



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**EFFECTO DE DIFERENTES PROGRAMAS DE AYUNO EN EL
RENDIMIENTO Y LA VIDA DE ANAQUEL EN CANALES DE POLLO
DE ENGORDA**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICA
VETERINARIA ZOOTECNISTA**

PRESENTA

OLIVIA REBECA VÁZQUEZ REYES

Asesora:

MVZ Ph.D María del Pilar Castañeda Serrano

México, D.F.

2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

DEDICATORIA

A mi madre Olivia

Por tu apoyo en todo momento, por tus consejos, por tus valores, por tu paciencia infinita, por tu comprensión en los momentos más difíciles que vivimos y por la motivación constante que me brindaste y que me han permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por tu infinito amor. Te amo.

A mi padre Pedro

Por tus ejemplos de perseverancia y constancia que te caracterizan y que me has infundado siempre, por tu paciencia y comprensión, porque me enseñaste que para conseguir los objetivos hace falta valor y templanza y por tu infinito amor. Te amo.

A mi hermano Jorge

Porque gracias a tus regaños y consejos me ayudaste a enfocarme en mis objetivos y a no darme por vencida. Te amo.

A mis abuelitos Rúben, Magdalena, Hilda y Pedro

Porque aunque algunos de ustedes ya no están presentes, su cariño, su amor, sus valores y su guía a lo largo de mi vida, logré ser una persona de bien. Los amo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de tu infinita bondad y amor.

A mis maestros de la universidad

A todos y cada uno de los maestros que me dieron clase, por sus enseñanzas, su dedicación y tiempo, que marcaron cada etapa de mi camino universitario.

A la Dra. María del Pilar Castañeda Serrano

Por su gran apoyo, por su paciencia, por sus enseñanzas y motivación para la elaboración y culminación de esta tesis.

A la Dra. María Elena Rubio

Por su gran apoyo en la elaboración y culminación de esta tesis.

A Claudia Pascualli y Víctor Reyes

Por las facilidades otorgadas y apoyo para la elaboración de esta tesis.

Al personal del Laboratorio de microbiología del Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la FVMZ-UNAM

María Castro y Joaquín Luna por las facilidades otorgadas y apoyo en la elaboración de esta tesis.

A mis amigas: Monse, Viry y Vilma, mi agradecimiento por su apoyo y su amistad.

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
Capítulo 1 : INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Propiedades de la carne de pollo	2
1.2. Situación de la avicultura en México	2
1.3. Efecto del tiempo de ayuno en el rendimiento.....	3
1.4. Calidad microbiológica e inocuidad de los productos avícolas.....	4
1.5. Curva de crecimiento bacteriano	5
1.5.1. Fase Lag o de latencia	6
1.5.2. Fase exponencial o logarítmica	6
1.5.3. Fase estacionaria	7
1.5.4. Fase de muerte o declive	7
1.6. Vida de anaquel de la carne de pollo	7
1.7. Enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA´s).....	9
1.8. JUSTIFICACIÓN	11
1.9. OBJETIVO GENERAL	12
1.9.1. Objetivos específicos.....	12

Capítulo 2 : MATERIAL Y MÉTODOS.....	13
2.1. Procesamiento de las aves.....	13
2.1.1. Retiro de alimento.....	13
2.1.2. Captura, embarque y transporte de las aves.....	13
2.1.3. Aturdimiento	14
2.1.4. Degüello	14
2.1.5. Escaldado.....	14
2.1.6. Desplumado	14
2.1.7. Eviscerado.....	14
2.1.8. Enfriamiento	14
2.2. Medición del rendimiento de la canal	15
2.3. Monitoreo de vísceras	15
2.4. Toma de muestras	15
2.4.1. Determinación de la carga total.....	16
2.4.2. Determinación de la vida de anaquel de las muestras almacenadas (pierna con muslo).....	17
2.5. Monitoreo de la temperatura de refrigeración.....	178
2.6. Análisis estadístico	18
Capítulo 3 : RESULTADOS.....	19
3.1. Rendimiento canal caliente y fría (%).....	19

3.2. Monitoreo de vísceras	19
3.2.1. Programa de ayuno de 6 horas	19
3.2.2. Programa de ayuno de 10 horas	20
3.2.3. Programa de ayuno de 14 horas	20
3.3. Calidad microbiológica: Carga total de mesófilos aerobios y coliformes totales en canales completas (Log10 UFC/ml).....	20
3.4. Conteos microbiológicos: mesófilos aerobios y coliformes totales por punto de venta y día de muestreo en piezas de pollo (Log10 UFC/ml).....	21
3.5. Conteos microbiológicos: mesófilos aerobios por programa de ayuno, punto de venta y día de muestreo en piezas de pollo (Log10 UFC/ml).....	22
3.6. Conteos microbiológicos: coliformes totales por programa de ayuno, punto de venta y día de muestreo en piezas de pollo (Log10 UFC/ml).....	24
3.7. Promedio de temperaturas de cámara fría y refrigeradores en los puntos de venta	26
3.7.1. Punto de venta 1	26
3.7.2. Punto de venta 2	27
Capítulo 4 : DISCUSIÓN.....	28
Capítulo 5 :CONCLUSIÓN.....	37
Literatura citada.....	39
FIGURAS.....	44
CUADROS DE RESULTADOS	46

Cuadro 1: Promedio del porcentaje de rendimiento mixto de canal caliente y fría (evisceradas) por programa de ayuno, (% \pm SD).....	46
Cuadro 2: Monitoreo de vísceras.....	46
Cuadro 3: Promedio de carga total de mesófilos aerobios y coliformes totales en canales de pollo (Log10 UFC/ml)	46
Cuadro 4: Promedio de mesófilos aerobios y coliformes totales por punto de venta y día de muestreo en piezas de pollo (Log10 UFC/ml)	47
Cuadro 5: Promedio de mesófilos aerobios por programa de ayuno, día de muestreo y punto de venta (Log10 UFC/ml)	48
Cuadro 6: Promedio de coliformes totales por programa de ayuno, día de muestreo y punto de venta (Log10 UFC/ml)	49

RESUMEN

VÁZQUEZ REYES OLIVIA REBECA. **Efecto de diferentes programas de ayuno en el rendimiento y la vida de anaquel en canales de pollo de engorda.** (Bajo la dirección de la MVZ, PhD. María del Pilar Castañeda Serrano).

El objetivo del presente estudio, fue evaluar el efecto de tres diferentes programas de ayuno en el rendimiento y vida de anaquel en canales de pollo de engorda, obtenidas de un rastro comercial. Una parvada de 390 aves fue dividida en tres tratamientos: 3 programas de ayuno (6, 10 y 14 hrs.) con dos réplicas. Las aves fueron pesadas y procesadas bajo condiciones comerciales, se realizó la medición del rendimiento de las canales, el conteo de mesófilos aerobios y coliformes totales mediante la técnica de lavado. Finalmente las canales fueron cortadas en piezas (pierna con muslo), se empacaron y transportaron a dos puntos de venta, donde se evaluó la vida de anaquel, así como, el monitoreo de la temperatura de almacenamiento de las mismas. El programa de ayuno de 10 horas obtuvo los mejores rendimientos en canal caliente y fría, fue significativamente mayor ($P < 0.05$), así como, la mejor calidad microbiológica de las canales, la cual fue significativamente menor ($P < 0.05$) con respecto de los programas de ayuno de 6 y 14 horas, además un mayor número de tractos gastrointestinales vacíos. No se observó una relación entre un periodo de ayuno y cargas de mesófilos, los cuales determinan la vida de anaquel, ya que ésta fue de solo dos días, aunque otras características de descomposición aparecieron entre los días cuatro y seis para los tres tratamientos, indistintamente del programa de ayuno aplicado. En esta prueba las temperaturas de almacenamiento fueron decisivas, ya que tuvieron un comportamiento variable, con rupturas de la cadena de frío, favoreciendo el crecimiento bacteriano y reduciendo la vida de anaquel de todos los tratamientos.

Capítulo 1 : INTRODUCCIÓN

1.1. Propiedades de la carne de pollo

La carne de pollo es una excelente fuente de proteína ya que contiene aproximadamente entre 16 y 19 gramos de proteína por cada 100 gramos de porción comestible, la cual además es de excelente calidad ^{1,2}. La carne de pechuga contiene menos de 3 g de grasa por cada 100 gramos, además, es fuente importante de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), especialmente de ácidos grasos omega 3 ². La carne de pollo proporciona no solo proteínas de alta calidad, sino también vitaminas y minerales importantes, como niacina y fuente moderada de riboflavina, tiamina y ácido ascórbico, así como, de minerales como calcio, hierro, zinc, sodio, potasio, magnesio, fósforo, azufre, cloro y yodo ^{1,2}.

1.2. Situación de la avicultura en México

Actualmente México ocupa el séptimo lugar como productor de huevo y pollo. Semanalmente nuestro país produce alrededor de 28 millones de pollos, los cuales son comercializados en cinco clasificaciones comerciales reconocidas en el mercado mexicano: vivo 33%, tipo rosticero 26%, tipo mercado público 19%, tipo supermercado 12%, despiezado 6% y productos con valor agregado 4%. Siendo el consumo per cápita de pollo de 24.8 kg; no obstante lo anterior, el consumo aparente, que incluye producción nacional e importaciones, alcanza los 28 kg ³.

La carne de pollo se produce en Veracruz y Querétaro 11%, La Comarca Lagunera 10%, Puebla 7%, Jalisco y Yucatán 6%; le siguen Chiapas, Estado de

México, Guanajuato y Sinaloa con 5% cada uno; Nuevo León, San Luis Potosí e Hidalgo con 3%; Morelos y Michoacán con 2% ³.

1.3. Efecto del tiempo de ayuno en el rendimiento

El procesamiento avícola es una serie de pasos que tienen como objetivo el manejo de aves vivas para transformarlas en canales completas de calidad e inocuas para consumo humano. El rendimiento es un componente crítico en el procesamiento debido a que es una medida de eficiencia, el cual se refiere como el porcentaje que se obtuvo del peso en canal de un ave procesada ⁴.

El procesamiento avícola, inicia con el retiro de alimento o tiempo de ayuno, el cual es el primer paso del procesamiento y tiene como objetivo facilitar el vaciamiento de tracto gastrointestinal, por lo tanto reduce la posibilidad de contaminación de la canal durante la evisceración. Éste es referido como el periodo de tiempo en que las aves se encuentran sin alimento antes del procesamiento. Éste periodo incluye las sumas de los tiempos que se requieren para el manejo de las aves desde la caseta hasta que estas mueren. Por tanto es la suma del tiempo de captura, embarque, transporte, espera en andén, colgado, insensibilizado y degüello ⁵.

Sin embargo, durante el tiempo de ayuno existe lo que se conoce como merma del peso vivo, que es la pérdida de peso vivo entre el tiempo de retiro de alimento y el sacrificio. La merma de peso vivo, es importante, ya que tiene un impacto económico significativo en el rendimiento final de la canal ⁵. Burh reportó que, después de las primeras 5 a 6 horas de ayuno, la merma de peso vivo fue entre

0.25% y 0.35% del peso corporal de las aves por hora de ayuno, con la mayor pérdida en los machos, reflejándose en el rendimiento final de la canal ⁶.

1.4. Calidad microbiológica e inocuidad de los productos avícolas

La calidad microbiológica e inocuidad de los productos avícolas a nivel mundial ha sido uno de los aspectos de mayor interés para la industria, para las autoridades sanitarias y para el consumidor. De acuerdo con las normas sanitarias, los alimentos para consumo humano deben estar libres de microorganismos patógenos capaces de causar enfermedad ⁷.

En los productos avícolas, como en el caso de las canales frescas de pollo de engorda, la vida de anaquel está relacionada con el número inicial de bacterias en la superficie del producto, así como de la cantidad de tiempo que el producto se ha mantenido bajo refrigeración desde el procesamiento hasta su comercialización ⁷.

Dentro del procesamiento avícola, el retiro de alimento o tiempo de ayuno previo al procesamiento, es un paso crucial ya que determinará la calidad microbiológica de las canales procesadas. La duración del retiro de alimento afecta la frecuencia de contaminación de la canal, el rendimiento de la misma y la eficiencia de la línea de procesamiento. Cuando la duración del retiro de alimento es demasiado corto (≤ 4 horas), se incrementa la probabilidad de que en el tracto gastrointestinal de las aves permanezca alimento parcialmente digerido y heces. Cuando esto ocurre el contenido intestinal puede derramarse en la canal debido a que los intestinos se tornan débiles y pueden romperse durante la evisceración ⁵.

Durante el procesamiento, la contaminación bacteriana puede ocurrir al momento de la manipulación de las canales por parte de los operarios, el contacto con el equipo y herramientas de procesamiento y eviscerado, resultando en el crecimiento y multiplicación de éstas bacterias en la misma que da como resultado un producto con calidad microbiológica reducida y por lo tanto, una menor vida de anaquel.

Por otra parte, Northcutt *et al* (1997) reportaron que en pollos de engorda sometidos a periodos de retiro de alimento mayores a 12 horas, se inicia el desprendimiento de la mucosa intestinal, reduciéndose así, la integridad del intestino e incrementando las probabilidades de contaminación de la canal, debido a que los intestinos se tornan débiles ocasionando su desgarro durante la evisceración. Estudios previos han demostrado que la incidencia de contaminación de las canales y la pérdida de peso debida al tiempo de ayuno, son mínimos para los pollos de engorda sometidos a un periodo de ayuno entre 8 a 12 horas, tomando a este periodo como óptimo para el tiempo total de retiro de alimento *8,17,18,19*.

1.5. Curva de crecimiento bacteriano

El crecimiento bacteriano es la división de una bacteria en dos células hijas en un proceso denominado fisión binaria. Esto ocurre de una manera exponencial. El crecimiento exponencial es una consecuencia del hecho de que cada célula se divide dando dos células. El crecimiento bacteriano se expresa mediante una curva de crecimiento (**Figura 1**) y consiste de las siguientes fases:

1.5.1. Fase Lag o de latencia

El número de unidades formadoras de colonia (UFC) permanece aproximadamente constante. Durante este tiempo los microorganismos se están adaptando al medio. No existe crecimiento visible, sin embargo, existe una considerable actividad bioquímica, especialmente la síntesis de proteína y ARN, así como reparar cualquier tipo de lesión resultante del daño producido anteriormente (congelación, desecación o calentamiento). La duración de esta fase depende de varios factores, principalmente de la temperatura, el medio de crecimiento, el pH, el potencial redox y del estado fisiológico de los microorganismos ^{9,10,11}.

1.5.2. Fase exponencial o logarítmica

Se caracteriza por un aumento del número de células. Durante la multiplicación a la velocidad óptima, el log de los números de UFC frente al tiempo muestra una relación en línea recta, conocida como fase exponencial o logarítmica. En consecuencia, la pendiente de esta parte de la curva igualará la tasa de crecimiento específica del microorganismo, que a su vez dependerá de varios factores. Finalmente las modificaciones que se originan en el medio como consecuencia del crecimiento exponencial llevan a esta fase a su fin a medida que se agotan los nutrientes esenciales, o cuando se acumulan metabolitos inhibidores y el medio entra a la fase estacionaria ^{9,10,11}.

1.5.3. Fase estacionaria

En esta fase, las UFC permanecen aproximadamente constantes durante un tiempo variable. Puede ser debido al cese de la división o a que el ritmo de multiplicación y el ritmo de muerte son más o menos iguales ^{9,10,11}.

1.5.4. Fase de muerte o declive

Después de que una población microbiana alcanza la fase estacionaria, las células pueden continuar vivas y seguir metabolizando, pero va a comenzar una disminución progresiva en el número de células viables, y cuando esto ocurre se dice que la población ha entrado en fase de muerte ^{9,10,11}.

Las bacterias deteriorantes y patógenas que se producen en los productos avícolas, se pueden clasificar de acuerdo con el rango de temperatura óptimo en el que puedan multiplicarse ¹².

Psicrófilas: con un rango de temperaturas de crecimiento óptimo de 5 a 30 °C, una mínima de -15 a 5 °C y una máxima de 20 a 40 °C.

Psicrotróficas: con un rango de temperaturas de crecimiento óptimo de 20 a 30 °C, una mínima de -5 a 8 °C y una máxima de 30 a 43 °C.

Mesófilas: con un rango de temperaturas de crecimiento óptimo de 25 a 43 °C, una mínima de 5 a 8 °C y una máxima de 40 a 50 °C ¹².

1.6. Vida de anaquel de la carne de pollo

El deterioro de los alimentos se produce por diversos cambios, principalmente en respuesta al crecimiento y metabolismo de microorganismos, la exposición, la

cantidad y tipo de luz que recibe la carne, la oxidación de lípidos y pigmentos, etc. Lo interesante es que la gran mayoría de los cambios son normalmente percibidos por el consumidor mediante el uso de sus sentidos (vista, olfato, gusto, tacto y oído). Existen diversas definiciones sobre lo que implica la vida de anaquel, siendo en este caso una de las más acertadas como el periodo de tiempo bajo condiciones de almacenamiento conocidas, posterior a la manufactura y envasado de los alimentos. Durante este tiempo, el producto deberá conservar sus características de calidad sensorial, química, física, funcional o microbiológica, cumpliendo con todas las declaraciones de contenido nutrimental que aparecen en su etiqueta, cuando se almacena en condiciones adecuadas ¹³.

El enfriamiento es otro paso crucial en la calidad microbiológica final de una canal, ya que puede reducir el crecimiento microbiano a nivel de maximizar tanto la seguridad del producto como la vida de anaquel ¹⁴. Algunos investigadores observaron que la carga microbiana total en canales de pollo puede ser reducida en los sistemas de enfriamiento por inmersión, debido al efecto de lavado de contra corriente del flujo de agua fría por agitación y la cloración. Asimismo el mantenimiento de la cadena fría es otro factor que juega un papel fundamental en la duración de la vida de anaquel ¹⁴. La cadena fría es referida como la exposición continua a una temperatura dada, en este caso tiene el objetivo de reducir el crecimiento bacteriano con la finalidad maximizar la vida de anaquel de las canales. Por lo tanto, la carga microbiana total dada por factores de manejo de canales en el rastro y la posibilidad de contaminación de ésta, así como, el manejo de cadena de frío determinan la vida de anaquel de una canal de pollo ¹⁴.

Bilgili reportó que el mal olor y el limo se desarrollan cuando el número de bacterias alcanzan aproximadamente 10^7 y 10^8 por cm^2 de canales frescas de pollo (**Figura 2**). Así como, los productos con una carga bacteriana inicial de 10^4 células/ cm^2 presentará limo en 16 días a una temperatura de almacenamiento de 0°C (32°F), en 5 días a una temperatura de almacenamiento de 5°C (41°F) y sólo 2 días cuando se almacena a 10°C (50°F). Estudios han reportaron que la vida útil en almacenamiento a temperaturas de 0°C , es mejor que el almacenamiento a 4 y 7°C , retrasando así su deterioro ¹⁵.

Actualmente la utilización de mesófilos aerobios y coliformes totales son una herramienta para el control de la calidad de productos de origen animal, debido a que, un alto conteo es indicador de malas prácticas de higiene y también una inadecuada temperatura de almacenaje.

1.7. Enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA's)

Las enfermedades transmitidas por los alimentos conocidas por sus siglas ETA's constituyen un problema de salud pública creciente en todo el mundo. La causa de estas es debida al consumo de alimentos, incluida el agua, contaminados por agentes patógenos en cantidades tales que afectan la salud del consumidor ya sea individual o en una población. La contaminación de los alimentos puede producirse en cualquier etapa del proceso productivo, que va desde su producción hasta la preparación y consumo de los alimentos, lo cual, puede deberse a la contaminación ambiental o del agua. La manifestación clínica más común de una enfermedad transmitida por alimentos consiste en la aparición de síntomas

gastrointestinales, que también pueden dar lugar a síntomas neurológicos, inmunológicos o de otro tipo ¹⁶.

Según la Organización Mundial de la Salud, entre un 70 y un 80% de los casos de diarrea que se producen se deben a la ingestión de agua y alimentos contaminados. Desafortunadamente la tendencia en la incidencia de enfermedades diarreicas no ha cambiado mucho desde el año 2000, cuando se registraron 5,184,776 casos; en el 2010 se registraron 4,923,459 casos de infecciones intestinales y los grupos con mayor incidencia fueron: menores de un año, el grupo de 1 a 4 años y el grupo de 5 a 9 años. Esto conlleva un gran impacto en la salud infantil, ya que en el 2009, las enfermedades infecciosas intestinales fueron la quinta causa de mortalidad en niños de 1 a 4 años ^{16,17}.

Los géneros bacterianos patógenos asociados al consumo de carne de pollo más frecuentes son: *Campylobacter spp.*, *Salmonella* (no tifoidea), *Escherichia coli* O157:H7, *Escherichia coli* y *Listeria monocytogenes* ¹⁷.

1.8. JUSTIFICACIÓN

El procesamiento avícola tiene como objetivo el manejo de aves vivas para transformarlas en canales completas de calidad e inocuas para consumo humano. Sin embargo el procesador debe tomar en cuenta diversos aspectos para lograr este objetivo, ya que tanto la carga microbiana total, como la cadena de frío, son factores que juegan un papel fundamental en la duración de la vida de anaquel.

El programa de ayuno o retiro de alimento es uno de los aspectos determinantes de las cargas microbianas totales en las canales procesadas, de ahí la importancia de su monitoreo y constante supervisión, para realizar los ajustes necesarios y lograr bajas cargas en las canales contribuyendo a prolongar la vida de anaquel. Asimismo se debe conocer el manejo de la cadena de frío tomando en cuenta que esta debe inhibir el crecimiento bacteriano lo cual contribuye a retardar la descomposición de la carne.

1.9. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de tres diferentes programas de ayuno sobre el rendimiento de las canales de pollo de engorda, así como, monitorear la calidad microbiológica de las mismas y determinar la duración de la vida de anaquel en diferentes condiciones de refrigeración comercial.

1.9.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener el rendimiento de las canales de pollo de engorda sometidos a tres diferentes programas de ayuno.
- Identificar el vaciado del tracto gastrointestinal con el fin de garantizar un adecuado tiempo de ayuno.
- Determinar la carga microbiana total (mesófilos aerobios y coliformes totales) de las canales de pollo obtenidas en un rastro comercial, así como, en piezas de pollo (pierna con muslo) obtenidas del procesamiento ulterior de las canales.
- Monitorear la temperatura de almacenamiento de las canales de pollo, con el fin de conocer las posibles fluctuaciones de la temperatura de la cámara fría y refrigeradores comerciales.

Capítulo 2 : MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en un rastro comercial, el cual tiene como objetivo procesar pollo de engorda en presentación rosticero (3,200 canales por día), mercado público (2,500 canales por día) y en piezas. Las actividades inician a las 10 p.m. y 12 a.m.

2.1. Procesamiento de las aves

Se utilizó un total de 390 aves, estirpe Cobb de 42 a 56 días de edad, las cuales fueron procesadas bajo condiciones comerciales en un rastro privado comercial donde se aplicaron las siguientes especificaciones para las diferentes etapas del proceso.

2.1.1. Retiro de alimento

Las aves fueron sometidas a tres tratamientos, los cuales fueron 3 programas de ayuno de 6, 10 y 14 horas, con agua a libre acceso, durante el tiempo que permanecieron en la caseta.

2.1.2. Captura, embarque y transporte de las aves

Las aves fueron capturadas por el método brasileño (ave por ave), marcadas y pesadas en la caseta y se colocaron 8 aves por jaula. Las jaulas se embarcaron por medio de una banda mecánica al camión de transporte, tipo plataforma. Se apilaron 9 jaulas como máximo por columna y fueron transportadas a la planta de procesamiento.

2.1.3. Aturdimiento

Las aves fueron aturdidas eléctricamente mediante un aturridor eléctrico utilizando las constantes de 25 Volts, 0.2 Amperes y 400 Hertz de frecuencia.

2.1.4. Degüello

Se realizó el degüello manual, mediante el corte de la arteria carótida y vena yugular, corte tipo mercado público, con un tiempo de desangrado de 120 segundos.

2.1.5. Escaldado

Las aves se escaldaron a una temperatura de 53° C durante 45 segundos en un tanque de escaldo comercial con compresión de aire.

2.1.6. Desplumado

Se retiró la pluma a través de una desplumadora automática con dedos de goma flexibles.

2.1.7. Eviscerado

Se realizó por medio de un sistema automatizado de eviscerado y aspiración de la canal para el retiro de pulmones y/o riñones.

2.1.8. Enfriamiento

Las canales fueron enfriadas en el tanque de enfriamiento de inmersión durante 45 minutos. Al cual se le añaden 50 ppm (5 mg/L) de hipoclorito de sodio. Posteriormente, al salir del tanque de enfriamiento, se tomaron al azar 30 canales

por tratamiento para su evaluación. Las canales procesadas (evisceradas, con cabeza y patas) se colocaron en hielo y fueron colocadas en una cámara fría, a una temperatura de al menos 0°C por 24 horas, hasta su procesamiento ulterior (corte y empaque).

Posteriormente al corte y empaque las muestras fueron transportadas a dos diferentes puntos de venta, punto de venta 1 y punto de venta 2. Los empaques fueron identificados de acuerdo al tratamiento, para ser colocados en los refrigeradores asignados.

2.2. Medición del rendimiento de la canal

Se tomaron, pesaron e identificaron 30 aves al azar con la finalidad de obtener el peso vivo, el rendimiento de la canal caliente y fría por tratamiento.

2.3. Monitoreo de vísceras

Al momento del eviscerado se tomaron 10 tractos gastrointestinales por tratamiento. Se realizó el monitoreo de vísceras para verificar los tiempos de vaciado gastrointestinal y se evaluó la localización del contenido para determinar la eficacia del programa de ayuno y su relación con la calidad microbiológica y la vida de anaquel.

2.4. Toma de muestras

Las canales previamente pesadas e identificadas por tratamiento obtenidas al salir del tanque de enfriamiento, se colocaron en hielo y se mantuvieron en refrigeración hasta su posterior evaluación.

Posteriormente, las canales fueron cortadas en piezas (pierna con muslo), las cuales fueron empaquetadas, identificadas por tratamiento y transportadas a dos puntos de venta, donde se almacenaron a temperatura de refrigeración en cámara fría, y posteriormente, fueron colocadas en los refrigeradores de venta en ambos puntos de venta, a razón de 10 muestras por día, durante 8 días de muestreo para su posterior evaluación. El criterio fue el siguiente:

Las muestras correspondientes al día 0, fueron colocadas directamente en el refrigerador de venta, las muestras de los días 2, 4, 6, y 8, fueron almacenadas durante 1, 2, 3 y 4 días respectivamente, en cámara fría antes de ser colocadas en los refrigeradores de venta. Los tiempos asignados para evaluar la vida de anaquel fueron los días 0, 2, 4, 6 y 8.

2.4.1. Determinación de la carga total

Cada canal eviscerada obtenida al salir del tanque de enfriamiento, se colocó en una bolsa de plástico estéril a la cual se le agregaron 100 ml de solución amortiguadora de fosfatos (PBS) estéril y se realizó el lavado durante un minuto cubriendo toda las superficies internas y externas de la canal, posteriormente la canal fue escurrida durante 15 segundos con el objeto de coleccionar la mayor cantidad de líquido posible, posteriormente se tomó 1 ml del lavado de las canales y se realizaron diluciones decuples (1:10) en solución amortiguadora de fosfatos (PBS) estéril, desde 10^{-1} a 10^{-6} , posteriormente se sembró 1 ml de las diluciones -3, -4, -5 y -6 en microplacas RIDA COUNT TOTAL® Y RIDA COUNT COLIFORM® y se dejaron incubar a 37°C por 48 horas para su posterior conteo

18,19

Los lavados obtenidos fueron inmediatamente colocados en una hielera para transportarlos al laboratorio de microbiología del Departamento de Medicina y Zootecnia de Aves de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

2.4.2. Determinación de la vida de anaquel de las muestras

almacenadas (pierna con muslo)

En los días asignados para evaluar la vida de anaquel se procedió a colocar en una bolsa de plástico estéril la pieza de pierna con muslo a la cual se le agregaron 100 ml de solución amortiguadora de fosfatos (PBS) estéril y se realizó el lavado durante un minuto cubriendo la totalidad de la superficie, posteriormente se escurrió y se sacó la pieza de pollo, posteriormente se tomó 1 ml del lavado obtenido y se realizaron diluciones decuples (1:10) en solución amortiguadora de fosfatos (PBS) estéril, desde 10^{-1} a 10^{-6} , posteriormente se sembró 1 ml de las diluciones -3, -4 , -5 y -6 en microplacas RIDA COUNT TOTAL® Y RIDA COUNT COLIFORM® y se dejaron incubar a 37°C por 48 horas para su posterior conteo ^{18,19}.

Los lavados obtenidos fueron inmediatamente colocados en una hielera para transportarlos al laboratorio de microbiología del Departamento de Medicina y Zootecnia de Aves de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM

2.5. Monitoreo de la temperatura de refrigeración

Se realizó el monitoreo de la temperatura de cámara fría y refrigeradores en los dos puntos de venta en donde fueron almacenadas las muestras, mediante un

termógrafo electrónico que fue previamente programado, para realizar lecturas cada 5 minutos.

2.6. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos para rendimiento de las canales fueron transformados mediante la raíz cuadrada del arcoseno para realizar el análisis estadístico. Se utilizó la prueba de “Análisis de la varianza” (ANOVA) y con el objeto de conocer si existían diferencias estadísticas significativas en el rendimiento se realizó la “Prueba de Tukey”, el nivel de significancia fue de $P < 0.05$.

Para los resultados de los conteos bacteriológicos por mililitro de enjuague de los tres programas de ayuno en canales y en piezas de pollo, fueron transformados al logaritmo base 10 para el análisis estadístico y se empleó la prueba de “Análisis de la varianza” (ANOVA) y con el objeto de conocer si existían diferencias estadísticas significativas en el rendimiento, se realizó la “Prueba de Tukey”, el nivel de significancia fue de $P < 0.05$.

Capítulo 3 : RESULTADOS

3.1. Rendimiento canal caliente y fría (%)

Los rendimientos obtenidos se pueden observar en el cuadro 1. Donde el programa de ayuno de 10 horas (75.57 ± 1.80), fue significativamente mayor ($P < 0.05$) para canal caliente en comparación a los programas de 6 y 14 horas de ayuno. Es importante señalar que el programa de ayuno de 14 horas (70.87 ± 2.81) mostró el menor rendimiento para este tipo de canal, seguido por el programa de 6 horas (72.53 ± 3.40).

Mientras que los resultados para canal fría, se observaron diferencias estadísticamente significativas en los tres programas de ayuno, el programa de ayuno de 10 horas (79.88 ± 2.83) fue significativamente mayor ($P < 0.05$), seguido por el programa de 6 horas (75.26 ± 3.67), mientras que el programa de ayuno de 14 horas (72.92 ± 2.43) fue significativamente menor ($P < 0.05$).

3.2. Monitoreo de vísceras

Los resultados para el monitoreo de vísceras se pueden observar en el Cuadro 2.

3.2.1. Programa de ayuno de 6 horas

Se observaron tractos gastrointestinales llenos 10/10. Alimento en el buche de las aves (8/10), en molleja (10/10), así como, contenido en duodeno (10/10), yeyuno (10/10) y en ciegos (10/10).

3.2.2. Programa de ayuno de 10 horas

Se observó presencia de alimento en molleja (2/10), así como contenido, en duodeno (2/10), en ciegos (8/10), teniendo un total de tractos gastrointestinales vacíos en 8/10.

3.2.3. Programa de ayuno de 14 horas

Se observó ligera presencia de alimento en la molleja, presencia de gas (9/10), teniendo un total de tractos gastrointestinales vacíos en 9/10.

3.3. Calidad microbiológica: Carga total de mesófilos aerobios y coliformes totales en canales completas (Log₁₀ UFC/ml)

Los resultados obtenidos para los conteos se pueden observar en el cuadro 3. Donde el programa de ayuno de 14 horas (5.98 ± 0.55 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente mayor ($P < 0.05$) para mesófilos aerobios en comparación a los programas de 6 y 10 horas. Es importante señalar que el programa de ayuno de 6 horas (5.45 ± 0.57 Log₁₀ UFC/ml) y 10 horas (5.35 ± 0.61 Log₁₀ UFC/ml) mostraron los menores conteos, aunque no existe diferencia estadísticamente significativa entre estos últimos programas de ayuno.

Mientras que en los resultados observados para coliformes totales se puede observar que el programa de ayuno de 14 horas (5.07 ± 0.30 Log₁₀ UFC/ml) y el programa de ayuno de 6 horas (5.01 ± 0.59 Log₁₀ UFC/ml) mostraron los mayores conteos, aunque no existe diferencia estadística significativa entre estos dos

programas de ayuno. Siendo el programa de 10 horas (4.50 ± 0.44 Log₁₀ UFC/ml) significativamente menor ($P < 0.05$).

3.4. Conteos microbiológicos: mesófilos aerobios y coliformes totales por punto de venta y día de muestreo en piezas de pollo (Log₁₀ UFC/ml)

Los conteos obtenidos se pueden observar en el cuadro 4. Para los conteos de mesófilos aerobios, el día 0 de muestreo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el punto de venta 1 (5.03 Log₁₀ UFC/ml) y el punto de venta 2 (4.86 Log₁₀ UFC/ml). Del mismo modo en el día 2 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el punto de venta 1 (6.63 Log₁₀ UFC/ml) y el punto de venta 2 (6.55 Log₁₀ UFC/ml). Para el día 4 de muestreo se encontraron diferencias significativas entre los dos puntos de venta, en donde, el punto de venta 2 (7.06 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente mayor ($P < 0.05$) con respecto al punto de venta 1 (6.86 Log₁₀ UFC/ml), el cual fue significativamente menor ($P < 0.05$). Para el día 6 de muestreo, el punto de venta 1 (7.75 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente mayor ($P < 0.05$), con respecto al punto de venta 2 (7.22 Log₁₀ UFC/ml) el cual fue significativamente menor ($P < 0.05$) y finalmente, para el día 8 de muestreo el punto de venta 1 (7.99 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente mayor ($P < 0.05$) con respecto al punto de venta 2 (7.51 Log₁₀ UFC/ml), el cual fue significativamente menor ($P < 0.05$).

Para coliformes totales, al día 0 de muestreo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el punto de venta 1 (4.44 Log₁₀ UFC/ml) y el

punto de venta 2 (4.25 Log₁₀ UFC/ml), para el día 2 de muestreo tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el punto de venta 1 (5.98 Log₁₀ UFC/ml) y el punto de venta 2 (5.95 Log₁₀ UFC/ml). Para el día 4 de muestreo se encontraron diferencias estadísticamente significativas, siendo el punto de venta 2 (6.56 Log₁₀ UFC/ml) significativamente mayor ($P < 0.05$), con respecto al punto de venta 1 (6.29 Log₁₀ UFC/ml), el cual fue significativamente menor ($P < 0.05$). Para el día 6 de muestreo, el punto de venta 1 (7.38 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente mayor con respecto al punto de venta 2 (6.76 Log₁₀ UFC/ml), el cual fue significativamente menor ($P < 0.05$), del mismo modo en el día 8 de muestreo, el punto de venta 1 (7.71 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente mayor ($P < 0.05$), con respecto al punto de venta 2 (6.98 Log₁₀ UFC/ml), el cual fue significativamente menor ($P < 0.05$).

3.5. Conteos microbiológicos: mesófilos aerobios por programa de ayuno, punto de venta y día de muestreo en piezas de pollo (Log₁₀ UFC/ml)

Los conteos obtenidos se pueden observar en el cuadro 5. Para mesófilos aerobios, se encontró, al día 0, en el punto de venta 1, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los programas de ayuno de 10 y 14 horas, siendo significativamente menor ($P < 0.05$) el programa de ayuno de 10 horas (4.79 Log₁₀ UFC/ml), con respecto al programa de ayuno de 14 horas (5.44 Log₁₀ UFC/ml), seguido por el programa de ayuno de 6 horas (4.86 Log₁₀ UFC/ml), para el punto de venta 2 no se encontraron diferencias significativas entre los tres programas de ayuno, cabe señalar que el programa de ayuno de 14 horas (5.19

Log₁₀ UFC/ml) presentó el mayor conteo, seguido por los programas de ayuno de 6 horas (5.00 Log₁₀ UFC/ml) y 10 horas (4.39 Log₁₀ UFC/ml). Al día 2, en el punto de venta 1, el programa de ayuno de 14 horas (6.00 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente menor ($P < 0.05$) con respecto, a los programas de 6 (6.81 Log₁₀ UFC/ml) y 10 (7.08 Log₁₀ UFC/ml) horas, para el punto de venta 2, el programa de ayuno de 6 horas (5.99 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente menor ($P < 0.05$), con respecto del programa de ayuno de 10 horas (7.09 Log₁₀ UFC/ml) seguido por el programa de ayuno de 14 horas (6.57 Log₁₀ UFC/ml). Al día 4, en el punto de venta 1, el programa de ayuno 14 horas (5.97 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente menor ($P < 0.05$) con respecto a los programas de ayuno de 6 (7.35 Log₁₀ UFC/ml) y 10 horas (7.26 Log₁₀ UFC/ml), para el punto de venta 2, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, cabe señalar que el programa de 10 horas presentó el menor conteo (6.99 Log₁₀ UFC/ml), con respecto, de los programas de ayuno de 6 (7.19 Log₁₀ UFC/ml) y 14 horas (7.01 Log₁₀ UFC/ml). Al día 6, en el punto de venta 1, el programa de ayuno de 6 horas (8.36 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente mayor ($P < 0.05$), con respecto de los programas de ayuno de 10 (7.56 Log₁₀ UFC/ml) y 14 horas (7.33 Log₁₀ UFC/ml), para el punto de venta 2, el programa de 10 horas (6.79 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente menor ($P < 0.05$), con respecto de los programas de ayuno de 6 (7.55 Log₁₀ UFC/ml) y 14 horas (7.31 Log₁₀ UFC/ml). Y finalmente, al día 8, en el punto de venta 1, el programa de ayuno de 6 horas (8.47 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente mayor ($P < 0.05$), con respecto de los programas de 10 (7.88 Log₁₀ UFC/ml) y 14 horas (7.61 Log₁₀ UFC/ml), para el punto de venta 2, el programa de ayuno de 14 horas (7.07 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente

menor con respecto, a los programas de ayuno de 6 (7.88 Log₁₀ UFC/ml) y 10 horas (7.59 Log₁₀ UFC/ml).

3.6. Conteos microbiológicos: coliformes totales por programa de ayuno, punto de venta y día de muestreo en piezas de pollo (Log₁₀ UFC/ml)

Los conteos obtenidos se pueden observar en el cuadro 6. En los cuales, al día 0, en el punto de venta 1, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres programas de ayuno, siendo el programa de ayuno de 6 horas (4.61 Log₁₀ UFC/ml) el mayor conteo, con respecto, a los programas de 10 (4.31 Log₁₀ UFC/ml) y 14 horas (4.39 Log₁₀ UFC/ml), para el punto de venta 2, el programa de ayuno de 10 horas (3.91 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente menor ($P < 0.05$) con respecto del programa de ayuno de 6 horas (4.60 Log₁₀ UFC/ml), seguido por el programa de ayuno de 14 horas (4.25 Log₁₀ UFC/ml). Al día 2, en el punto de venta 1, el programa de ayuno de 14 horas (4.99 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente menor ($P < 0.05$), con respecto de los programas de ayuno de 6 (6.27 Log₁₀ UFC/ml) y 10 horas (6.69 Log₁₀ UFC/ml), para el punto de venta 2, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres programas de ayuno, siendo estadísticamente menor ($P < 0.05$), el programa de ayuno de 6 horas (5.22 Log₁₀ UFC/ml), seguido por los programas de ayuno de 14 horas (5.85 Log₁₀ UFC/ ml) y 10 horas (6.77 Log₁₀ UFC/ml). Al día 4, en el punto de venta 1, el programa de ayuno de 14 horas (4.84 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente menor ($P < 0.05$), con respecto de los programas de 6 (7.20 Log₁₀ UFC/ml) y 10 horas (6.82 Log₁₀ UFC/ml), para el punto de venta 2, no se

encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$), siendo el programa de ayuno de 6 horas (6.83 Log₁₀ UFC/ml) el que presentó el mayor conteo, con respecto, de los programas de ayuno de 10 (6.56 Log₁₀ UFC/ml) y 14 horas (6.31 Log₁₀ UFC/ml). Al día 6, en el punto de venta 1, el programa de ayuno de 6 horas (8.08 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente mayor ($P < 0.05$), con respecto a los programas de 10 (7.14 Log₁₀ UFC/ml) y 14 horas (6.91 Log₁₀ UFC/ml), para el punto de venta 2, el programa de 10 horas (6.15 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente menor ($P < 0.05$), con respecto, a los programas de 6 (7.11 Log₁₀ UFC/ml) y 14 horas (7.02 Log₁₀ UFC/ml). Y finalmente, al día 8, en el punto de venta 1, el programa de ayuno de 6 horas (8.22 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente mayor ($P < 0.05$), con respecto, de los programas de ayuno de 10 (7.55 Log₁₀ UFC/ml) y 14 horas (7.36 Log₁₀ UFC/ml), mientras que en el punto de venta 2 el programa de ayuno de 6 horas (7.55 Log₁₀ UFC/ml) fue significativamente mayor ($P < 0.05$), con respecto, de los programas de 10 (6.77 Log₁₀ UFC/ml) y 14 horas (6.61 Log₁₀ UFC/ml).

3.7. Promedio de temperaturas de cámara fría y refrigeradores en los puntos de venta

Las temperaturas del punto de venta 1 y del punto de venta 2, para los tres programas de ayuno fueron los siguientes:

3.7.1. Punto de venta 1

3.7.1.1. Cámara fría

Para el programa de ayuno de 6 horas se obtuvo un promedio de temperatura de 3.9°C, con una temperatura máxima de 6.2°C y una temperatura mínima de 2.6°C. Para el programa de ayuno de 10 horas se obtuvo un promedio de temperatura de 2.6°C, con una temperatura máxima de 6.3°C y una temperatura mínima de 2.0°C, y finalmente, para el programa de ayuno de 14 horas se obtuvo un promedio de temperatura de 2.9°C, con una temperatura máxima de 4.7°C y una temperatura mínima de 1.3°C.

3.7.1.2. Refrigerador

Para el programa de ayuno de 6 horas se obtuvo un promedio de temperatura de 7.8°C, con una temperatura máxima de 10.4°C y una temperatura mínima de 5.5°C, para el programa de ayuno de 10 horas se obtuvo un promedio de temperatura de 6.5°C, con una temperatura máxima de 10.6°C y una temperatura mínima de 3.4°C y finalmente para el programa de 14 horas un promedio de temperatura de 3.4°C, con una temperatura máxima de 7.5°C y una temperatura mínima de 0.2°C.

3.7.2. Punto de venta 2

3.7.2.1. Cámara fría

Para el programa de ayuno de 6 horas se obtuvo un promedio de temperatura de 1.2°C, con una temperatura máxima de 4.1°C y una temperatura mínima de -0.4°C. Para el programa de ayuno de 10 horas se obtuvo un promedio de temperatura de 0.2°C, con una temperatura máxima de 1.5°C y una temperatura mínima de -0.4°C, y finalmente, para el programa de ayuno de 14 horas se obtuvo un promedio de temperatura de 0.8°C, con una temperatura máxima de 1.4°C y una temperatura mínima de -0.2°C.

3.7.2.2. Refrigerador

Para el programa de ayuno de 6 horas se obtuvo un promedio de temperatura de 7.4°C, con una temperatura máxima de 9.5°C y una temperatura mínima de 5.4°C. Para el programa de ayuno de 10 horas se obtuvo un promedio de temperatura de 6.1°C, con una temperatura máxima de 8.6°C y una temperatura mínima de 3.8°C, y finalmente, para el programa de ayuno se obtuvo un promedio de temperatura de 7.3°C, con una temperatura máxima de 8.9°C y una temperatura mínima de 5.6°C.

Capítulo 4 : DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo la finalidad de evaluar el efecto de diferentes programas de ayuno (6, 10 y 14 horas) utilizados al final de la crianza de pollo de engorda, sobre el rendimiento y la vida de anaquel, con el fin de determinar el tiempo óptimo de ayuno previo al sacrificio en el cual se puede optimizar el rendimiento y reducir la contaminación de la canal, y con esto, lograr una mejor calidad microbiológica, y como consecuencia, una vida de anaquel más larga. Para que el programa de ayuno sea eficaz, este debe ser lo suficientemente largo para que el tracto gastrointestinal se vacíe, pero suficientemente corto como para limitar la pérdida de peso vivo, así como, optimizar el rendimiento en canales evisceradas.

El rendimiento en canal eviscerada mostró que el programa de ayuno de 10 horas fue el mejor rendimiento para canal caliente (75.57%), ya que fue significativamente mayor, con respecto a los programas de 6 y 14 horas. Northcutt (2003), observó los mayores rendimientos en canales de pollos que fueron sometidos a programas de ayuno de 8 horas (71.9%) y de 12 horas (72.6%), ya que el tracto gastrointestinal estaba vacío justo antes del procesamiento ^{20,21}. Por otra parte, Zuidhof (2004), reportó que el peso en canal eviscerada previa al enfriamiento fue uniforme en aves sometidas a 4, 8 y 12 horas de ayuno, sin embargo, aves sometidas a 16 horas ayuno se encontró una disminución de 2.1% en el peso ^{22,23}.

Podría pensarse que el programa de ayuno de 6 horas tendría la menor pérdida de peso vivo y a su vez el mayor rendimiento, sin embargo, esta pérdida de peso, está relacionada con la ocupación del tracto gastrointestinal con contenido.

Northcutt et al (2003), encontraron que la mayor parte de la pérdida de peso durante las primeras 5 a 6 horas de retiro de alimento se atribuye únicamente al vaciado del tracto gastrointestinal ²¹. Esto coincide con lo observado en el presente estudio donde se observó contenido en los diferentes órganos que componen el tracto gastrointestinal, además que no se observó ningún tracto vacío. Mientras que el programa de ayuno de 10 horas, el 80% de los tractos gastrointestinales se presentaban vacíos.

Durante el enfriamiento de las canales mediante el sistema de inmersión, estas absorben y retienen agua, tanto en la piel como en los tejidos subyacentes a esta. Demirok et al (2013), reportaron que durante el enfriamiento por inmersión las canales absorben agua que va del 4 a 6%, a través de la piel y la grasa circundante. Por lo que el enfriamiento por inmersión incrementa el rendimiento de las canales ²⁴. En el presente estudio se observó que el programa de ayuno de 10 horas obtuvo el mejor rendimiento para canal fría (79.88%), ya que resultó en una mayor absorción de agua (4.31%) con respecto de los programas de ayuno de 6 horas (2.73%) y 14 horas (2.05%).

El uso de conteos de aerobios y coliformes totales ha sido recomendado como herramienta para el control de la calidad de productos de origen animal. Un conteo alto de aerobios indica una inadecuada sanitización, malas prácticas de higiene de manufactura o una inadecuada temperatura de almacenaje del producto, así como, un conteo elevado de coliformes totales indica deficiencias en los programas de ayuno ^{25,26}. Por lo tanto los programas de ayuno tienen una relación directa con la calidad microbiológica. En el presente estudio se observó que las

canales obtenidas en el programa de ayuno de 10 horas resultaron con la mejor calidad microbiológica, ya que presentó la menor carga de mesófilos aerobios y coliformes totales (5.35 y 4.50 Log₁₀ UFC/ml, respectivamente), con respecto a los programas de ayuno de 6 y 14 horas. Ha sido reportado previamente que los programas de ayuno entre 8 y 12 horas favorecen tanto el vaciamiento de contenido del tracto gastrointestinal, así como, el rendimiento en canal (Northcutt, 2003), aunque hay investigadores que puntualizan horarios específicos como Zuidhof (2004) que reporta que el tiempo requerido para este vaciamiento es de 12 horas. En el presente estudio el programa de ayuno de 10 horas confirma lo reportado por la literatura de una menor carga microbiana tanto de mesófilos aerobios como de coliformes totales, sumado al hecho que este programa de ayuno obtuvo el mayor número de intestinos vacíos cuando se evaluaron tractos gastrointestinales, lo que reduce la probabilidad de contaminación con alimento y/o heces al momento de la evisceración. Mientras que, el programa de ayuno de 14 horas presentó la mayor carga bacteriana (5.98 y 5.07 Log₁₀ UFC/ml, para mesófilos aerobios y coliformes totales, respectivamente). Esto se debe a diversos factores, como la manipulación de los operarios en el producto y de las prácticas higiénicas en la planta de procesamiento, así como, la contaminación que puede producirse durante el procesamiento, cuando la ingesta o las heces se derraman del buche o la cloaca o si el tracto gastrointestinal se rompe o desagarra permitiendo que el contenido se derrame en la canal. Esto puede explicarse, ya que un tiempo excesivo de ayuno (mayor a 12 horas) ocasiona el debilitamiento y deterioro del tracto gastrointestinal, por la producción de gas debida a la fermentación excesiva producida por las bacterias intestinales con lo que resulta

en la distensión de las paredes intestinales incrementando la probabilidad de rupturas del tracto gastrointestinal, y con esto, contaminación de la canal. Esto fue observado en el presente estudio debido a que se observó un mayor número de intestinos con presencia de gas, sumado con el hecho que las canales obtenidas bajo este programa de ayuno mostraron las mayores cargas bacterianas totales en la canal, tanto en mesófilos como coliformes. Por otra parte, en un corto tiempo de ayuno, el tracto gastrointestinal se encuentra ocupado, debido a la presencia de alimento y/o heces, ocupando la mayor parte de la cavidad celómica, teniendo así, una mayor probabilidad en la ruptura al momento de la evisceración, en donde el contenido intestinal puede contaminar la canal. La presencia de alimento en los tractos gastrointestinales bajo el programa de ayuno de 6 horas, mostró residuos de este en la mayoría de las secciones del intestino, así como en buche y molleja.

El enfriamiento tiene como objetivo principal reducir el crecimiento microbiano a un nivel que permita maximizar tanto la seguridad alimentaria y la vida útil del producto ^{24,27}. Por ello, se deben tener en cuenta dos factores: la temperatura del agua en el tanque de enfriamiento y la concentración de los desinfectantes utilizados, en este caso, el hipoclorito de sodio. La temperatura de la canal debe reducirse a 4°C o menos tan pronto como sea posible después de la evisceración (1 a 2 horas post mortem) ^{24,27}. En el presente estudio se utilizó una concentración de 50 ppm de hipoclorito de sodio, donde la temperatura promedio de las canales a la entrada fue de 40°C y a la salida fue de 9°C del tanque de enfriamiento, con lo que la temperatura de las canales no fue la adecuada para garantizar la disminución de la carga microbiana, debido a que la recomendación es que la

temperatura debe ser al menos de 4°C en el centro de la pechuga ²⁷. En investigaciones previas, Demirok, et al (2013), reportó que enjuagues realizados a canales obtenidas del sistema de enfriamiento por inmersión, una carga de mesófilos aerobios de 3.78 Log₁₀ UFC/ml con una concentración de 20 ppm de hipoclorito de sodio ²⁴. Por otro lado, Russell, (1996), reportó una media de 4.0 y 3.0 Log₁₀ UFC/ml para mesófilos aerobios y coliformes totales, respectivamente, en canales, obtenidas del sistema de enfriamiento por inmersión ²⁸. Cox (2010), reportó una media de 1.7 Log₁₀ UFC/ml para coliformes totales, en canales obtenidas del sistema de enfriamiento por inmersión ²⁹, Cason (2006), reportó una media 3.1 Log₁₀ UFC/ml para coliformes totales, en canales obtenidas por el mismo sistema de enfriamiento ³⁰. Mientras que, Northcutt (2003), reportó una media para coliformes totales de 3.5 y 4.0 Log₁₀ UFC/ml en programas de ayuno de 8 y 12 horas, respectivamente ²⁰. En el presente estudio, el programa de ayuno de 10 horas, obtuvo la mejor calidad microbiológica, con un conteo para mesófilos aerobios de 5.35 Log₁₀ UFC/ml y un conteo de coliformes totales de 4.50 Log₁₀ UFC/ml, sin embargo los conteos en ambos tipos de microorganismos son elevados con respecto a los reportados en las investigaciones anteriormente citadas.

En investigaciones anteriores se demostró que una alta carga bacteriana inicial resulta en una disminución en la vida de anaquel del producto ^{12,15}. La tendencia observada en el presente estudio muestra que los dos puntos de venta tuvieron un comportamiento ascendente, donde el punto de venta 1, obtuvo un incremento de 2.96 y 3.27 Log₁₀ UFC/ml, para mesófilos aerobios y coliformes totales,

respectivamente, mientras que, el punto de venta obtuvo un incremento de 2.65 y 2.73 Log₁₀ UFC/ml, para mesófilos aerobios y coliformes totales, respectivamente, en 8 días de almacenamiento, sin embargo las temperaturas de almacenamiento proporcionadas por la cámara fría y los refrigeradores de venta fueron muy variables. Esto coincide con lo reportado por Russell, et al, (1996), quienes observaron que canales sometidas a 25 °C y posteriormente almacenadas a una temperatura de 3°C mostraron un incremento de 3.1 Log₁₀ UFC/ml para mesófilos aerobios en 7 días de almacenamiento ²⁸.

En los conteos de mesófilos aerobios las cargas microbianas fueron similares entre los puntos de venta y programas de ayuno. Se encontraron incrementos en el punto de venta 1 de 3.61, 3.09 y 2.17 Log₁₀ UFC/ml durante 8 días de muestreo para los programas de ayuno de 6, 10 y 14 horas, respectivamente, mientras que el punto de venta 2, se obtuvieron incrementos de 2.88, 3.20 y 1.88 Log₁₀ UFC/ml durante 8 días de muestreo, para los programas de ayuno de 6, 10 y 14 horas, respectivamente. Siendo el punto de venta 2, el que obtuvo menores conteos bacterianos. En comparación con investigaciones previas los autores reportaron un incremento de 4.41 Log₁₀ UFC/ml durante 10 días de almacenamiento a una temperatura de 4°C. ²⁷. Además esto coincide con lo reportado por Bilgili, (2001), donde el establece que la carga microbiana es importante, pero la temperatura de almacenamiento juega un papel fundamental, ya que productos con una carga bacteriana inicial de 10⁴ células/ cm² presentará limo en 16 días a una temperatura de almacenamiento de 0°C, este indicador de

descomposición se presentará en 5 días a una temperatura de almacenamiento de 5°C y sólo 2 días cuando se almacena a 10°C 15.

En el presente estudio debido a que la cadena frío mostró fluctuaciones de temperatura durante los 8 días de muestreo, tanto en los refrigeradores de venta que superaron los 4°C de temperatura, como en las cámaras frías en donde las piezas de pollo fueron almacenadas, en donde la temperatura fue de $\leq 4^{\circ}\text{C}$, afectaron la carga microbiana de las piezas de pollo. En el presente estudio se observó que al día 2 de muestreo, las muestras superaron 10^6 UFC/ml resultando en el final de la vida de anaquel, en los dos puntos de venta, esto coincide con lo reportado por Demirok *et al*, 2013 y Carroll y Alvarado, 2008, señalan que al superar 10^6 UFC/ml es indicativo de deterioro ^{24,27}. Sin embargo, no se encontraron cambios en olor ni cambio en la apariencia de las piezas en ese día, las cuales son características asociadas a descomposición de la carne de pollo, siendo que estas se observaron entre los días 4 y 6. Contrario a lo reportado que señala a la vida de anaquel como consecuencia del programa de ayuno, debido a las cargas bacterianas iniciales, se observó que al día 2, el programa de ayuno de 14 horas, en el punto de venta 1, fue significativamente menor, con respecto de los programas de ayuno de 6 y 10 horas, esto se puede explicar porque las temperaturas a las cuales fueron almacenadas estas muestras fueron menores o igual a 4°C, además se observó que al día 4, fueron significativamente menores (5.97 Log₁₀ UFC/ml). Además que en el punto de venta 2, se observó que, el programa de ayuno de 14 horas aunque no inició con la menor carga al día cero a lo largo de la prueba mostró los menores incrementos en los conteos bacterianos

comparado con los otros programas de ayuno, esto puede estar explicado por el hecho de que la temperatura de almacenamiento de la cámara fría fue $\leq 4^{\circ}\text{C}$, (Temperaturas: promedio 0.8°C , máxima 1.4°C y mínima 0.2°C), por lo que pese haber estado en el refrigerador de venta, el cual estuvo fuera del rango de refrigeración las cargas bacterianas no fueron diferentes al resto de los tratamientos. Esto puede explicarse por el hecho reportado en algunos trabajos que indican que la vida útil en almacenamiento a temperaturas de 0°C , es mejor que el almacenamiento a 4 y 7°C , retrasando así su deterioro ¹⁵.

Por otra parte, Tuncer y Sireli (2008), reportaron que existe una relación entre el tipo de empaque y la temperatura de almacenamiento. En el presente estudio se utilizaron charolas de unigel con cubierta plástica como empaque y a pesar que las condiciones de almacenamiento no fueron uniformes en la conservación de la cadena de frío, los incrementos bacterianos observados fueron de 3.61, 3.09 y 2.69 Log₁₀ UFC/ml para los programas de ayuno de 6, 10 y 14 horas respectivamente, para el punto de venta 1, mientras que el punto de venta 2 mostró incrementos de 2.88, 3.20 y 1.88 Log₁₀ UFC/ml para los programas de 6, 10 y 14 horas respectivamente. En contraste Tuncer y Sireli (2008), reportaron que canales empacadas en bolsas de polietileno y charolas sintéticas, sometidas a un almacenamiento de 0°C durante 10 días mostraron una vida de anaquel más larga, con incrementos de 4.86 y 5.1 Log₁₀ UFC/cm², respectivamente, comparadas con canales almacenadas a 7°C durante 4 días, con incrementos de 5.25 y 4.42 Log₁₀ UFC/cm² ³¹.

En cuanto a las poblaciones de coliformes se observaron incrementos en el punto de venta 1 de 3.61, 3.24 y 2.97 Log₁₀ UFC/ml, para los programas de ayuno de 6, 10 y 14 horas respectivamente, donde el programa de ayuno de 14 horas mostró las menores poblaciones bacterianas, mientras que en el punto de venta 2 se obtuvieron incrementos de 2.95, 2.86 y 2.36 Log₁₀ UFC/ml, para los programas de ayuno de 6, 10 y 14 horas, respectivamente, siendo también que este último fue el que mostró las menores cargas bacterianas para el punto de venta 2. Cabe resaltar que en ambos puntos de venta las condiciones de refrigeración de la cámara fría fueron las mejores comparadas con las condiciones del resto de los tratamientos. Además en comparación con investigaciones anteriores, se reportó una media para coliformes en piernas en el lugar de venta de 4.27 Log₁₀ UFC/g³². En contraste con el presente experimento donde solo las muestras del programa de ayuno de 10 horas muestran valores menores a 4 Log₁₀, por lo tanto es importante revisar las condiciones tanto de corte como de manipulación de piezas por parte de los trabajadores responsables de transformar canales completas a piezas empacadas y listas para su venta. Asimismo enfatizar que los conteos de coliformes son altos para todas las muestras lo que indica que debe realizarse un mayor esfuerzo para mejorar las condiciones de procesamiento, así como de corte y empaque de las piezas.

Capítulo 5 :CONCLUSIÓN

En el presente estudio el programa de ayuno de 10 horas mostró los mejores resultados, ya que obtuvo el mejor rendimiento en canal caliente y fría, así como, en la calidad microbiológica de las canales, ya que obtuvo la menor carga inicial tanto para coliformes totales y de mesófilos aerobios. Además con el programa de ayuno de 10 horas la pérdida de peso, no tiene un impacto negativo significativo en el rendimiento de las canales, así como, el tracto gastrointestinal de las aves se presenta parcialmente vacío, permitiendo que la probabilidad de contaminación con alimento y/o heces se reduzca al momento de la evisceración.

La vida de anaquel de las piezas de pollo, fue solamente de 2 días (poblaciones mayores a 10^6 Log₁₀ UFC/ml), sin embargo se observaron cambios por descomposición como olor y cambio de color entre los días 4 y 6, esto fue indistinto de los programas de ayuno utilizados, lo que señala a la variación de la temperatura como trascendental en la vida de anaquel. Por lo tanto es de suma importancia, implementar medidas correctivas en las prácticas de higiene y monitoreo de las temperaturas durante el almacenamiento y exhibición para su venta.

En cuanto a las poblaciones de coliformes totales se observaron incrementos en ambos puntos de venta, sin embargo el programa de ayuno por 14 horas mostró al final de la prueba las menores poblaciones bacterianas, para ambos puntos de venta, lo que implica que es necesario revisar las condiciones desde el procesamiento hasta el corte y manipulación de piezas por parte de los

trabajadores responsables de transformar canales completas a piezas empacadas y listas para su venta.

Literatura citada

1. Castañeda SMP, Braña VD y Martínez WV. Carne de pollo mexicana. Folleto técnico No. 26, INIFAP, Ajuchitlán, Colón, Querétaro, México, 2013; 1-4.
2. [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Revisión del desarrollo avícola, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2013; 1-5.
3. [UNA] Unión Nacional de Avicultores. Compendio de Indicadores Económicos del Sector Avícola. Unión Nacional de Avicultores 2014. México, D.F.
4. Sams AR. Second processing: parts, deboning, and portion control. In: Sams AR, Alvarado CZ and Owens CM, editors. Poultry meat processing. 2nd ed. USA: CRC Press, 2010; 6-14.
5. Northcutt JK. Preslaughter factors affecting poultry meat quality. In: Sams AR, Alvarado CZ and Owens CM, editors. Poultry meat processing. 2nd ed. USA: CRC Press, 2010; 6-14.
6. Burh RJ, Northcutt JK, Lyon CE and Rowland GN. Influence of time off feed on broiler viscera weight, diameter, and shear. Poultry Science 1998; 77: 758-764.
7. Valera M, Ferrer O, Huerta N and Esparza D. Effect of chilling on microbiological quality of processed broiler. Revista científica, FCV-LUZ 3: 205-208

8. Northcutt, JK, Savage, SI, and Vest. Relationship between feed withdrawal and viscera conditions of broilers, *Poultry Science* 1997; 76: 410-414.
9. Mossel DA, Moreno B. y Struijk CB. Factores que influncian el destino y las actividades metabólicas de los microorganismos en los alimentos. En: Mossel DA, Moreno B. y Struijk CB, editores. *Microbiología de los alimentos*. 2ª edición, España, Acribia Editorial, 2003; 79-84.
10. Adams MR. and Moss MO. Factors affecting the growth and survival of micro-organisms in foods. In: Adams MR. and Moss MO, editors. *Food microbiology*, 3rd ed. USA: RSC Publishing, 2007; 23 – 27.
11. Jay JM, Loessner MJ and Golden DA. Intrinsic and Extrinsic Parameters of Foods That Affect Microbial Growth. In: Jay JM, Loessner MJ and Golden DA, editors. *Modern Food Microbiology*, 7th ed. USA: Springer Ed., 2006; 49-51.
12. Conner DE, Davis MA and Zhang L. Poultry-borne pathogens: plant considerations. In: Sams AR, Alvarado CZ and Owens CM, editors. *Poultry meat processing*. 2nd ed. USA: CRC Press, 2010; 196-197.
13. López HLH., Braña VD. y Hernández HI. Estimación de la vida de anaquel de la carne. Libro técnico No. 11, INIFAP, Ajuchitlán, Colón, Querétaro, México, 2013; 2-4.
14. Sams AR. First processing: slaughter through chilling. In: Sams AR, Alvarado CZ and Owens CM, editors. *Poultry meat processing*. 2nd ed. USA: CRC Press, 2010; 6-14

15. Bilgili SF. Worthwhile operational guidelines & suggestions: Broiler processing timely information: Product shelf-life. Poultry Science, 2001.
16. Jiménez EM. La inocuidad de los alimentos en México, Claridades agropecuarias, InfoAserca-SAGARPA, México, Agosto, 2013; 28-37.
17. Castañeda SMP, Braña VD Rosario CC. y Martínez VW. Calidad microbiológica de la carne de pollo, Libro técnico No. 9, INIFAP, Ajuchitlán, Colón, Querétaro, México, 2013; 3-15.
18. [NOM-100] Norma Oficial Mexicana [15 ene 1995]. NOM-100-SSA1-1994 Bienes y Servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. DF, México: DOF- SSA
19. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Procedimientos de laboratorio para bacteriología y micología veterinarias. Universidad Nacional Autónoma de México, 1989.
20. Northcutt JK, Berrang ME, Dickens JA, Fletcher DL. and Cox, NA. Effect of broiler age, feed withdrawal, and transportation on Levels of coliforms, Campylobacter, Escherichia coli and Salmonella on carcasses before and after immersion chilling. Poultry Science, 2003; 82: 169-173.
21. Northcutt JK, Burh RJ, Berrang ME and Fletcher DL. Effects of replacement finished feed and length of feed withdrawal on broiler carcass yield and bacteria recovery. Poultry Science, 2003; 82: 1820- 1824
22. Zuidhof MJ, McGovern RH, Schneider BL, Feddes JJR, Robinson FE, and Korver DR. Effects of feed withdrawal time on incidence of fecal spillage and

- contamination of broiler carcasses at processing. *Journal Applied Poultry Research*, 2004; 13: 171-177
23. Zuidhof, MJ, McGovern RH, Schneider BL, Feddes JJR, Robinson FE, Korver DR, and Goonewardene LA. Effects of feed withdrawal and livehaul on body weight, gut clearance and contamination carcasses. *Journal Applied Poultry Research*, 2004; 13: 472-480
24. Demirok E., Veluz G., Stuyvenberg WV, Castañeda MP, Byrd A and Alvarado CZ. Quality and safety of broiler meat in various chilling systems. *Poultry Science*, 2013; 92: 1117-1126
25. Ramírez GPM, Castañeda SMP, Eslava CCA, Navarro OA., Licona MD, Morales EMR y Cortés CR. Caracterización de cepas de *Escherichia coli* aisladas de canales de pollo obtenidas de rastro, mercados públicos y supermercados. *Memorias de X Simposio de Procesamiento e Inocuidad de productos Avícolas*; 2014 febrero 20-21; Querétaro, México. México (DF): Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas de México, AC, 2014, 1-6.
26. Tejeda GVR, Braña VD, Rosario CC y Castañeda SMP. Evaluación de dos factores que intervienen en la calidad de la canal de pollo: sistemas de captura y programas de restricción alimenticia. *Memorias X Simposio de Procesamiento e Inocuidad de productos Avícolas*; 2014 febrero 20-21; Querétaro, México. México (DF): Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas de México, AC, 2014, 9-25.

27. Carroll CD and Alvarado CZ. Comparison of air and immersion chilling on meat quality and shelf life of marinated broiler breast fillets. *Poultry Science*, 2008; 87:368–372.
28. Russell SM, Fletcher DL. and Cox NA. The effect of temperature mishandling at various times during storage on detection of temperature abuse of fresh broiler chicken carcasses. *Poultry Science*, 1996; 75: 261-264.
29. Cox NA, Richardson LJ, Cason JA, Buhr RJ, Vizzier-Thaxton Y, Smith DP, Fedorka-Cray PJ, Romaneghi CP, Pereira LVB and Doyle MP. Comparison of neck skin excision and whole carcass rinse sampling methods for microbiological evaluation of broiler carcasses before and after immersion chilling. *Journal of Food Protection*, 2010; 73: 976–980
30. Cason JA Berrang ME. and Smith DP. Recovery of bacteria from broiler carcasses rinsed zero and twenty-four hours after immersion chilling. *Poultry Science*, 2006; 85: 333-336
31. Tuncer B, and Sireli UT. Microbiological growth on broiler carcasses stored at different temperatures after air- or – water-chilling. *Poultry Science*, 2008; 87. 793-799
32. Álvarez-Astorga M, Capita R, Alonso-Calleja C, Moreno B, García-Fernández M. Microbiological quality of retail Chicken by-products in Spain. *Meat Science*, 2002; 62: 45-50.

FIGURAS

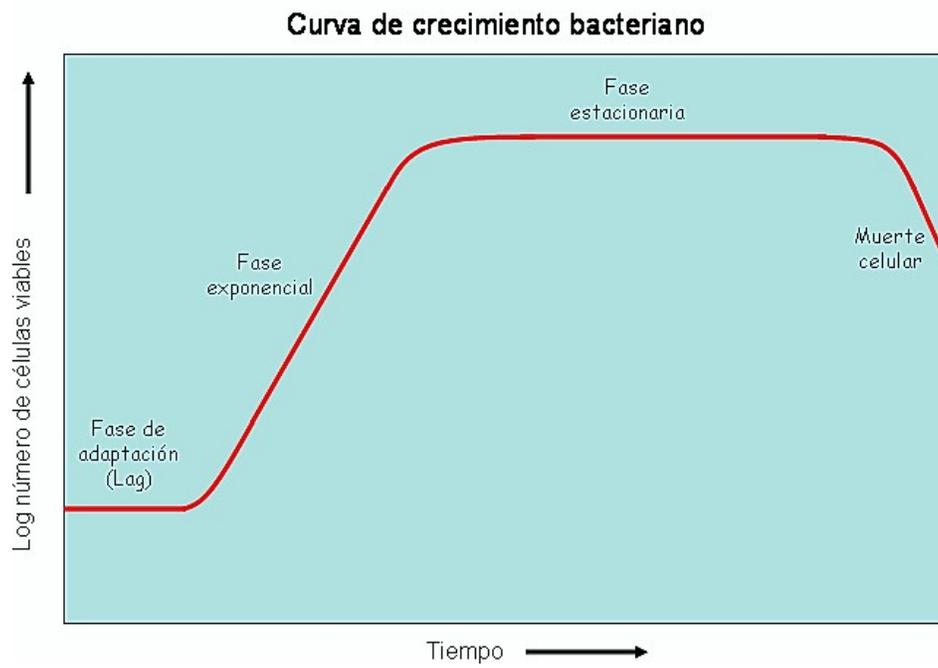
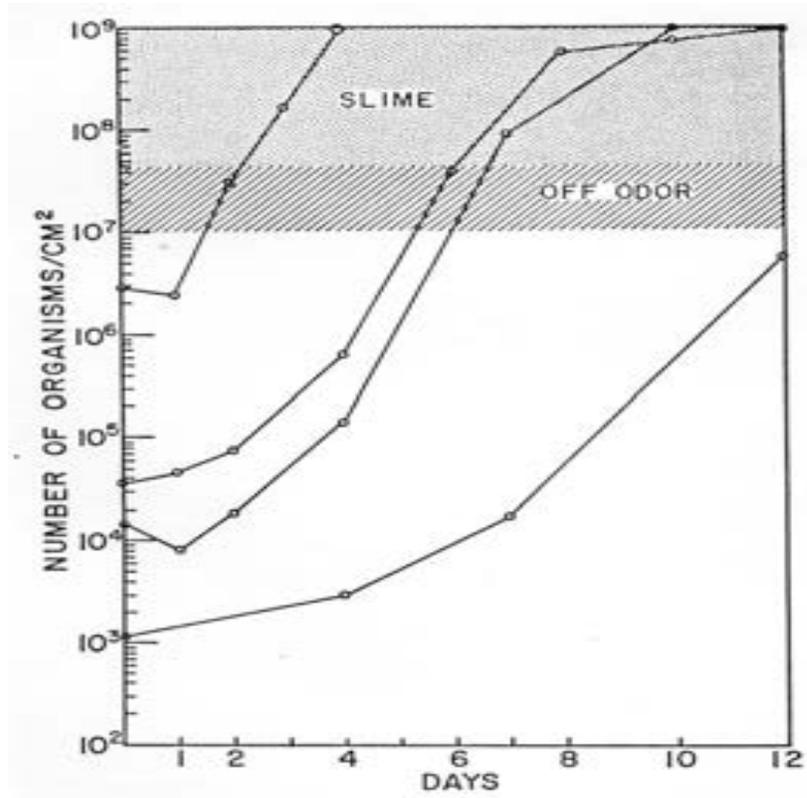


Figura 1: Curva de Crecimiento bacteriano



Bilgili, 2001 ¹⁵.

Figura 2: Crecimiento bacteriano y vida de anaquel

CUADROS DE RESULTADOS

Cuadro 1: Promedio del porcentaje de rendimiento mixto de canal caliente y fría (evisceradas) por programa de ayuno, (% \pm SD).

Programa de ayuno	Canal caliente	Canal fría	Ganancia de agua
6 horas	72.53 ^b \pm 3.40	75.26 ^b \pm 3.67	2.73%
10 horas	75.57 ^a \pm 1.80	79.88 ^a \pm 2.83	4.31%
14 horas	70.87 ^b \pm 2.81	72.92 ^c \pm 2.43	2.05%

*a-c Literales iguales en la misma columna indica que no existe diferencia estadística significativa ($P > 0.05$)
n=30*

Cuadro 2: Monitoreo de vísceras.

Programa de ayuno	Buche	Molleja	Duodeno	Yeyuno	Ciegos	TGI Vacío	Presencia de Gas
6 horas	8/10	10/10	10/10	10/10	10/10	0/10	0/10
10 horas	0/10	2/10	2/10	0/10	2/10	8/10	0/10
14 horas	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	10/10	9/10

Tracto gastrointestinal tomado de diez aves.

Cuadro 3: Promedio de carga total de mesófilos aerobios y coliformes totales en canales de pollo (Log₁₀ UFC/ml)

	6 horas	10 horas	14 horas
Mesófilos aerobios	5.45 ^b \pm 0.57	5.35 ^b \pm 0.61	5.98 ^a \pm 0.55
Coliformes totales	5.01 ^a \pm 0.59	4.50 ^b \pm 0.44	5.07 ^a \pm 0.30

Diferente literal en la misma fila indica que existe diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) n=30

Cuadro 4: Promedio de mesófilos aerobios y coliformes totales por punto de venta y día de muestreo en piezas de pollo (Log10 UFC/ml)

D.M./P.V.	P.V.1	P.V.2
0	5.03	4.86
2	6.63	6.55
4	6.86 ^b	7.06 ^a
6	7.75 ^a	7.22 ^b
8	7.99 ^a	7.51 ^b
Log10 UFC/ml	2.96	2.65

D.M./P.V.	P.V.1	P.V.2
0	4.44	4.25
2	5.98	5.95
4	6.29 ^b	6.56 ^a
6	7.38 ^a	6.76 ^b
8	7.71 ^a	6.98 ^b
Log10 UFC/ml	3.27	2.73

a-b Diferente literal en la misma fila indica que existe diferencia estadística significativa (P<0.05)

Resultados en UFC/ml Log10, n=20

PV= Punto de Venta

DM= Día de Muestreo

Cuadro 5: Promedio de mesófilos aerobios por programa de ayuno, día de muestreo y punto de venta (Log10 UFC/ml)

		Día 0	Día 2	Día 4	Día 6	Día 8	Cámara fría (\bar{X})	Temp. Máx.	Temp. Mín.	Refrigerador (\bar{X})	Temp. Máx.	Temp. Mín.	Olor	Apariencia	Día(s)
P. venta 1	6 hrs	4.86 ^{abc}	6.81 ^a	7.35 ^a	8.36 ^a	8.47 ^a	3.9°C	6.2°C	2.6°C	7.8°C	10.4°C	5.5°C	día 4	limo/verde	6 a 8
	10 hrs	4.79 ^{bc}	7.08 ^a	7.26 ^a	7.56 ^b	7.88 ^b	2.6°C	6.3°C	2.0°C	6.5°C	10.6°C	3.4°C	día 6	limo	6 a 8
	14 hrs	5.44 ^a	6.00 ^b	5.97 ^b	7.33 ^b	7.61 ^b	2.9°C	4.7°C	1.3°C	3.4°C	7.5°C	0.2°C	día 6	limo/verde	6 a 8
P. venta 2	6 hrs	5.00 ^{abc}	5.99 ^b	7.19 ^a	7.55 ^b	7.88 ^b	1.2°C	4.1°C	-0.4°C	7.4°C	9.5°C	5.4°C	día 6	limo	6 a 8
	10 hrs	4.39 ^c	7.09 ^a	6.99 ^a	6.79 ^c	7.59 ^b	0.2°C	1.5°C	-0.4°C	6.1°C	8.6°C	3.8°C	día 6	limo	6 a 8
	14 hrs	5.19 ^c	6.57 ^{ab}	7.01 ^a	7.31 ^b	7.07 ^c	0.8°C	1.4°C	0.2°C	7.3°C	8.9°C	5.6°C	día 6	limo/verde	6 a 8

a-c Diferente literal entre punto de venta y día de muestreo indica que existe diferencia estadística significativa (P<0.05)

Resultados en UFC/ml Log10, n=20

Olor: presencia o ausencia de olor a descomposición

Apariencia: cambios físicos perceptibles en coloración y textura.

Cuadro 6: Promedio de coliformes totales por programa de ayuno, día de muestreo y punto de venta (Log10 UFC/ml)

		Día 0	Día 2	Día 4	Día 6	Día 8	Cámara fría (\bar{X})	Temp. Máx.	Temp. Mín.	Refrigerador (\bar{X})	Temp. Máx.	Temp. Mín.
P. venta 1	6 hrs	4.61 ^a	6.27 ^{ab}	7.20 ^a	8.08 ^a	8.22 ^a	3.9°C	6.2°C	2.6°C	7.8°C	10.4°C	5.5°C
	10 hrs	4.31 ^{ab}	6.69 ^a	6.82 ^{ab}	7.14 ^b	7.55 ^b	2.6°C	6.3°C	2.0°C	6.5°C	10.6°C	3.4°C
	14 hrs	4.39 ^{ab}	4.99 ^c	4.84 ^c	6.91 ^b	7.36 ^b	2.9°C	4.7°C	1.3°C	3.4°C	7.5°C	0.2°C
P. venta 2	6 hrs	4.60 ^a	5.22 ^c	6.83 ^{ab}	7.11 ^b	7.55 ^b	1.2°C	4.1°C	-0.4°C	7.4°C	9.5°C	5.4°C
	10 hrs	3.91 ^b	6.77 ^a	6.56 ^b	6.15 ^c	6.77 ^c	0.2°C	1.5°C	-0.4°C	6.1°C	8.6°C	3.8°C
	14 hrs	4.25 ^{ab}	5.85 ^b	6.31 ^b	7.02 ^b	6.61 ^c	0.8°C	1.4°C	0.2°C	7.3°C	8.9°C	5.6°C

a-c Diferente literal entre punto de venta y día de muestreo indica que existe diferencia estadística significativa (P<0.05)
Resultados en UFC/ml Log10
n=20