento 1 Marca 2 no presenta completamente condiciones de vacío, pues su pH tiende a aumentar en aerobiosis, debido a posibles causas como: gases producidos por los microorganismos o por deficiencia en el empaçado.

El Establecimiento 2 Marca 1 y 2 su pH tiene un rango inicial de 5.57 y 5.60, y desciende a rangos ácidos de 5.21 y 5.40, por la producción de ácido láctico que acidifican el producto. El descenso del pH del jamón cocido empaçado al vacío limita el crecimiento de otras poblaciones de microorganismos patógenos.

3.2 Análisis Microbiológicos

3.2.1 Mesófilos aerobios



Fuente: Autoría propia

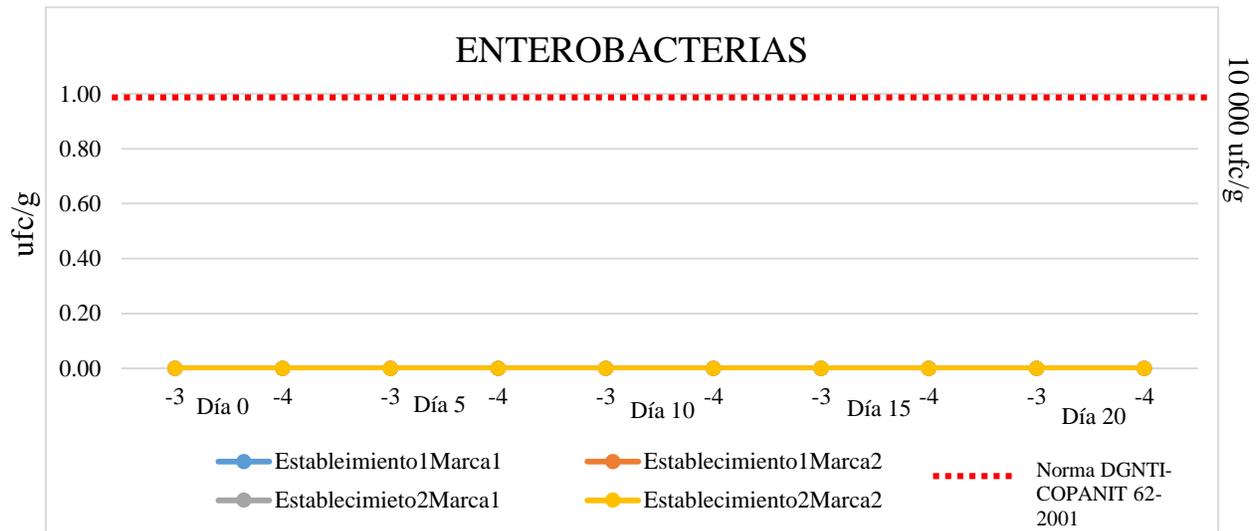
Gráfico N°1 Comportamiento de los mesófilos aerobios desde el día 0 hasta el día 20, presentando las diferentes diluciones, marcas y establecimiento.

En el **Gráfico N°1**, se observa el crecimiento microbiano de mesófilos aerobios, de las muestras de jamón de cerdo cocido rebanados empacados al vacío a lo largo del estudio.

El análisis dio inicio el día de la compra (Día 0), en este se mostró que el Establecimiento 1 Marca 1, presentó recuentos mayores a los límites establecidos en el Reglamento Técnico DGNIT- COPANIT 62- 2001 de 100 000 u.f.c./g de mesófilos aerobios, esto puede indicar una posible contaminación cruzada del producto terminado; mientras que los Establecimiento 1 Marca 2, Establecimiento 2 Marca 1 y Establecimiento 2 Marca 2 se mantuvieron dentro del límite.

A partir del Día 5 (segunda semana), hasta el día 20 (última semana), los mesófilos sobrepasaron los límites establecidos. A excepción del Establecimiento 2 Marca 1 que se mantuvo dentro de los parámetros de la Norma para mesófilos, excluyendo el día 5 en la dilución 10^{-3} la cual pasó el límite por 5 u.f.c./g (105 000 u.f.c./g) de lo señalado en el reglamento (100 000 u.f.c./g). Aunque los microorganismos mesófilos mantienen niveles aceptables hasta final del periodo de almacenamiento, es reconocido el incremento, posiblemente debido a las condiciones de empaque al vacío, donde el ácido láctico y ácido acético son los productos finales del metabolismo de la glucosa ($C_6H_{12}O_6$) de las bacterias ácido lácticas disminuyen los valores de pH (Montel *et al.*, 1998).

3.2.2 Enterobacterias



Fuente: Autoría propia

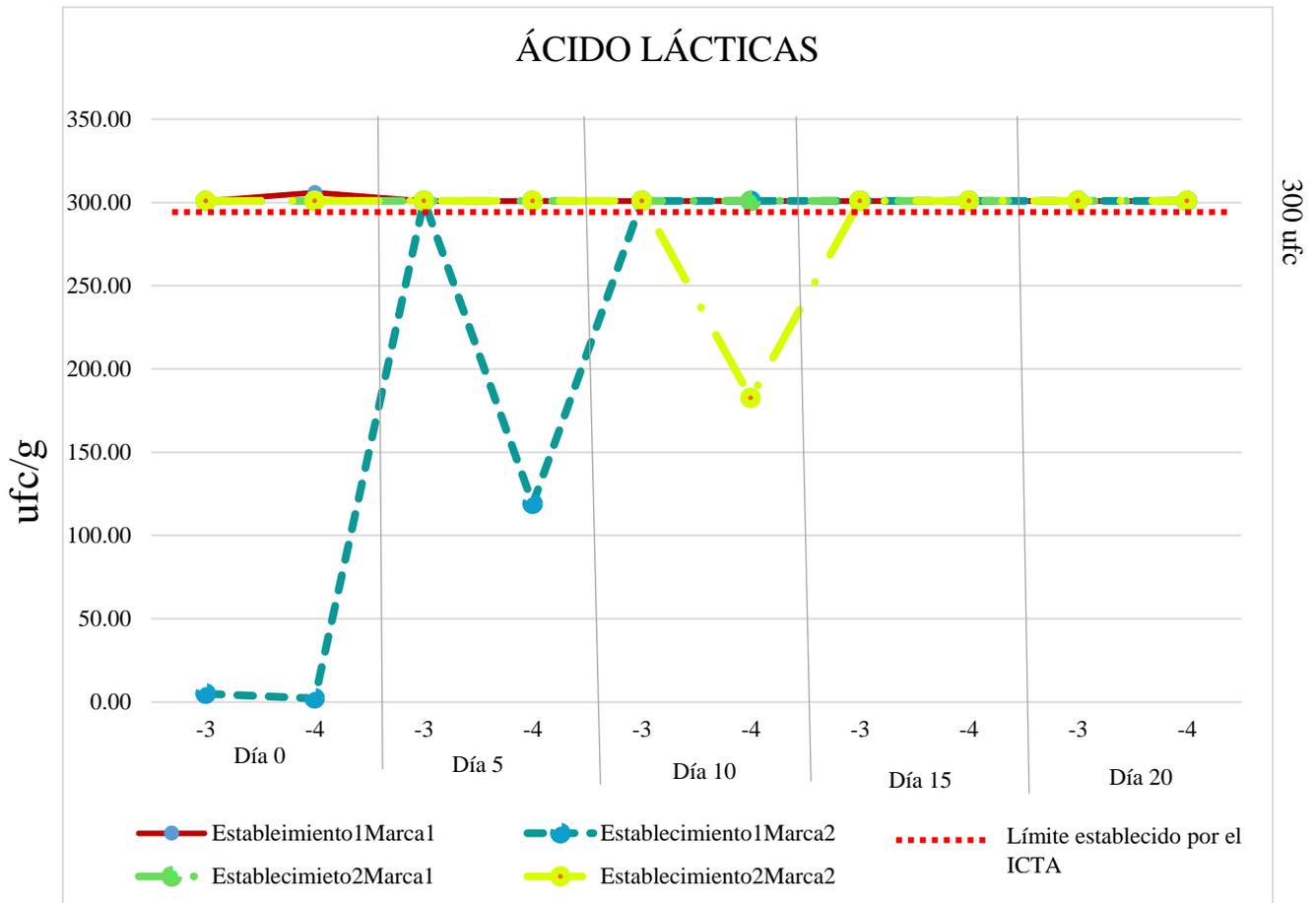
Grafico N°2. Comportamiento de las enterobacterias desde el día 0 hasta el día 20 del análisis en el laboratorio, presentando las diferentes diluciones, marcas y establecimiento.

En el **Gráfico N°2** indica que las enterobacterias se mantuvieron menores de 10 u.f.c./g, no es significativo dentro de los valores establecidos para criterio microbiológico.

Esto es debido a que las BAL inhiben del crecimiento de microorganismos alterantes y patógenos entre estos las enterobacterias, gracias a la competencia por los nutrientes y a la producción de metabolitos antimicrobianos tales como: ácidos orgánicos y bacteriocinas. (Hugas y col., 2002).

También el bajo nivel de oxígeno intensifica el efecto bactericida del nitrito que, junto al descenso de pH, contribuye a inhibir *Enterobacteriaceae* (Smith y col., 1975; Lücke, 1998).

3.2.3 Bacterias Ácido Lácticas



Fuente: Autoría propia

Gráfico N°3. Comportamiento de las bacterias ácido lácticas desde el día 0 hasta el día 20, del análisis presentando las diferentes diluciones, marcas y establecimiento.

En el **Gráfico N°3**, para las bacterias ácido lácticas el recuento fue mayor a 300 u.f.c./g en el Establecimiento 1, Marca 1, Establecimiento 2 Marca 1 y Marca 2 a excepción del Establecimiento 1, Marca 2, mostró un desplazamiento significativo del día 0 al día 5, lo que nos confirma que los jamones de cerdo cocido rebanados empacados al vacío solo mantuvieron un recuento bajo de bacterias ácido lácticas los 5 primeros días de análisis.

Los resultados 15 días antes de la fecha de caducidad comercial, mostraron que después de los mesófilos aerobios, las bacterias ácido lácticas (BAL) son la población microbiana con mayor crecimiento, generando alteraciones al producto, tales como: pérdida de vacío, sinéresis (pérdida de líquido) y cambios de color. Estas alteraciones pueden ser atribuidas a las condiciones de fabricación, ingredientes, excesiva manipulación después del tratamiento térmico, empaque, canales de distribución, deficiencias en la cadena de frío, por último, las inadecuadas condiciones de almacenamiento en refrigeración en los expendios, ya que en la mayoría de supermercados se sobrepasan las temperaturas óptimas de conservación (5°C) de jamones de cerdo cocido empacados al vacío, temperaturas que llegan aproximadamente a los 12°C .

La comparación entre todos los establecimientos y sus respectivas marcas, muestra que el establecimiento 2 marca 1 mantuvo un recuento bajo en las diluciones desde el primer día de muestreo hasta el último de análisis en el laboratorio. Esto es debido a las diferentes temperaturas que tenían los dos establecimientos, ambas eran neveras abiertas, pero el establecimiento 2 mantuvo una temperatura cercana a la óptima (7°C), en comparación con la marca 2 del mismo establecimiento, la marca 1 se encontraba arriba, justo donde se encontraban los conductos de refrigeración, mientras que la marca 2 tenía una temperatura más alta.

En cuanto a los supermercados, es muy común que las condiciones de almacenamiento presenten perfiles de temperatura fluctuantes, es decir en ocasiones sin refrigeración; este tipo de cambios en las condiciones de almacenamiento provoca una interacción entre el producto y el empaque que puede acelerar el deterioro del jamón.

4. Conclusiones

- Los mesófilos aerobios y bacterias ácido lácticas presentaron los recuentos más elevados de los análisis. Los microorganismos presentes provocaron a todas las muestras analizadas pérdida de vacío, líquido dentro del empaque (sinéresis), y cambio de color, siendo más pronunciadas estas alteraciones en los productos con mayores recuentos de bacterias ácido lácticas (BAL).
- Las BAL han sido utilizadas como una opción para inhibir el crecimiento de la flora patógena y de descomposición como Enterobacterias, por esta razón, estas últimas no mostraron crecimiento significativo.
- Los mesófilos aerobios son indicadores de malas prácticas higiénicas, tanto de la materia prima, como en la manipulación durante su elaboración.
- La vida útil es el tiempo durante el cual los productos se mantienen inocuos, conservan sus características sensoriales, microbiológicas y fisicoquímicas y cumplen con las condiciones de almacenamiento recomendadas. Es decir, que el jamón de cerdo cocido rebanado empacado al vacío tiene una vida de anaquel menor a los 20 días indicados en el empaque.
- El pH en este tipo de productos se ve muy relacionado con las condiciones de almacenamiento y empaque, si bien es el caso, un vacío insuficiente hace que el pH aumente, dando paso al desarrollo descontrolado de los microorganismos presentes causando la putrefacción o deterioro de los jamones.

5. Recomendaciones

- Productos como el jamón de cerdo cocido rebanado empacado al vacío, resulta ser un producto muy perecedero por lo que se recomienda, preferible consumirlo durante la primera semana después de la compra.
- Fijarse en las temperaturas de refrigeración de las neveras, temperaturas superiores a 5°C pueden ser perjudiciales para dicho producto.
- Mantener lo más que se pueda la cadena de frío, es decir, no dejarlo mucho tiempo fuera de temperaturas de refrigeración, ya que esto contribuye al deterioro del producto.
- Antes de la compra y consumo de un jamón se deben observar sus características visuales, tales como: coloración del jamón, que no tenga líquido viscoso y lechoso, que en el empaque no presente burbujas de gas o abombamiento.
- No dejar el producto mucho tiempo en el refrigerador, una vez abierto se debe consumir inmediatamente.

6. Referencias Bibliográficas

- Anónimo. 1996. In before purchasing. Greek consumer union (E K POI ZO) Magazine
MayJune, 28-33.
- Arnau, J., Guerrero, L., Casademont, G. y Gou, P. (1995). Physical and chemical changes in
different zones of normal and PSE dry-cured hams during processing. Food Chem. 52
(1): 63- 69.
- Arneth, W. (1998). The chemical bases of reddening. Fleischwirtschaft 78(8), 868.
- Aymerich, M.T., Garriga, M., Costa, S., Monfort, J.M. y Hugas, M. 2002. Prevention of
ropiness in cooked pork by bacteriocinogenic cultures. Int. Dairy J. 12, 239-246.
- Aznar Rosa, Zúñiga Manuel, (2005). ¿Qué son las bacterias lácticas?. Dpto. Microbiología y
Ecología. Fac. C. Biológicas. Univ. Valencia. Disponible en:
<http://redbal.iata.csic.es/documentos/sabiasque/Que%20son%20las%20bacterias%20lácticas.pdf>
- Belén Martín Juárez Girona, (2005). Estudios de las comunidades microbianas de embutidos
fermentados ligeramente acidificados mediante técnicas moleculares. Estandarización,
seguridad y mejora técnicas. Disponible en:
<http://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/4480/Tbmj.pdf?sequence=>
- Boerema JA, Broda DM, Penney N, Brightwell G. Influence of Peroxyacetic Acid-Based
Carcass Rinse on the Onset of “Blown Pack” Spoilage in Artificially Inoculated
Vacuum-Packed Chilled Beef. J Food Prot 2007; 70(6):1434–1439

- Buelvas, G. A., Patiño, J. H., Restrepo, C. E. (2012). Efecto de la cadena de frío sobre el crecimiento de bacterias ácido-lácticas, la calidad fisicoquímica y la alteración de jamones cocidos lonchados empacados al vacío. *Revista Lasallista de Investigación*, vol. 9, núm. 2.
- Buelvas Salgado, Gustavo Andrés. (2013) Desarrollo y validación de modelos matemáticos predictivos del crecimiento microbiano para estimación de la vida útil en jamón lonchado empacado al vacío. Trabajo de investigación, Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional de Colombia.
- Carlier, V., Augustin, J.C. y Rozier, J. 1996. Destruction of *Listeria monocytogenes* during a ham cooking process. *J. Food Prot.* 59, 592-595.
- Carballo J, Barreto G, Jiménez Colmenero F. Starch and egg white influence on properties of bologna sausage as related to fat content. *J Food Sci.* 1996;60(4):673-7.
- Carr, F.J., Chill, D. y Maida, N. (2002). The acid bacteria: A literature survey. *Critical Reviews in Microbiology.* 28 (4): 281-370.
- Castillo Castro C. Estudio de comportamiento de las propiedades microbiológicas y fisicoquímicas y organolépticas de productos cárnicos procesados a base de carne de pollo (salchichón y mortadela) durante el tiempo de vida útil estimada. Universidad de San Buenaventura; 2012.
- CFIA. 1998. HACCP generic model: cooked sliced ham. Canadian Food Inspection Agency. Disponible en:
<http://www.inspection.gc.ca/english/fssa/polstrat/haccp/hamjam/hamjam5e.shtml>.
Fecha acceso: 1-02-07.

- Chasco, J., Lizaso, G., & Berriain, M. J. (1996). Cured colour development during sausage processing. *Meat Science* 44(3), 203-211.
- Chmielewski RAN, Frank JF. *Biofilm Formation and Control in Food Processing Facilities*. CRFSFS 2003; 2(1):22-32.
- Desmond, E. M., Kenny, T. A., Ward, P., & Sun, D. W. (2000). Effect of rapid and conventional cooling methods on the quality of cooked ham joints. *Meat Science* 56(3), 271-277.
- Devlieghere, F., Geeraerd, A.H., Versyck, K.J., Bernaert, H., Van Impe, J.F. y Debevere, J. 2000. Shelf life of modified atmosphere packed cooked meat products: addition of Na-lactate as fourth shelf life determinative factor in a model and product validation. *Int. J. Food Microbiol.* 58, 93-106.
- Doyle, M. P. (2009). *Food microbiology and food safety* (Pág. 1 – 374). New York, NY: Springer.
- Doyle, PM, Beuchat, RL, Montville, JT. (2000). *Microbiología de los alimentos: fundamentos y fronteras*. Editorial Acribia. Zaragoza-España. p 87-101.
- Embajada de España en Bogotá. El sector de los procesados cárnicos en Colombia. Notas sectoriales. [Serial online] 2005 Feb [Citado 7 Mar 2010]; 1(1): URL Disponible en: <http://www.oficinascomerciales.es/icex/cma/contentTypes/common/records/viewDocument/0,,00.bin?doc=456268>.
- Gaceta oficial reglamento técnico DGNTI-COPANIT62-2001. Carnes y productos derivados- jamones de cerdo.

Disponible en: http://www.mici.gob.pa/uploads/media_ficheros/2019/07/2/normas-y-tecnologia-industrial7rt/rt-dgnit-copanit-62-2001.

Gil Peñas, Reinaldo. (2013) Planta para la elaboración de jamón cocido. Agricultura y alimentación, Universidad de La Rioja.

Gonzáles, M., Suárez, H., y Martínez, O. (2009). Influence of cooking process and storage temperatura on physicochemical, microbiological and sensorial characteristic of sliced ham. Revista Colombiana de ciencias peciarias RCCP., 336-348.

Gordon L, R. (2009). Food packaging and Shelf life (Pág. 1 – 408). Taylor and Francis Group, LLC.

Guzmán CD. Caracterización del canal de comercialización de productos cárnicos madurados [tesis de pregrado]. Colombia: Nacional Univ.; 2004.

Hechelmann, H., Bem, Z. and Leistner, L. (1974) Mikrobiologie de Nitrat/ Nitritminderung bei Rohwurst. Mitteilungsbl. Bundesanstalt Fleischforsh.No.46, 2282-2286.

Hugas, M., Garriga, M., Aymerich, M.T. y Monfort, J.M. 2002. Bacterial cultures and metabolites for the enhancement of safety and quality in meat products. En Toldrà, F. (Ed.), Research Advances in the Quality of Meat Products. Research Signpost, Trivandrum, Kerala, India: pp. 225-247.

Jay, M. James, 1994, Modern Food Microbiology, 4aed. de la Editorial Van Nostrand Reinhold 115 Fith Avenue New York, New York 10003; de la edición en lengua española editorial Acribia, S.A. apartado 466 50080 ZARAGOZA-ESPAÑA.

- JMR Gómez, (2010). Consecuencias higiénicas de la alteración de los alimentos. Disponible en: www.analesranf.com/index.php/mono/article/viewfile/1107/1121
- Kilcast, D., & Subramaniam, P. (2000). The stability and shelf-life of food (Pág. 1 – 344). New York: Woodhead Publishing Limited Abington.
- Korkeala, HJ, Bjorkroth, JK. (1997). Microbiological spoilage and contamination of vacuum packaged cooked sausages. J food Prot.; 60 (6): 724-731.
- León -Victoria, A. Totosaus , I. Guerrero & M. L. Pérez-Chabela, (2006). Efecto de bacterias ácido lácticas termoresistentes en jamones cocidos. Departamento de Biotecnología. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, ciudad de México. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.100/11358120609487684?needAccess=true>
- Londoño, J. S., Cabrera, K. R., y González, M. I. (2018). Modelo de predicción probabilística de deterioro en jamón de cerdo cocido. Revista de la facultad de ciencias farmacéuticas y alimentarias, Volumen 25 número 2.
- Lücke, F.K. 1998. Fermented sausages. En Wood, B.J.B. (Ed.), Microbiology of Fermented Foods. Blackie Academic & Professional, London: pp. 441-483.
- Man D. Shelf Life. Food Ind Brief Ser. 2002;112
- Matamoros Tinoco, Magaly Elizabeth. (2018) Determinación de *Lactobacillus spp.* en productos cárnicos terminados empacados al vacío e identificación de la fuente de contaminación en la cadena de producción. Trabajo de titulación, Bioquímica y Farmacia, Universidad de Cuenca, Ecuador.

- Mataragas, M., Drosinos, E.H. y Metaxopoulos, J. 2003. Antagonistic activity of lactic acid bacteria against *Listeria monocytogenes* in sliced cooked cured pork shoulder stored under vacuum or modified atmosphere at 4+/-2°C. *Food Microbiol.* 20, 259-265.
- McDonald, K., & Sun, D. W. (1999). Predictive food microbiology for the meat industry: a review. *International journal of food microbiology*, Vol. 52(1-2), Pág. 1–27.
- Molinero Sánchez, F. (2005). Modificaciones tecnológicas para mejorar la seguridad y calidad del jamón curado. Universidad de Girona Montel, M.C., F. Masson and R. Talon. 1998. Bacterial role in flavour development. *Meat Science* 49(1): S111-S123
- Montoya, L. A., Restrepo, D. A., y Suárez, H. (2010). Influencia del Alginato de Sodio Sobre la Sineresis en Jamón Cocido. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín* 63(1): 5409-5415.
- Ossa Canencio, J., Restrepo, S., Coral Durago, A., & Vanegas Lopez, M. (2010). Caracterización de la microbiota en la cadena de producción de jamón de cerdo cocido asociado al deterioro por abombamiento del empaque.
- Ossa, J., Coral, A., Vanegas, M. (2010). Microbiota de jamones de cerdo cocidos asociada al deterioro por abombamiento del empaque. *Revista MVZ Córdoba*, vol. 15, núm. 2.
- Pagan, MJ, Perez, JA, Sayas, ME, Aranda, V. (1992). Aportes al proceso de elaboración de chorizo: Evaluación de color y parámetros fisicoquímicos. *Rev. Española Cenc Tecnol Alim.*
- Prado, N. (2016). Microbiología predictiva y estudios de vida útil. Asincar Centro Tecnológico
- Pérez Dubé, Dany & Andújar Robles, Gustavo. (2000) Cambios de coloración de los productos cárnicos. *Revista Cubana Alimento Nutrición* 2000.

- Salcido, F., De, N. M., Corona, B., & Eleazar, J. (2010). Inocuidad y bioconservación de alimentos. *Acta universitaria*, Pág. 42 – 52.
- Salminen S, Wright AV, Ouwehand AC. Lactic Acid Bacteria Microbiological and functional aspects. In: Marcel Dekker, Inc., editores. *Lactic Acid Bacteria*. Nueva York: Classification and Physiology; 2004.
- Samelis, J., Kakouri, A., Georgiadou, K.G. y Metaxopoulos, J. 1998. Evaluation of the extent and type of bacterial contamination at different stages of processing of cooked ham. *J. Appl. Microbiol.* 84, 649-660.
- Schirmer BC, Heir E, Langsrud S. Characterization of the bacterial spoilage flora in marinated pork products. *J Appl Microbiol* 2009
- Seow, J; Ágoston, R., Yuk, H-G. 2012. Microbiological quality of fresh vegetables and fruits sold in Singapore. *Food Control* 25(1):39-44.
- Sharma M, Anand SK. Characterization of constitutive microflora of biofilms in dairy processing lines. *Food Microbiol* 2002; 19:627-636.
- Silliker, JH, Elliot, RP, Baird Parker, AC, Bryan, FL, Christian, JH. Clark, DS, Roberts, TA. (1985). *Ecología microbiana de los alimentos 2, ICMSF, Productos alimenticios, Vol II*. Acribia S.A, Zaragoza (España), p 382-407.
- Simpson, R.; Li, K. Y.; Torres, J. A. 1989. A management tool to improve the microbial quality of refrigerated foods. In *Proceedings of the International Conference on Technical Innovations in Freezing and Refrigeration of Fruits and Vegetables*, Davis, California, Julio 9-12, EUA

- Smith, J.L., Huhtanen, C.N., Kissinger, J.C. y Palumbo, S.A. 1975. Survival of salmonellae during pepperoni manufacture. *Appl. Microbiol.* 30, 759-763.
- Tirado, J., Paredes, D., Velázquez, G., y Torres, J. A. (2005). Crecimiento microbiano en productos cárnicos refrigerados. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 5, 66 – 76.
- Toldrá, F. (2009). *Safety of Meat and Processed Meat.* (F. Toldrá, Ed.) (Pág. 1 – 700). New York, NY: Springer New York.
- Toldrá, F. & Flores, M. (2007). Processed pork meat flavors. In *Handbook of food product manufacturing* (Eds Y. H. Hui, R. Chandan, S. Clark, N. Cross, J. Dobbs, W. J. Hurst, L. M. L. Nollet, E. Shimoni, N. Sinha, E. B. Smith, S. Surapat, A. Titchenal, & F. Toldrá), pp. 279-299. NY, USA: John Wiley Interscience.
- Toldrá, F., Rico, E., & Flores, J. (1992a). Activities of pork muscle proteases in model cured meat systems. *Biochimie* 74(3), 291-296.
- Vanderzant, C. and Splittstoesser, D.F. (1992) *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods.* 3rd Edition, American Public Health Association, Washington DC, 423-431.
- Vázquez, S.M., Suárez, H y Zapata, S. (2009). Utilización de sustancias antimicrobianas producidas por bacterias ácido lácticas en la conservación de la carne. *Revista Chilena de Nutrición* 36 (1): 64 – 71.
- Zúñiga Velázquez, E. (2012). Aislamiento de *Leuconostoc* spp. Con capacidad para deteriorar jamón cocido, rebanado y empacado al vacío, y su inactivación mediante alta presión hidrostática y ondas de choque. Tesis doctoral Universidad Autónoma de Querétaro.

7. Anexo



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 2. Toma de temperatura de las muestras recién comprados en el Establecimiento 1



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 3. Toma de temperatura de las muestras recién comprados en el Establecimiento 2



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 4. Pesado de la Peptona



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 5. Añadido del agua destilada para preparación de peptona



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de

Figura 6. Agregado de la peptona a los tubos de ensayo, Mason y botellas de dilución pertinentes



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 7. Materiales esterilizados en la autoclave



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 8. Rotulado de las placas 3^{MTM} PetrifilmTM



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

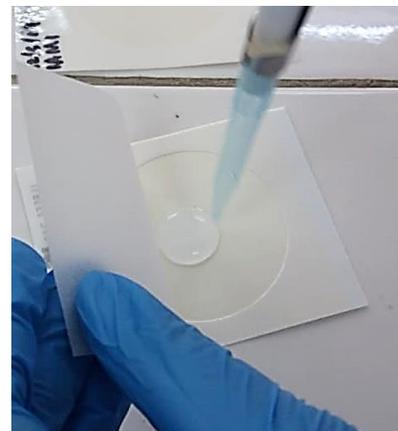
Figura 9. Pesado de la muestra



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.



Figura 10. Licuado de la muestra en el agua peptonada para su homogenización



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 11. Agregado de 1.0 ml de dilución en placa 3^{MTM} PetrifilmTM62



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 12. Siembra de las disoluciones en las placas 3^{MTM} PetrifilmTM



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 13. Medición del pH



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 14. Muestras día 0, presentan las características propias del jamón



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 15. Muestra del establecimiento 1 Marca 2 en el día 5, presenta sinéresis



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 16. Muestra del Establecimiento 2 Marca 2 en el día 5



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 17. Muestra del Establecimiento 1 Marca 1, día 5, pequeñas burbujas de gas en su empaque



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 18. Muestra del Establecimiento 2 Marca 1, día 5 no hubo cambio.



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 19. Muestra del Establecimiento 1 Marca 2, día 10 aumentó la cantidad de burbujas de gas, la lechosidad se volvió amarillenta.



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 20. Muestra del Establecimiento 1 Marca 1, día 10, además de la sinéresis se puede observar abombamiento ligero en el empaque



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 21. Muestra del Establecimiento 2 Marca 2, día 10, no hay cambio significativo al día 5.



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 22. Muestra del Establecimiento 1 Marca 2, día 15 presenta un claro abombamiento y sinéresis en su empaque



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 23. Muestra del Establecimiento 1 Marca 1, día 15 el empaque se ve abombado casi como si ya no existiera vacío



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 24. Muestra del Establecimiento 2 Marca 1, día 15 presenta mucha lechosis, sin embargo, no hay burbujas de gas



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 25. Muestra del Establecimiento 2 Marca 2, día 15 Cambio de coloración en el jamón, aparición de color amarillo y lechosis amarillenta.



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 26. Muestra del Establecimiento 1 Marca 1, día 20 abombamiento en el empaque y sinéresis muy notables



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 27. Muestra del Establecimiento 1 Marca 2, día 10 abombamiento del empaque, sinéresis evidentes



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 28. Muestra del Establecimiento 2 Marca 2, día 20, color amarillo en el jamón, y lechosidad amarillenta, abombamiento claramente visible



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 29. Muestra del Establecimiento 2 Marca 1, día 20 sinéresis abundante, no hay abombamiento.



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

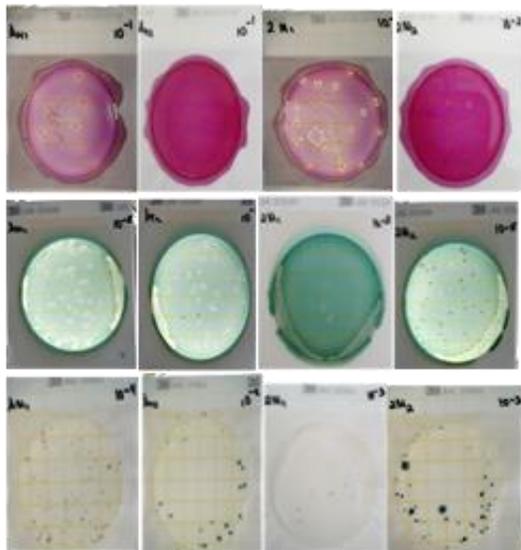
Figura 30. Muestra abierta, presenta abundante sinéresis, mal olor cercano a putrefacción y coloración ligeramente verdosa, en el día 20 de análisis.

Recuento de las diluciones sembradas en placas 3^{MTM} PetrifilmTM



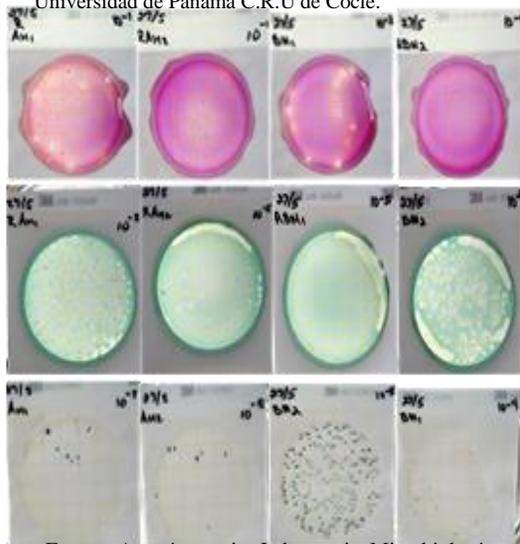
Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 31. Recuento de la siembra, semana 1



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 32. Crecimiento de bacterias, semana 2



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 33. Recuento de bacterias, semana 3

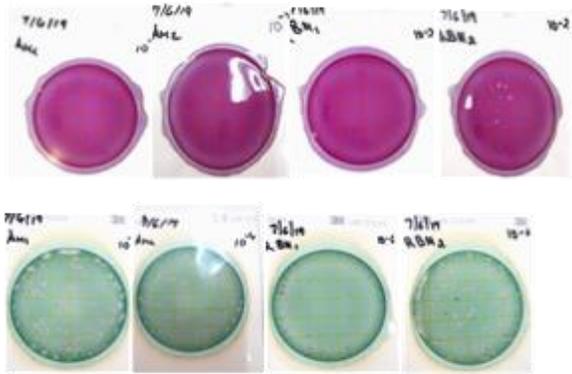
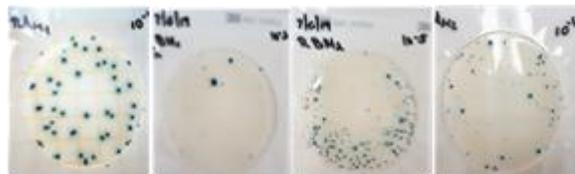


Figura 34. Crecimiento de bacterias, semana 4



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

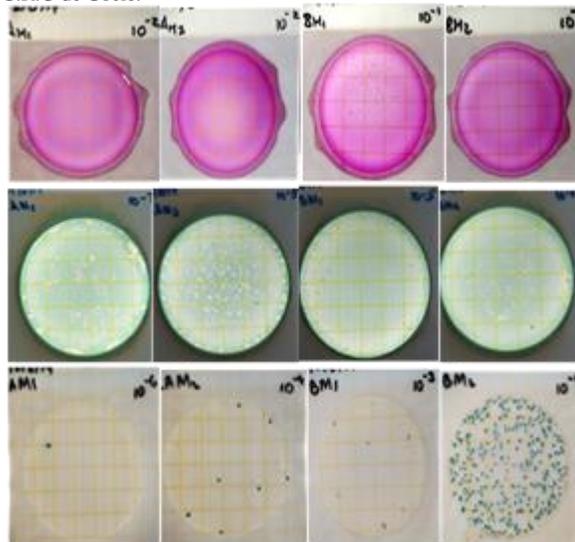
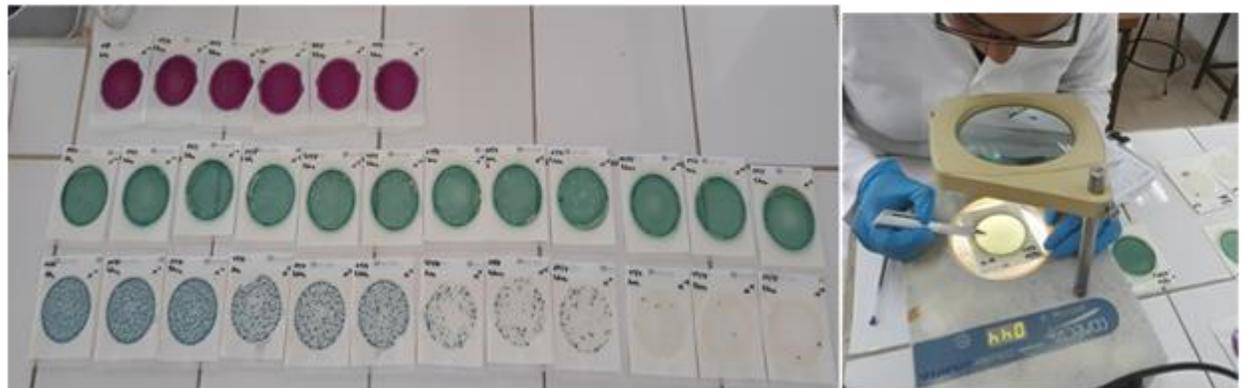


Figura 35. Crecimiento de bacterias, semana 5

Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.



Fuente: Autoría propia. Laboratorio Microbiología Universidad de Panamá C.R.U de Coclé.

Figura 36. Lectura de las diluciones con sus réplicas en las placas 3TM PetrifilmTM

Tabla N°4. Resultados de las medias para mesófilos aerobios desde el día 0 hasta el día 20

Día	Dilución	E1M1	E1M2	E2M1	E2M2
0	10 ⁻³	>300	6	12	45
	10 ⁻⁴	112	1	3	5
5	10 ⁻³	>300	>300	105	>300
	10 ⁻⁴	>300	178	9	>300
10	10 ⁻³	>300	>300	49	>300
	10 ⁻⁴	>300	>300	4	>300
15	10 ⁻³	>300	>300	18	>300
	10 ⁻⁴	>300	>300	2	>300
20	10 ⁻³	>300	>300	27	>300
	10 ⁻⁴	>300	>300	4	>300

Fuente: Autoría propia

Tabla N°5. Resultados de las medias para enterobacterias desde el día 0 hasta el día 20

Día	Dilución	E1M1	E1M2	E2M1	E2M2
0	10 ⁻³	0	0	0	0
	10 ⁻⁴	0	0	0	0
5	10 ⁻³	0	0	0	0
	10 ⁻⁴	0	0	0	0
10	10 ⁻³	0	0	0	0
	10 ⁻⁴	0	0	0	0
15	10 ⁻³	0	0	0	0
	10 ⁻⁴	0	0	0	0
20	10 ⁻³	0	0	0	0
	10 ⁻⁴	0	0	0	0

Fuente: Autoría propia

Tabla N°6. Resultados de las medias para bacterias ácido lácticas desde el día 0 hasta el día 20

Día	Dilución	E1M1	E1M2	E2M1	E2M2
0	10 ⁻³	>300	5	>300	>300
	10 ⁻⁴	>300	2	>300	>300
5	10 ⁻³	>300	>300	>300	>300
	10 ⁻⁴	>300	119	>300	>300
10	10 ⁻³	>300	>300	>300	>300
	10 ⁻⁴	>300	>300	>300	182
15	10 ⁻³	>300	>300	>300	>300
	10 ⁻⁴	>300	>300	>300	>300
20	10 ⁻³	>300	>300	>300	>300
	10 ⁻⁴	>300	>300	>300	>300

Fuente: Autoría propia