



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA
PRODUCCIÓN Y DE LA SAUD ANIMAL**

**EVALUACIÓN DE DOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA
CALIDAD DE LA CANAL DE POLLO DE ENGORDA: 1) “SISTEMAS DE
CAPTURA” Y 2) “PROGRAMA DE AYUNO PREVIO AL
PROCESAMIENTO” EN AVES SOMETIDAS A SISTEMAS DE
RESTRICCIÓN ALIMENTICIA DURANTE SU CRIANZA**

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS**

P R E S E N T A

VELYA RUTH TEJEDA GIL

TUTORA

María del Pilar Castañeda Serrano

COMITÉ TUTORAL

**Diego Braña Varela
María Salud Rubio Lozano**

MÉXICO D.F.

2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I. TÍTULO

**EVALUACIÓN DE DOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA CALIDAD DE LA
CANAL DE POLLO DE ENGORDA: 1) “SISTEMAS DE CAPTURA” Y
2) “PROGRAMA DE AYUNO PREVIO AL PROCESAMIENTO” EN AVES
SOMETIDAS A SISTEMAS DE RESTRICCIÓN ALIMENTICIA DURANTE SU
CRIANZA**

DEDICATORIA

A mis padres

ÍNDICE

	Página
Título.....	ii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
PROYECTO 1	
Introducción.....	1
Material y Métodos.....	7
Resultados.....	19
Discusión.....	24
Conclusiones.....	31
Literatura Citada y Agradecimientos.....	32
Anexos.....	35
PROYECTO 2	
Introducción.....	44
Material y Métodos.....	50
Resultados.....	55
Discusión.....	60
Conclusiones.....	63
Literatura Citada y Agradecimientos.....	64
Anexos.....	68

LISTA DE CUADROS

	Título	Página
PROYECTO 1		
Cuadro 1	Principios y criterios del bienestar animal.....	4
Cuadro 2	Umbral de advertencia y de alarma.....	11
Cuadro 3	Rendimientos de canal, alas, pierna y peso vivo de las aves.....	16
Cuadro 4	Precios promedio en el mercado por kg.....	16
Cuadro 5	Costos promedio anuales de la empresa.....	16
Cuadro 6	Características de las parvadas.....	35
Cuadro 7	Parámetros evaluados en granja.....	35
Cuadro 8	Temperatura ambiente y tiempo desde el inicio de la captura hasta la matanza.....	35
Cuadro 9	Temperatura ambiente entre las jaulas en la plataforma de transporte.....	36
Cuadro 10	Problemas detectados en las aves por el manejo en el tiempo de espera en el andén y durante la fase de colgado.....	36
Cuadro 11	Número de lesiones en las canales.....	37
Cuadro 12	Características de la carne por peso y por tipo de captura.....	38
Cuadro 13	Características de la carne por las interacciones de peso y captura.....	39
Cuadro 14	Peso promedio de cortes de pollo y costos por captura.....	39
Cuadro 15	Costos por concepto de la captura.....	40
Cuadro 16	Valor económico de las pérdidas asociadas a muertes y lesiones en piernas y alas en función de la interacción entre el sistema de captura y el peso final de aves al momento de su embarque.....	40

Cuadro 17	Balance entre costos de producción y venta total de kg de pollo en canal para 1,000 aves.....	41
------------------	--	-----------

PROYECTO 2

	Título	Página
Cuadro 1	Programa de restricción alimenticia por horas de consumo...	50
Cuadro 2	Diseño experimental.....	53
Cuadro 3	Cronograma del ayuno y matanza de las aves.....	68
Cuadro 4	Peso (kg) y porcentaje de mortalidad semanal por programa de restricción alimenticia.....	68
Cuadro 5	Parámetros productivos a 49 días de edad.....	69
Cuadro 6	Parámetros en la planta de procesamiento y análisis bacteriológico.....	70

LISTA DE FIGURAS

	Nombre	Página
PROYECTO 1		
Figura 1	Proceso de la evaluación del bienestar animal.....	5
Figura 2	Método de captura tradicional.....	8
Figura 3	Método de captura brasileño.....	8
Figura 4	Evaluación del bienestar animal según los criterios de la Welfare Quality® medidos en la planta de procesamiento	42
Complemento 1	Evaluación de las parvadas en la planta de procesamiento según los criterios de la Welfare Quality®	43
PROYECTO 2		
Figura 1	Patogenia del Síndrome ascítico.....	46
Figura 2	Pesos promedio semanales por tipo de programa de restricción alimenticia.....	71
Figura 3	Análisis bacteriológico de las canales por horas de ayuno previo a la matanza.....	71
Figura 4	Relación lineal y cuadrática entre coliformes totales y horas de ayuno.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS

PROYECTO 1

- **PSE** Pálido, Suave y Exudativo
- **CEIEPAv** Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión Avícola
- **CEPIPSA** Centro de Enseñanza, Práctica e Investigación en la Producción y Salud Animal
- **pH** Potencial de Hidrógeno
- **pHu** Potencial de Hidrógeno a las 24 horas
- **ASERCA** Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria
- **SNIM** Sistema Nacional de Información de Mercados
- **Li** Aves ligeras
- **Pe** Aves pesadas
- **Tr** Método tradicional
- **Br** Método brasileño
- **L*** Luminosidad
- **a*** Rojos
- **b*** Amarillos

PROYECTO 2

- **PRA** Programas de restricción alimenticia
- **SA** Síndrome ascítico
- **TGI** Tracto gastro-intestinal
- **GDP** Ganancia diaria de peso
- **CA** Índice de conversión alimenticia
- **IP** Índice de productividad
- **PBS** Solución amortiguadora de fosfatos
- **UFC** Unidades formadoras de colonias

RESUMEN

Se evaluaron dos factores que intervienen en la calidad de la canal:

Proyecto 1

Tipos captura. Para evaluar los sistemas de captura de aves que se envían al rastro se comparó el método tradicional con el método brasileño. Se utilizaron dos parvadas comerciales, una de aves ligeras (1.73 kg a 35 días de edad) y otra de aves pesadas (2.86 kg a 46 días de edad). Ambas parvadas fueron capturadas con ambos métodos y evaluadas en la planta de procesamiento según los criterios de la Welfare Quality ® encontrándose ambas como parvadas con buena salud.

Para las variables medidas en el momento del ingreso a la planta de procesamiento, así como aquellas de lesiones en las canales, se realizó un análisis de frecuencias a través de pruebas de rangos múltiples. Para las características de la canal, se realizó un análisis de varianza. Se fijó un nivel de significancia para todas las pruebas de $\alpha=0.05$. Con el método tradicional el número de lesiones fue 1.24 veces mayor ($P<0.05$). Con el método brasileño el porcentaje de aves que presentaron alguna lesión fue 9% menos ($P<0.05$) que con el método tradicional; sin embargo, el costo por concepto de captura por ave se incrementó 2.15 veces. La utilización del método brasileño redujo el número de aves muertas por la captura, la cantidad de canales dañadas y las pérdidas por decomiso parcial, pero no mejoró significativamente la calidad de las canales, dado que en ambos métodos se observó la presencia de carne PSE. Las utilidades en las aves ligeras son negativas; sin embargo la rentabilidad con el método brasileño mejoró en 10% en las aves ligeras y 41% en las aves pesadas.

Proyecto 2

Programas de restricción alimenticia y ayuno previo a la matanza. En este estudio se utilizaron 600 pollitos Ross x Ross de 1 día de edad mixtos, los cuales fueron criados con 3 programas de restricción (PRA) hasta los 49 días (A 3046 g, B 2670 g, C 2857 g) y se hicieron grupos de ayuno con 6, 12, 18 y 24 horas previas a la matanza. Se realizó un diseño factorial de 3 x 4 con 2 réplicas de 25 aves cada una por programa de restricción.

El uso de PRA durante la crianza controla la mortalidad originada por SA (A 12.38%, B 0%, C 0.98%; $P<0.05$) además mejora la productividad de la parvada (IP =A 250, B 306, C 296). Entre las 12 y 18 horas de ayuno, el porcentaje de pérdida de peso vivo (7.27%, 7.22%) y en el rendimiento de la canal (71.86%, 72.55%), no existió diferencia estadística ($P>0.05$). El mayor rendimiento de la canal fue a las 24 horas (73.69%). Además existió una relación lineal simple entre los coliformes totales y las horas de ayuno a partir de las 12. Se encontró una relación lineal cuadrática entre los coliformes totales y las horas de ayuno ($P<0.05$). La calidad microbiológica de las canales no se ve afectada por el uso de PRA, sin embargo a las 18 horas de ayuno se encontró un menor número de bacterias aerobias y coliformes en las canales ($P<0.05$).

Palabras Claves: Sistema de captura, Síndrome ascítico, Restricción alimenticia, Rendimiento en canal, Calidad microbiológica

ABSTRACT

Two factors that affect in the quality of the carcass were evaluated.

Project 1

Catching. Two commercial flocks were used, one of light birds (1.73 kg- 35 d age) and other of heavy birds (2.86 kg- 46 d age). Flocks were captured with traditional and brazilian technique and were evaluated in the processing plant according to the criteria of the Welfare Quality®, as result both flocks presented good health. Variables such as arrival time at the processing plant and the injuries of the carcasses were analyzed with a multiple ranges test. For the characteristics of the carcasses an analysis of variance was made. It was establish a significance level for all tests $\alpha = 0.05$. The number of injuries on the carcasses with the traditional technique was 1.24 times more than the brazilian technique ($P < 0.05$). The percentage of birds that have some injury with the brazilian technique, was 9% lower than the traditional technique ($P < 0.05$), however, the catching cost per bird was increased 2.15 times. The number of dead birds during catching, the number of damage carcasses and the losses for partial decommission, using the brazilian technique was reduced but no significant improve was seen in the carcasses quality, because both techniques produce PSE meat. Light birds' flocks produce negative utilities; however profitability using the brazilian technique is improve 10% in light birds flocks and 41% in heavy birds flocks.

Project 2

Feed restriction and feed withdrawal programs before slaughter. Six hundred one-day-old mixed Ross x Ross 308 chickens was used for this study. They were raised under 3 feed restriction programs (PRA) until 49 days (A 3046 g, B 2670 g, C 2857 g) and groups of 6, 12, 18, and 24 hours fasting previous slaughter were formed. A factorial design of 3 x 4 with 2 replicates with 25 birds of each feed restriction program was performed. The use of PRA during rising reduce Ascites Syndrome mortality (A 12.38%, B 0%, C 0.98%; $P < 0.05$) and improve the productivity of the flock (IP =A 250, B 306, C 296). There is no statistical difference ($P > 0.05$) between 12 and 18 feed withdrawal program in the percentage of live weight loss (7.27%, 7.22%) or in carcass yield (71.86%, 72.55%). The highest carcass yield was at 24 hours (73.69%). In addition, statistical evidence was observed ($P < 0.05$) supporting that there is a simple linear relationship between total coliform bacteria and from 12 to 24 hours of feed withdrawal program. We found a quadratic linear relationship between total coliform and hours of fasting ($P < 0.05$). The microbiological quality of the carcasses is not affected by using feed restriction; however the less number of bacteria's found was better at 18 hours of fasting ($P < 0.05$).

Keywords: Catching, Ascitic syndrome, Feed withdrawal programs, Yield, Microbiological quality.

PROYECTO 1. SISTEMAS DE CAPTURA

II. INTRODUCCIÓN

La apariencia de las canales de pollo así como la pigmentación cutánea son los indicadores de calidad utilizados más comúnmente por los consumidores, ya que lo más deseado por ellos es una piel uniforme con ausencia de hemorragias o laceraciones y con una pigmentación de acuerdo a la zona geográfica en la cual se comercializa la canal ^(1, 2).

Los problemas de calidad de la canal y de la carne se asocian a las condiciones que son estresantes para las aves vivas como: la captura, enjaulado, transporte y manejo en la planta de procesamiento ^(3, 4, 5, 6). Las consecuencias de un manejo deficiente *ante mortem* de las aves incluyen una pérdida del rendimiento, la depreciación por la presencia de hemorragias, hematomas, rasguños, huesos dislocados o rotos en las aves y un color no deseado en la carne; sin embargo, durante el periodo de la captura ocurre la mayor incidencia de estos defectos ^(7, 8). Los traumatismos causan el 35% de la mortalidad de las aves durante el transporte, por lo tanto es de suma importancia reducirlos ⁽⁷⁾.

La mayoría de los hematomas y las hemorragias sólo se detectan durante las primeras fases del procesamiento, principalmente después del desplumado. Estas lesiones se producen principalmente en pechuga, patas y alas, luego en el dorso y muslos, lo cual disminuye el rendimiento, debido al decomiso parcial.

Las aves se retiran de la granja de acuerdo al tipo de mercado al que van dirigidas, en el caso de las aves rosticeras (canal sin sangre, plumas, vísceras, cabeza ni patas) es alrededor de las 6 semanas y las aves tipo mercado público (canal sin sangre ni plumas, pero conserva las vísceras) ⁽⁹⁾ es alrededor de las 7 semanas de edad. Previo a su captura las aves deben ser “preparadas” y esto consiste en realizar un dietado entre 8 y 12 horas ^(9, 10), para lo cual se levantan los comederos y se retira el agua al menos 1 hora antes de la captura para evitar la ruptura del intestino durante el eviscerado en la planta de procesamiento ⁽¹⁰⁾, además se deben juntar las aves que van a ser capturadas.

En México la captura se realiza por 6-10 hombres de manera manual. Los trabajadores pueden tomar hasta cinco aves por cada mano sujetadas por las patas, en ocasiones, las sujetan solamente de una pata; por lo cual es un trabajo extenuante, sucio y repetitivo para los trabajadores, y estresante para las aves. Además, es muy difícil mantener a las aves calmadas y

calientes durante la captura (20-25°C) y se produce una atmosfera de polvo abundante. Por todo esto, las posibilidades de ocasionar traumatismos son considerables ^(3, 10), en particular la dislocación del fémur en la articulación coxo-femoral ⁽⁹⁾.

Luego de ser capturadas, las aves son colocadas en jaulas plásticas o metálicas (modulares) y apiladas en un vehículo para su transporte a la planta de procesamiento. El diseño de las jaulas no permite un fácil acceso ni movimiento libre de las aves dentro de éstas, la ventilación es limitada y se complica aún más por el apilamiento, por ello, las aves que quedan en el centro de la carga pueden sufrir hipertermia, mientras que las que permanecen en las orillas pueden experimentar hipotermia.

Es importante que el transporte se realice durante la noche en cualquier estación del año ya que la obscuridad mantiene a las aves más calmadas y frescas. Además es indispensable revisar las condiciones de transporte como las vías de acceso, ya que éstas influyen en la presentación de traumas durante el trayecto hacia la planta de procesamiento. También se ha observado que viajes mayores a 9 horas incrementan la mortalidad en un 80% comparado con viajes menores a 4 horas ⁽⁹⁾.

Una vez que las aves han llegado al rastro se debe identificar el camión y comenzar el procesamiento. La coordinación entre las áreas de granja, transporte y planta de procesamiento es vital para evitar pérdidas por mermas debidas a un ayuno prolongado. El área de espera debe contar con sombra y ventiladores fijos y móviles. Algunos productores han aumentado su sistema de enfriamiento con la colocación de aspersores y humidificadores para evitar la muerte de las aves por choque térmico ^(9, 10).

Todos estos manejos de preparación, captura, carga del camión, transporte, espera en andén y descarga del camión pueden agotar los depósitos de glucógeno muscular del ave y afectar la velocidad a la que éste se degrada después de la muerte, lo que influye en el grado de acidificación del músculo y en consecuencia, las características organolépticas de la carne ^(2, 5, 6). Los valores normales del pH de la carne son de 5.87 - 6.03 a las 24 horas *post mortem* ⁽¹¹⁾. La pechuga puede presentar propiedades similares al proceso pálido, suave y exudativo del cerdo (PSE), ya que la combinación de un desarrollo muscular extremo, músculos pectorales de gran tamaño y una respuesta pobre al estrés *ante mortem* junto con isquemia local del músculo de la pechuga causan el descenso rápido del pH y la aparición del *rigor mortis* cuando la temperatura del músculo aún es elevada (> 35° C) ^(4, 6, 7, 8, 12).

Debido a la alta incidencia de estos defectos causados por la captura tradicional del pollo de engorda se han sugerido diversas alternativas que van desde la captura mecánica, para reducir las jornadas laborales y disminuir el contacto del personal con el pollo, hasta el sistema brasileño que consiste en tomar ave por ave de una manera más cuidadosa ^(3, 8). Este último tiene como objetivo capturar a las aves sujetando su cuerpo por ambos lados (de ahí que en campo se le conoce como captura “en bola” debido a la similitud en sujetar una pelota o bola). Diversos reportes de campo indican que el sistema brasileño disminuye la incidencia de hemorragias, rasguños, huesos rotos y dislocados en las parvadas de pollo ⁽⁸⁾; sin embargo, no es utilizado extensivamente debido a que es necesario aumentar el número de trabajadores de la cuadrilla, así como el tiempo que se emplea en la captura de la parvada. Se estima que una flotilla de 8 personas capturan alrededor de 4,000 aves por hora con el método tradicional ⁽¹³⁾. No obstante es necesario realizar un estudio que compare ambos métodos a través de la evaluación de incidencia de defectos en la canal, el efecto económico del incremento del número de trabajadores; así como el tiempo de captura.

WELFARE QUALITY®

La evaluación del bienestar animal y del estado de salud de las parvadas que se mataron, se midió de acuerdo a un protocolo internacional Welfare Quality®. Para ello se ha utilizado la metodología que a continuación se describe. Se dirán los beneficios y el funcionamiento usado en la presente investigación. El proyecto europeo Welfare Quality® ha desarrollado sistemas para evaluar de una forma objetiva el bienestar animal en granjas y rastros, así como identificar las causas de un bienestar deficiente y asesorar a los avicultores en posibles mejoras. Del mismo modo, este sistema proporciona a los productores una herramienta útil para informar a los consumidores de una forma clara y objetiva sobre los estándares de bienestar con que se produjeron los animales, ayudándoles de ese modo a beneficiarse de mercados con valor añadido ⁽¹⁴⁾.

El bienestar animal puede verse afectado por muchos factores que comprometen la salud tanto física como psíquica. Tras haber sido debatido con los consumidores, científicos, representantes de grupos empresariales y legisladores, Welfare Quality® definió 4 principios de bienestar animal: buena alimentación, buen alojamiento, buena salud y comportamiento adecuado. Dentro de estos principios, se identificaron 12 criterios diferentes pero complementarios entre sí ⁽¹⁴⁾, los cuales se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Principios y criterios del bienestar animal

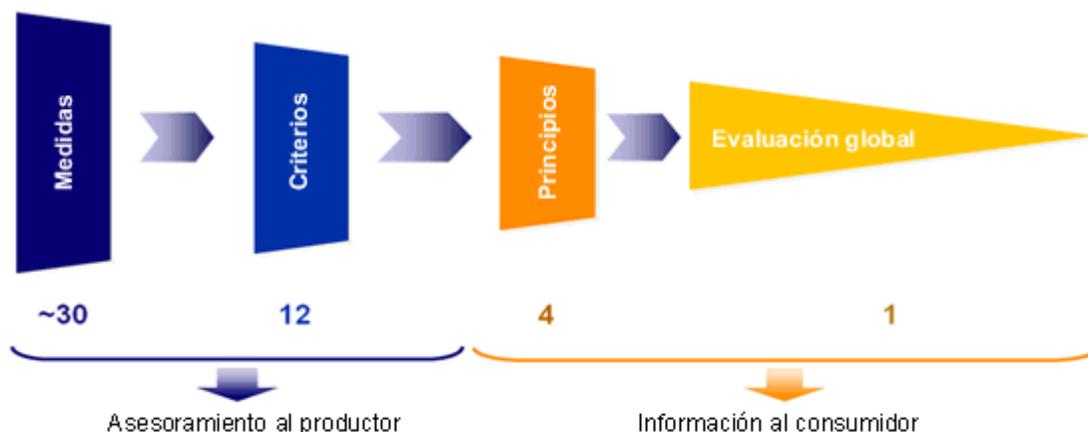
4 Principios	Criterio de bienestar
<i>Buena alimentación</i>	1. Ausencia de hambre
	2. Ausencia de sed
<i>Buen alojamiento</i>	3. Confort
	4. Temperatura de confort
	5. Facilidad de movimiento en las jaulas
<i>Buena salud</i>	6. Ausencia de lesiones
	7. Ausencia de enfermedad
	8. Ausencia de dolor inducido por el proceso de manejo
<i>Comportamiento adecuado</i>	9. Expresión de comportamientos sociales
	10. Expresión de otros comportamientos
	11. Buena relación humano-animal
	12. Estado emocional positivo

Fuente: Protocolo de Welfare Quality®⁽¹⁴⁾

Estas medidas fueron evaluadas para asegurar su validez para reflejar el bienestar real del animal. La fácil implementación en condiciones prácticas es clave para su uso en los actuales sistemas de producción. Puesto que los animales se alojan en ambientes muy diferentes, es importante que las medidas sean aplicables en todos los sistemas.

Los resultados que se obtienen de manera independiente para cada una de las diferentes medidas se combinan para calcular la puntuación final resultante en cada criterio. Las medidas que se encuentran dentro de un mismo criterio se ponderan en base a la opinión de diversos paneles científicos, combinándose para obtener una puntuación final en una escala entre el 0 y el 100, en el que 0 significa más problemas de bienestar y 100 la mejor situación para ese criterio concreto. Esta evaluación debe servir para identificar los problemas de bienestar y asesorar al productor sobre las estrategias de mejora en cada uno de los criterios. Por otro lado, la información que se transmite al consumidor resume los resultados de los 12 criterios en una puntuación general, que refleja el bienestar de los animales en una determinada granja o rastro. Para ello, el primer paso es obtener una puntuación para cada uno de los principios, combinándose las puntuaciones obtenidas en los distintos criterios⁽¹⁴⁾, tal como se observa en la figura 1.

Figura 1. Proceso de la evaluación del bienestar animal



Esta relación también es asimétrica y se encuentra ponderada por la importancia que los paneles científicos han dado a cada uno de los criterios dentro de un determinado principio. Por ejemplo, el principio buena alimentación se rige por los criterios de ausencia de sed prolongada y ausencia de hambre prolongada; no obstante, los expertos han considerado que, desde un punto de vista del bienestar animal, es más grave la sed que el hambre, por lo que con una buena puntuación en el criterio “ausencia de hambre prolongada” se puede tener una mala puntuación en el principio “buena alimentación” si el criterio “ausencia de sed prolongada” no reúne el puntaje aceptable. Por último, la valoración final de una granja, se obtendrá de combinar las cuatro puntuaciones (de 0 a 100) obtenidas para cada uno de los principios evaluados ⁽¹⁴⁾.

En este caso, la puntuación de excelente, según los expertos, se puede considerar con valores a partir de 80, la de buena con puntuaciones superiores a 55 y aceptable con puntuaciones superiores a 20. No obstante, una vez más, los valores están ponderados, de tal modo que para obtener una puntuación de excelente los cuatro principios deben tener una puntuación mínima de 55 y dos de ellos por encima de 80 ⁽¹⁴⁾.

JUSTIFICACIÓN

El sistema tradicional de captura que se realiza sujetando a las aves por una de sus extremidades representa pérdidas a los productores debido a las lesiones que ocasionan, lo que puede provocar una reducción en el rendimiento debido a un mayor decomiso ya sea parcial o total de la canal, lo que conlleva a la disminución del valor comercial de la parvada. Por lo cual, es necesario considerar alternativas que permitan mejorar la eficiencia. El sistema de captura

brasileño se presenta como un método alternativo enfocado a la captura individual de las aves que fomenta el bienestar animal y la reducción de defectos en la canal.

HIPÓTESIS

Por ser un sistema enfocado en el bienestar de los animales, el sistema de captura brasileño ocasiona menores pérdidas en términos de cantidad y calidad de carne que el sistema de captura tradicional. Estas diferencias pudieran ser incluso más evidentes conforme aumentan los factores de estrés, por ejemplo con el mayor tamaño y peso de las aves. Por lo que es factible que la rentabilidad de su aplicación varíe conforme cambian las condiciones de producción.

OBJETIVO GENERAL

Comparar el sistema tradicional de captura de aves que se utiliza comúnmente en México, con el sistema de captura brasileño mediante la evaluación de la calidad de las canales, su impacto en mermas y rentabilidad, en función del sistema de producción, ya sea de aves ligeras o de aves pesadas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el bienestar animal de las parvadas, al momento de su llegada en la planta de procesamiento de acuerdo al método propuesto por la Welfare Quality® ⁽¹⁴⁾ publicada en 2009, para determinar la calidad del pollo de engorda.
2. Evaluar la calidad de las canales en función de mermas y calidad de carne en ambos sistemas.
3. Comparar la aplicabilidad y rentabilidad de cada uno de los sistemas, bajo condiciones de producción de aves ligeras o de aves pesadas.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

1. INSTALACIONES

La evaluación de dos diferentes sistemas de captura de aves de pollo de engorda finalizado, denominados tradicional y brasileño, se llevó a cabo en la empresa avícola comercial “Fernando Bahena Aguiñiga” ubicada en la ciudad de Uruapan en el estado de Michoacán, en un módulo de producción con casetas tecnificadas. La ciudad se localiza al oeste del Estado, en las coordenadas 19° 25’ de latitud norte y 102° 03’ de longitud oeste, a una altura de 1,620 metros sobre el nivel del mar. Su clima es templado tropical con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1,759.3 milímetros y la temperatura oscila entre 8.0 y 37.5 °C ⁽¹⁵⁾.

2. TIPOS DE AVES

- *Aves ligeras*: Aves macho de estirpe Ross x Ross 308 de 35 días de edad con un peso promedio de 1.73 kg.
- *Aves pesadas*: Aves macho de estirpe Ross x Ross 308 de 46 días de edad con un peso promedio de 2.86 kg.

Estas aves fueron criadas en granjas y tiempos diferentes debido a que su fin zootécnico fue diferente, las aves ligeras fueron producidas para rosticería y las aves pesadas para mercado público. Ambas parvadas recibieron alimento con base maíz y con pigmento.

3. MÉTODOS DE CAPTURA

Las aves ligeras y pesadas fueron capturadas por equipos de 6 y 8 hombres respectivamente. Por cada método de captura utilizado y por cada peso se colocaron 10 aves en cada jaula (17.77 aves/m²). Ambos equipos tenían experiencia en la captura tanto por el método tradicional como por el método brasileño.

- *Tradicional*: Una vez que las aves fueron preparadas, estas se arrinconaron y el personal entró a la caseta y tomó cada una de las aves por una pata, las colocaron entre los dedos de las manos con un máximo de 5 aves por mano, y así hasta completar el número de aves requerido por jaula ⁽¹⁰⁾. Con este método, las 10 aves se levantaron todas juntas, se colocaron en la jaula previamente abierta y finalmente, se cerró la jaula como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Método de captura tradicional



- *Brasileño*: Una vez preparadas las aves, estas se arrinconaron y el personal entró a la caseta y tomó cada una de ellas con las dos manos. Cada ave fue sostenida individualmente con las alas cerradas y levantada para colocarla en una jaula abierta y una vez que ésta se llenó con 10 aves, la jaula fue cerrada como puede apreciarse en la figura 3.

Figura 3. Método de captura brasileño



El número de aves utilizadas se determinó según las necesidades de comercialización de la empresa en el momento de la evaluación. En cada caseta se alojaba una parvada de machos aproximadamente 22,500 aves. En una caseta de aves ligeras se capturaron 1,400 aves con el método tradicional y 1,200 aves con el método brasileño; en otra caseta de aves pesadas se capturaron 800 aves con el método tradicional y 600 con el método brasileño.

4. EVALUACIÓN DEL BIENESTAR ANIMAL DE LA PARVADA Y DE SUS CONDICIONES DE PRODUCCIÓN EN GRANJA SEGÚN LAS OBSERVACIONES REALIZADAS EN LA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE ACUERDO LOS CRITERIOS DE WELFARE QUALITY® ⁽¹⁴⁾

Las aves capturadas fueron llevadas a la planta de procesamiento donde se realizó la evaluación de acuerdo a los principios:

A. Buena alimentación

B. Buena salud

La puntuación fue otorgada bajo un esquema de 4 categorías sustentadas en una escala de 0 a 100 puntos, según la siguiente división:

- Excelente: 80-100 puntos. El bienestar animal es del más alto nivel
- Bueno: 60-79 puntos. El bienestar animal es bueno
- Aceptable: 20-59 puntos. El bienestar animal cumple apenas los requerimientos mínimos necesarios
- No clasificado: 0-19 puntos. El bienestar animal es considerado bajo o inaceptable.

Se asignó una calificación a la medición de los criterios de acuerdo a:

A. Buena alimentación

1. Emaciación. Se usaron los registros de la planta de procesamiento y se determinó cuantas aves fueron rechazadas por estar emaciadas del total de las aves sacrificadas.

$$\text{Porcentaje de aves emaciadas} = p = \frac{(\text{número de aves emaciadas rechazadas})}{\text{total de aves sacrificadas (n)}} \times 100\%$$

p se usó para calcular el índice I: $I = 0-100 * (p - 6.5) / 6.5$

Una vez obtenido el índice, este se transformó a la calificación con una función I-spline:

Cuando $I \leq 80$, la calificación fue: $(0.77643 \times I) - (0.0094591 \times I^2) + (0.000081106 \times I^3)$

Cuando $I \geq 80$, la calificación fue: $-2293.9 + (86.796 \times I) - (1.0847 \times I^2) + (0.0045613 \times I^3)$

2. Ausencia de sed prolongada. Este criterio no se midió porque se evalúa únicamente en la granja.

B. Buena salud

3. Ausencia de heridas. Se revisaron las aves en la línea de procesamiento durante 10 min. Se contabilizó el número de aves con lesión de acuerdo a la escala y se clasificaron:

a. Ampollas en la pechuga

Escala

0	1
Sin evidencia	Presencia de ampollas en la pechuga

El porcentaje de aves no afectadas entraron en la calificación usando una función I-spline:

$I_b = 100 - \% \text{ aves con ampollas}$

I_b se convirtió en calificación S_b usando las funciones I-spline:

Cuando $I_b \leq 80$ entonces $S_b = (0.27267 \times I_b) - (0.0026928 \times I_b^2) + (0.000031115 \times I_b^3)$

Cuando $I_b \geq 80$ entonces $S_b = -4386.9 + (164.78 \times I_b) - (2.0591 \times I_b^2) + (0.0085993 \times I_b^3)$

b. Codos quemados

Escala

0	1	2	3	4
Sin evidencia	Muy pequeña lesión	La lesión es mediana	La lesión es grande y afecta el codo	La lesión afecta el codo completamente
Clasificación				
a	b	c	d	e

El porcentaje de aves afectadas moderadamente por los codos quemados **b, c** (%codos1) y el porcentaje de aves afectadas severamente **d, e** (%codos2) fueron utilizados para calcular un índice I_h :

$I_h = 100 - [(\% \text{codos1}) + 5(\% \text{codos2})/5]$

I_h se convierte en una calificación S_h utilizando una función I-spline:

Cuando $I_h \leq 85$ entonces $S_h = (0.50649 \times I_h) - (0.00059587 \times I_h^2) + (0.000063436 \times I_h^3)$

Cuando $I_h \geq 85$ entonces $S_h = -8279.7 + (292.73 \times I_h) - (3.4439 \times I_h^2) + (0.013545 \times I_h^3)$

c. Pododermatitis
Escala

0	1	2	3	4
Sin evidencia	Muy pequeña lesión	La lesión es mediana	La lesión afecta todo el cojinete	Las lesiones afectan el cojinete y los dedos
Clasificación				
a	b	c	d	e

El porcentaje de aves moderadamente afectadas por pododermatitis **b, c** (%pododermatitis1) y el porcentaje de aves severamente afectadas por pododermatitis **d, e** (%pododermatitis2) fue utilizado para calcular el índice Ip:

$$Ip = 100 - [2 (\%pododermatitis1) + 7 (\%pododermatitis2) / 7]$$

Ip se convierte en una calificación Sp usando una función I-spline:

$$\text{Cuando } Ip \leq 70 \text{ entonces } Sp = (0.50686 \times Ip) - (0.0072409 \times Ip^2) + (0.000081315 \times Ip^3)$$

$$\text{Cuando } Ip \geq 70 \text{ entonces } Sp = -513.33 + (22.507 \times Ip) - (0.32152 \times Ip^2) + (0.0015779 \times Ip^3)$$

4. Ausencia de enfermedad. Se hicieron 5 categorías con 1 ó 3 signos por categoría

- Ascitis
- Deshidratación
- Septicemia, hepatitis, pericarditis
- Celulitis
- Mortalidad y selección

De los registros de la planta de procesamiento se calculó el porcentaje de aves que presentaron ascitis, deshidratación, septicemia, hepatitis, pericarditis y celulitis. La incidencia de cada signo fue comparada con la advertencia y con los umbrales de alarma que a continuación se mencionan en el cuadro 2:

Cuadro 2. Umbrales de advertencia y de alarma

Parámetro	Advertencia	Alarma
Ascitis	0.5	1
Deshidratación	0.5	1
Septicemia	0.75	1.5
Hepatitis	0.75	1.5

Pericarditis	0.75	1.5
Celulitis	0.5	1
Número de aves encontradas muertas en la granja tomadas en cuenta como selección:		
<input type="checkbox"/> Mortalidad cuando < 20% por selección	3	6
<input type="checkbox"/> Mortalidad cuando ≤ 20% y el 50% es por selección	3.5	7
<input type="checkbox"/> Mortalidad cuando ≥ 50% por selección	4	8

Los umbrales anteriores dependen de la incidencia de los signos de la enfermedad. Los umbrales de mortalidad dependen de la incidencia de aves muertas por selección. Se considera un caso severo si la incidencia de al menos un signo de la tabla se encuentra por arriba del umbral de alarma y esto debe ser registrado por cada categoría; si la incidencia de al menos un signo está por arriba del umbral de advertencia y ninguno está arriba del umbral de alarma se considera un caso moderado; de otra manera se considera que no hay problema.

El índice I es calculado del número de problemas moderados y severos:

$$I = 100/5 \times [5 - \{5 (\text{alarmas}) + 13 (\text{alarmas})/13\}]$$

Donde 5 es el número de categorías de las enfermedades.

I se convierte en calificación utilizando una función I-spline:

$$\text{Cuando } I \leq 60, \text{ la calificación} = (0.39746 \times I) - (0.0056602 \times I^2) + (0.000082673 \times I^3)$$

$$\text{Cuando } I \geq 60, \text{ la calificación} = -115.37 + (6.1659 \times I) - (0.10180 \times I^2) + 0.00061679 \times I^3$$

Una vez obtenidas las calificaciones de cada criterio, se registraron en la página www.welfarequality.net en el simulador Welfare Quality® scoring system ⁽¹⁶⁾ en el apartado de categorías. Se corrió el programa y finalmente se obtuvo la evaluación del bienestar de las parvadas de acuerdo a los principios descritos.

5. PARÁMETROS EVALUADOS EN GRANJA

De las parvadas de las aves capturadas tanto ligeras como pesadas en ambos sistemas de captura se registró de cada una:

1. Peso individual de 50 aves en la caseta
2. Edad de la parvada

3. Porcentaje de mortalidad acumulada al momento de la captura
4. Tiempo de ayuno al momento de la captura
5. Número de hombres trabajando en cada captura
6. Densidad de aves en las jaulas
7. Número total de aves capturadas por tratamiento
8. Número de aves capturadas por equipo por unidad de tiempo (1 hora)
9. Número de aves capturadas por hombre por unidad de tiempo (1 hora)
10. Tiempo empleado por tipo de captura
11. Número de aves de desecho o muertas durante la captura
12. Costo de nómina por grupo de trabajo por día
13. Costo por ave por concepto de captura
14. Promedio del costo por ave por concepto de captura por tratamiento

6. PARÁMETROS EVALUADOS EN LA PLANTA DE PROCESAMIENTO

a) Al momento de finalizar la captura se determinaron los siguientes parámetros:

1. *Tiempo de transporte desde la granja a la planta de procesamiento:* Se tomó la hora de la salida del camión cargado de la granja y hasta el momento que fue estacionado en los andenes de la planta de procesamiento.
2. *Tiempo de espera en el andén:* Se tomó la hora en que el camión se estacionó en los andenes y hasta el momento en que las aves comenzaron a ser sacadas de las jaulas y colgadas en la línea de procesamiento.
3. *Temperaturas entre jaulas:* En la granja al momento de colocar las jaulas con aves en la plataforma se colocó un termómetro entre las jaulas en la parte frontal, media y posterior de la plataforma y se tomó la lectura al momento de llegar el camión a la planta de procesamiento.
4. *Temperatura ambiente al momento de la matanza:* Al inicio de la matanza de las aves se tomó la temperatura ambiente en la zona de descarga de las jaulas.

b) Al momento del ingreso de la parvada a la planta de procesamiento se contabilizó en el andén:

1. Número de aves asfixiadas
2. Número de aves muertas a la llegada del rastro

También se obtuvieron los datos de la observación de las aves durante 10 minutos en la línea de colgado y se midió la velocidad de ésta en 57 aves/min. Una vez colocadas las aves en la línea de colgado se contó:

1. Número de aves con fracturas en el ala
2. Número de aves que aletean en el colgado
3. Número de aves mal aturdidas

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

c) Una vez terminada la faena y que las canales fueron evisceradas, lavadas y enfriadas se evaluaron visualmente 100 canales por tratamiento y se registró lo siguiente:

1. Número de aves con alas rotas
2. Número de aves con el ala dislocada
3. Número de aves con hematoma en el ala
4. Número de aves con hematoma en la punta del ala
5. Número de aves con hematoma en el pigostilo
6. Número de aves con hematoma en la pierna
7. Número de aves con rasguños en el lomo

7. CARACTERÍSTICAS EVALUADAS EN LAS CANALES

Una vez enfriadas las canales se tomó la lectura de:

1. pH – Temperatura. A 15 canales de ambos tratamientos se les midió el pH y la temperatura a los 15, 30, 60, 120 minutos y 24 horas *post mortem* con un potenciómetro y termómetro marca Hanna® Instruments versión *HI99163N medidor pH/°C para carne* a 2.5 cm bajo la superficie del músculo *Pectoralis* y en lo más alto de la pechuga a 2.5 cm del hueso de la quilla.

2. Color de la carne. A 25 filetes de pechuga sin hueso de cada tratamiento se les midió el pigmento en la carne con el Colorímetro de Reflectancia (Minolta CR-400, Minolta Camera Co., Ltd, Osaka Japan) calibrado con un plato blanco de calibración ($L^* 97.91$, $a^* -0.70$, $b^* +2.44$, Minolta Camera Co., Ltd., Osaka, Japan). La medición se realizó solo una vez en la cara interna del filete de pechuga, aproximadamente en la porción media. Todas las lecturas se hicieron en la mitad derecha del filete, corte mariposa.

Las pechugas sin hueso fueron divididas a la mitad y estas fueron colocadas en bolsas de plástico nuevas estériles y colocadas en hielo para su posterior evaluación en los laboratorios de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; en el laboratorio de procesamiento de aves del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión Avícola (CEIEPAv) y en el laboratorio de productos cárnicos del Centro de Enseñanza, Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA).

8. PARÁMETROS EVALUADOS EN EL LABORATORIO

1. Porcentaje de pérdida y tiempo de cocción. En el laboratorio de productos cárnicos del CEPIPSA se midió el peso de 25 filetes de pechugas sin hueso por tratamiento (peso inicial). Se registró el horario en que fueron los filetes colocados en una parrilla eléctrica. Ahí, los filetes alcanzaron una temperatura interna de 35° C y se les dio vuelta para terminar su cocción. Una vez alcanzada la temperatura interna de 70° C fueron retiradas de la parrilla y se registró el horario de término de la cocción. Los filetes fueron nuevamente pesados para obtener la pérdida por cocción (peso final) por diferencia de peso y se calculo el tiempo de cocción de los filetes ⁽¹⁷⁾.

2. Fuerza de corte por Warner-Bratzler. En el laboratorio de productos cárnicos del CEPIPSA, una vez cocinadas y enfriadas las 25 muestras de cada tratamiento, se obtuvieron entre 6 a 8 cilindros de 1.27 cm de diámetro con un sacabocados eléctrico y con una orientación paralela a la dirección de las fibras musculares. Cada cilindro fue colocado en una máquina Warner-Bratzler con una velocidad de 20 cm/min, 50 N de fuerza y se obtuvo una media por muestra ⁽¹⁸⁾.

3. Porcentaje de pérdida por goteo a las 24 y 48 horas. En el laboratorio de procesamiento de aves del CEIEPAv se midió el peso de 25 medias pechugas sin hueso (peso inicial) de cada tratamiento y estas fueron guardadas en bolsas de plástico nuevas estériles y colocadas verticalmente dentro de una cámara de fría a 4 °C. A las 24 y 48 horas después, éstas fueron secadas del exceso de exudado y fueron pesadas nuevamente (peso final) para obtener la pérdida por goteo por diferencia ⁽¹⁷⁾.

9. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico se hizo estimando el procesamiento de 1,000 aves y se calculó el costo por ave por concepto de captura tanto por peso como por tipo de captura.

1. Cálculo de rendimiento de las canales. Se tomó en cuenta la frecuencia de las muertes y las lesiones que se registraron en este estudio. Se estimó cuánto dinero se pierde por las aves muertas, los cortes de alas y piernas dañadas, calculando las pérdidas en función de los rendimientos que se muestran en el cuadro 3 y de acuerdo al peso promedio de las aves ⁽¹⁹⁾:

Cuadro 3. Rendimientos de canal, ala, pierna y peso vivo de las aves

Canal	Ala	Pierna	Ligeras	Pesadas
	%			kg
72	5.62	7.75	1.73	2.86

2. Cálculo de pérdidas. Se consideró el precio promedio por kg de pollo entero y por kg de cortes de pollo de acuerdo al reporte diario de venta al mayoreo de piezas y cortes de pollo en diversos centros de distribución del DF y Área Metropolitana al 31 de enero de 2012 como se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Precios promedio en el mercado por kg

	Pesos (\$)/ kg
Pollo entero	27.54
Alas o retazo	9.75
Pierna-muslo	31.25

Fuente: ASERCA* con datos de SNIM** ⁽²⁰⁾

*Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria

**Sistema Nacional de Información de Mercados

Se sumaron los kg de pollo entero de las pérdidas de las aves muertas y de desecho, así como los kg de piezas dañadas; y calculando su valor en el mercado se comparó cuánto dinero se deja de ganar utilizando el método tradicional y el método brasileño en los dos diferentes pesos de las parvadas.

3. Cálculo de utilidades. Se calculó el costo de producción por kg de pollo vivo, el costo de captura y el costo de procesamiento con los valores promedio anuales de la empresa de acuerdo al cuadro 5.

Cuadro 5. Costos promedio anuales de la empresa

	Ligeras	Pesadas
	Valor en pesos (\$)	
Costo de producción por kg de pollo vivo	26.77	23.61
Costo por ave por procesamiento	2.06	

Tomando en cuenta la frecuencia de muertes y lesiones, se calculó el total de kg de pollo producido y vendido para finalmente calcular las utilidades obtenidas en ambos sistemas de captura, tanto en aves ligeras como pesadas.

10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizaron dos parvadas como unidades experimentales, una de aves ligeras (n=2,600) y otra de aves pesadas (n=1,400). También se utilizaron 2 factores: peso y captura. Los niveles del factor peso fueron *ligeras* y *pesadas* y los niveles del factor captura fueron: *tradicional* y *brasileño* teniendo entonces 4 tratamientos (n= LT 1,400; LB 1,200; PT 800; PB 600).

Las variables en el momento del ingreso a la planta de procesamiento en el andén son el número de aves asfixiadas, el número de aves muertas a la llegada de la planta (n= 4,000), y en la línea de colgado son el número de aves con fracturas del ala, el número de aves con aleteo en el colgado y el número de aves mal aturcidas (n= 2,280) y las lesiones de las canales como el número de alas rotas, número de aves con alas dislocadas, número de aves con hematomas en el ala, número de aves con hematoma en la punta del ala, número de aves con hematoma en el pigostilo, número de aves con hematoma en la pierna y el número de aves con rasguños en el lomo (n= 400) se les realizó a cada una de ellas un análisis de frecuencias a través de pruebas de múltiples rangos.

Para las características de las canales como pH (n= 60), temperatura (n= 60), color en carne (n= 100), terneza (n= 100), tiempo de cocción (n= 100) así como el porcentaje de pérdida por goteo a las 24 (n= 100) y 48 horas (n=100) y el porcentaje de pérdida por cocción (n= 100) que fueron previamente transformados al Arco seno \sqrt{x} para obtener variables que cumplan con los supuestos de una distribución normal y homogeneidad de varianzas para su posterior análisis, se les realizó a cada una de ellas un análisis de varianza.

El análisis de varianza incluyó $SC_{total} = SC_{factores} + SC_{error}$ donde: SC= Suma de cuadrados
Tratamientos $k = 4$

Grados de libertad (gl)	
Tratamiento	k-1
Error	n-k
Total	n-1

Se utilizó el modelo: $x_{ij} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ij}$ donde:

μ = Una media global y un efecto del tratamiento

A= Peso de las aves

B= Tipo de captura

AB= Peso de las aves y tipo de captura

ε = Error experimental

i: 2

j: 2

ij: 4

$$x = (\text{Intersección}) + \text{Peso de las aves} + \text{Tipo de captura} + (\text{Peso de las aves y Tipo de captura}) + \text{Error}$$

Las pruebas se realizaron con el paquete estadístico *Statistical Package for the Social Sciences for Windows* (SPSS 15.0). Se fijó un nivel significancia para todas las pruebas de $\alpha=0.05$ ^(21, 22).

IV. RESULTADOS

1. EVALUACIÓN DEL BIENESTAR ANIMAL DE LA PARVADA DE SU SITUACIÓN EN GRANJA MEDIDA EN LA PLANTA DE PROCESAMIENTO SEGÚN LOS CRITERIOS DE WELFARE QUALITY®

De los resultados de la encuesta de calidad (Figura 4), en el rubro de alimentación las parvadas obtuvieron una calificación de *excelente* por que no hubo aves emaciadas. En el principio de buen alojamiento no fue posible evaluarlas por que las mediciones se deben de realizar dentro de la caseta. En el principio de buena salud la calificación fue *bueno* en ambas parvadas. Por último; en el principio de comportamiento adecuado no se evaluaron debido a que los criterios no se aplican en esta situación.

Los criterios que se evaluaron en ambas parvadas se encuentran en el complemento 1.

2. PARÁMETROS EVALUADOS EN GRANJA

El peso promedio de las aves ligeras fue de $1.737 \text{ kg} \pm 0.242$ a los 35 días y presentó una mortalidad promedio acumulada de 2.97 % y el peso en las aves pesadas fue de $2.865 \text{ kg} \pm 0.173$ a los 46 días de edad con una mortalidad promedio acumulada de 3.96% (Cuadro 6).

El tiempo de ayuno de las aves previo al manejo de embarque fue de entre 8 y 12 horas, lo que se considera dentro del rango normal. Se utilizó un equipo para capturar a las aves, conformado por 6 hombres con las aves ligeras y de 8 hombres con las aves pesadas. La densidad de las cajas fue de 10 aves en ambos casos.

En promedio, con el método tradicional, un hombre capturó más aves pesadas (600 aves; Cuadro 7) por hora que aves ligeras (466 aves), sin embargo con el método brasileño se capturaron más aves ligeras (266) que aves pesadas (225) por hora. En esta empresa un hombre captura en promedio con el método tradicional 533 aves por hora y con el método brasileño 245 aves por hora, es decir, con el método tradicional capturar es 2.17 veces más rápido. Sin embargo, se observó un menor número de aves de desecho (4 aves) durante la captura con el método brasileño en ambos pesos que con el método tradicional (15 aves; Cuadro 7).

La temperatura ambiente en la caseta al inicio de la captura fue de 25 °C con las aves ligeras y 27.56 °C con las aves pesadas (Cuadro 8). La temperatura promedio entre las cajas en la plataforma de transporte con el método tradicional fue de 20.6°C con las aves ligeras y de

31.80°C con las aves pesadas; con el método brasileño fue de 21.8°C con las aves ligeras y también 31.80°C con las aves pesadas (Cuadro 9).

3. PARÁMETROS EVALUADOS EN LA PLANTA DE PROCESAMIENTO

a) Al término de la captura. El tiempo de transporte de la granja a la planta de procesamiento (Cuadro 8) con las aves ligeras fue de 35 min y con las aves pesadas de 15 min, esto debido a que provenían de granjas diferentes. Con el método tradicional el tiempo de espera de las aves ligeras en el andén fue de 100 min y de las aves pesadas fue de 135 min. Con el método brasileño, el tiempo de espera en el andén de las aves ligeras fue de 185 min y con las aves pesadas de 58 min.

b) Al momento del ingreso de la parvada. Una vez en el andén, el número de aves asfixiadas a la llegada al rastro (Cuadro 10) no tuvo diferencias ni por peso o captura ($P>0.05$), sin embargo el número de aves muertas (12 aves) fue significativamente mayor en las aves pesadas ($P<0.05$) que en las ligeras (2 aves), no así por captura ($P>0.05$). No hubo interacción entre el peso y la captura ($P>0.05$).

La temperatura ambiente promedio al momento de la matanza (Cuadro 8) de las aves ligeras fue de 28°C y en las aves pesadas fue de 26.9° C.

En la línea de colgado, las fracturas de ala, el aleteo al colgado y el número de aves mal aturdidas (Cuadro 10) no hubo diferencia estadística ni por peso o captura ($P>0.05$). No hubo interacción entre el peso y la captura ($P>0.05$).

c) Lesiones en las canales. Se calculó el porcentaje de aves que presentan lesiones en las canales de acuerdo al método de captura y se observó un 57% de las aves con el método tradicional, mientras que con el brasileño se observó 48% de las aves capturadas.

Por el factor peso, las aves ligeras tuvieron mayor cantidad de alas rotas ($P<0.05$) y menor cantidad en las lesiones de ala con hematoma, punta del ala con hematoma, pigostilo con hematoma y rasguños en el lomo ($P<0.05$). Por el factor captura, en el método tradicional la presencia de pigostilo con hematoma fue mayor ($P<0.05$; Cuadro 11). A mayor peso de las aves la presencia de punta del ala con hematoma aumenta ($P<0.05$; Cuadro 11), y es superior en las aves capturadas con el método tradicional.

La cantidad de lesiones que se presentan en las parvadas es 2.72 veces más ($P<0.05$) en las aves pesadas que en las ligeras y con el método tradicional es 1.24 veces más que con el método brasileño (Cuadro 11).

4. CARACTERÍSTICAS EVALUADAS EN LAS CANALES

pH en las canales. Por el factor peso, las aves ligeras tuvieron un pHu mayor de 5.96 respecto al pHu de las aves pesadas de 5.40 ($P<0.05$). Por el factor captura, el método tradicional tuvo un pHu mayor de 5.70 que el método brasileño de 5.66 ($P<0.05$; Cuadro 13). En las interacciones se encontró que el pH a los 15 y 30 minutos fue diferente entre los tratamientos por peso y captura ($P<0.05$); el pH fue menor en las aves pesadas que en las aves ligeras en ambos tipos de captura ($P<0.05$; Cuadro 12). El pHu fue diferente entre los pesos y entre los tipos de captura.

Temperatura. La temperatura de las canales a los 15, 30, 60, 120 minutos y 24 horas (Cuadro 12) fueron diferentes entre tratamientos tanto por efecto del peso de la parvada como por sistema de captura ($P<0.05$). En las canales de las aves pesadas, la temperatura a los 15 y hasta los 120 minutos fueron mayores que las aves ligeras ($P<0.05$; Cuadro 12). Las canales que fueron capturadas con el método tradicional, tuvieron a los 15 minutos una temperatura (28.78 °C) mayor ($P<0.05$) que aquellas que fueron capturadas con el método brasileño (27.5 °C). Sin embargo a partir de los 30 hasta 120 minutos, la temperatura con el método tradicional descendió más rápido que con el método brasileño ($P<0.05$). Finalmente la temperatura a las 24 horas fue menor en el método brasileño que en el método tradicional ($P<0.05$; Cuadro 12).

La temperatura en las canales fue mayor en las aves pesadas con ambos tipos de captura ($P<0.05$; Cuadro 12); y la temperatura a las 24 horas (11.69°C) fue mayor en las aves ligeras y capturadas con el método tradicional ($P<0.05$; Cuadro 13) que con el método brasileño (9.15°C).

Color de la carne. En la variable L^* hubo diferencias estadísticas por el factor peso, este fue mayor en las aves pesadas (54.67) que en las aves ligeras (48.74; $P<0.05$); sin embargo por el factor captura no hubo diferencia ($P>0.05$; Cuadro 12). Para la variable a^* no se encontraron diferencias estadísticas por el factor peso o captura ($P>0.05$; Cuadro 12). Los valores de b^* fueron mayores en las aves pesadas (19.89) que en las aves ligeras (18.04); por el factor captura en el método tradicional fue mayor (19.59) que el método brasileño (18.18) ($P<0.05$; Cuadro 12). En las interacciones las aves pesadas que fueron capturadas con el método tradicional, la variable b^* fue mayor (22.06) respecto a las demás combinaciones ($P<0.05$; Cuadro 13).

Cocción. En el porcentaje de pérdida por cocción no se encontraron diferencias entre los tratamientos ($P>0.05$; Cuadro 12). En el tiempo de cocción por el factor peso fue mayor en las aves pesadas ($P<0.05$; Cuadro 12), no así por el tipo de captura ($P>0.05$). Se encontró interacción ($P<0.05$; Cuadro 13) solo en las aves pesadas, que fue mayor en las capturadas con el método brasileño que con el tradicional.

En fuerza de corte Warner-Bratzler las aves pesadas son 40% más suaves que las aves ligeras ($P<0.05$) y no hubo diferencias por el método de captura ($P>0.05$; Cuadro 12). Se detectó una interacción ($P<0.05$) la cual se debió a que mientras en las aves ligeras no hubo diferencias asociadas al método de captura, en las aves pesadas, las capturadas con el método tradicional fueron 39.3% más suaves que las pesadas capturadas por el método brasileño. Además las aves ligeras fueron 60% más duras ($P<0.05$; Cuadro 13) o resistentes a la fuerza de corte que las aves pesadas.

Porcentaje de pérdida por goteo. En las aves pesadas tuvieron a las 24 y 48 horas mayor pérdida que las aves ligeras ($P<0.05$), sin embargo no hubo diferencias asociadas por el método de captura ($P>0.05$; Cuadro 12). En las interacciones de peso y captura no hubo diferencias en la pérdida de agua por goteo entre los tratamientos a las 24 y 48 horas ($P>0.05$; Cuadro 13).

5. ANÁLISIS ECONÓMICO

Se calcularon los costos de la canal por peso y por pieza de corte; además se obtuvieron los precios de estos en el mercado. El costo más económico por concepto de captura por ave fue el de las aves pesadas con el método tradicional (Cuadro 14).

El cálculo del costo promedio por ave por concepto de captura con el método tradicional fue de \$0.038 pesos y con el método brasileño \$0.082 pesos (Cuadro 15), es decir que el método brasileño es 2.15 veces más caro en promedio que el costo con el método tradicional.

En 1,000 aves, las pérdidas por las aves muertas desde la captura hasta el andén fue menor en las aves ligeras capturadas con el método brasileño (Cuadro 16); en las aves pesadas fue mayor en el brasileño que en el tradicional, sin embargo ambas fueron altas.

En las aves pesadas capturadas con el método tradicional hubo más kg de alas de desecho (139.15 kg) que en los otros tratamientos; también los kg de piernas de desecho fue mayor en aves pesadas capturadas con el método brasileño (9.54 kg; Cuadro 16).

En este estudio se encontró que en las aves ligeras se perdió 1.27 veces y en las aves pesadas 1.02 veces más dinero con el método tradicional que con el método brasileño.

Por cada 1,000 aves ligeras procesadas, el costo por concepto de captura con el método brasileño fue de \$ 75 pesos (Cuadro 15); y utilizando este método de captura la diferencia a favor por la ausencia de lesiones y por el número de aves muertas o asfixiadas fue de \$ 240 pesos (Cuadro 16).

Para las aves pesadas, por cada 1,000 aves el costo por concepto de captura con el método brasileño fue de \$ 89 pesos (Cuadro 15); y utilizando este método de captura la diferencia a favor por la ausencia de lesiones y por el número de aves muertas o asfixiadas fue de \$ 45.11 pesos (Cuadro 16).

En 1,000 aves, la rentabilidad con el método brasileño mejoró en 10% en aves ligeras y en 41% en aves pesadas (Cuadro 17).

V. DISCUSIÓN

Dentro del concepto de calidad de los alimentos, el bienestar animal es un atributo importante que es ahora considerado por los consumidores, debido a que estos esperan que los productos de origen animal que consumen sean producidos con el mayor respeto al bienestar de los animales ^(5, 13). La evaluación de las parvadas en la planta de procesamiento mostró que las aves tuvieron una buena salud; ya que la puntuación obtenida (63/100 posibles) cae en la calificación de Bueno (60-79 puntos). Esta calificación fue debido a problemas de pododermatitis que se presentaron en las aves y que el protocolo de Welfare Quality[®] también incluye dentro de las mediciones para establecer el estado de salud de las aves. Los problemas de pododermatitis en las aves tienen diversos orígenes, pero el más común es un exceso en la humedad de la cama ya sea por agua derramada por los bebederos, una alta densidad de las parvadas o algún problema nutricional como micotoxinas o parasitario como coccidiosis clínica y subclínica que afectan la absorción de los nutrientes del alimento en el tracto gastro-intestinal (TGI) y existe un aumento en la humedad de las heces. El principio de buen alojamiento, no fue posible evaluarlo debido a que las mediciones se realizan únicamente en la caseta y nuestras mediciones de bienestar animal se hicieron solamente en la planta de procesamiento, ya que el objetivo era medir el bienestar animal únicamente en el rastro; en el criterio de comportamiento adecuado, el protocolo aún no ha desarrollado las mediciones.

La temperatura ambiente en la caseta al inicio de la captura fue de 25 y de 27.56 °C para la parvada ligera y pesada respectivamente, cuando la temperatura ambiente confort para la captura debe estar entre 21 y 24 °C ^(9, 20), por lo tanto los mecanismos de radiación, conducción y convección que solo eliminan el 75% del calor generado por las aves estaban funcionando correctamente ya que el grado de pérdida está influenciado por la temperatura ambiente y las aves estaban tranquilas y sin jadear al momento de ingresar a la caseta. Cuando estos sistemas no son eficientes, el siguiente mecanismo de eliminación de calor es el jadeo y este se produce cuando la temperatura exterior aumenta por encima de 29.4°C ⁽²³⁾ como sucedió en las jaulas en la plataforma. Las parvadas tenían un ayuno de alimento previo de 10-12 horas que ayudó a minimizar los problemas de estrés por calor por el incremento calórico debido al metabolismo de la digestión ⁽¹³⁾, todo esto en conjunto permitió que se llevara a cabo una captura en condiciones favorables de temperatura.

Respecto al tipo de captura, tanto las aves ligeras como las aves pesadas fueron capturadas más rápidamente con el método tradicional. Las aves ligeras en general se capturan más lentamente que las pesadas ya que son más ágiles y al operario le cuesta más trabajo atraparlas.

Con el método brasileño se observa que en ambos pesos el número de aves de desecho por la captura es menor; sin embargo, el tiempo de captura es mayor dado que requiere mayor cuidado y precisión al momento de tomar cada ave; además, de que se hace una por una y con el método tradicional se capturan 10 aves al mismo tiempo, esto repercute en que se incremente el costo por concepto de nómina del “equipo de captura” para atrapar el mismo número de aves. Con el método tradicional se estima que un hombre capture 500 aves/h^(3, 13) como ocurrió con los trabajadores que capturaron a las aves pesadas, sin embargo los trabajadores que capturaron a las aves ligeras no alcanzaron la velocidad de captura por hombre dado que como se había mencionado, estas aves son más ágiles y dificultan su captura; tomando en cuenta que la cuadrilla ha tenido experiencia en la captura con el método brasileño. Con el método brasileño se tardaron en promedio 1.75 veces más en capturar al mismo número de aves ligeras que con el método tradicional. En las aves pesadas se tardaron 2.6 veces más en capturar el mismo número de aves con el método brasileño.

El tiempo de traslado de la granja a la planta de procesamiento es corto y evita las variaciones drásticas de temperatura que en ocasiones llegan a sufrir las aves en el transporte. En las aves ligeras, la temperatura entre las jaulas se registró dentro de la temperatura confort de las aves (20.6-21.8°C) y contenían en promedio 17.3 kg por jaula, lo que permitió una mejor ventilación entre las aves ya que en las aves pesadas aproximadamente el 30% de ellas llegaron jadeando dado que la temperatura entre las jaulas aumentó a 31°C; este aumento de temperatura es posible por un mayor peso contenido en la jaula de 28.6 kg, esto es un 65% más que en las jaulas de las aves ligeras.

El tiempo que las aves esperaron en el andén sirvió para que ellas descansaran, tuvieran una ventilación adecuada ya que en los andenes tienen instalados ventiladores y los camiones cargados se estacionan en lugares techados para evitar incrementos de temperatura entre las jaulas; por lo tanto es probable que la frecuencia cardiaca de las aves regresara a su estado normal ya que se ha encontrado que los factores de estrés como los viajes de más de 40 minutos aumentan significativamente los niveles de corticosterona^(3, 8, 13, 17). Este aumento en la corticosterona y el inicio de la glucólisis provocan un rápido descenso de pH *post mortem* cuando

el músculo aún tiene una temperatura elevada, que tiene como resultado la desnaturalización de las proteínas de las miofibrillas y del sarcoplasma obteniendo así carne pálida, suave y exudativa (4, 7, 17, 24).

La muerte de las aves durante el transporte es causada primordialmente por ahogo, un trauma o herida física, estrés por calor por una alta densidad en las jaulas, una pobre ventilación entre las aves y entre las jaulas; viajes largos de más de 9 horas ^(10, 25), viajes largos durante el día; aunque también se puede considerar como un indicativo de un pobre bienestar animal durante el periodo de la engorda ⁽¹⁰⁾. Algunos autores, mencionan que el rango normal de muertes varía de 0-2% ^(13, 17). En este trabajo las aves muertas al momento de la llegada a la planta de procesamiento no excedieron el 1% en ambos pesos y tipos de captura, aunque se encontró que en las aves pesadas se presentaron más muertes, probablemente esto se debió a que al tener menor espacio en la jaula que las aves ligeras ocasionó una ventilación deficiente y por consecuencia la muerte de las aves. Para evitar este tipo de muertes, se recomienda reducir el número de aves por jaula y que la matanza de las aves más pesadas se programe durante la noche o la madrugada ya que el clima es más benéfico en estos horarios además que ayudaría a reducir el aumento de temperatura entre las jaulas y las aves.

El número de aves muertas en el andén tuvo una mayor frecuencia en la parvada de aves pesadas probablemente por que el espacio dentro de la jaula es menor; y aumenta más rápidamente la temperatura y los mecanismos de termorregulación de las aves no son eficientes para esta situación, provocando un choque térmico y posteriormente la muerte ⁽⁹⁾. Las frecuencias de las lesiones de las aves en la línea de colgado no son diferentes ni por peso ni por tipo de captura, probablemente el tiempo de espera en el andén (58-185 min) ayudó a que las aves descansaran, se tranquilizaran de la captura y del transporte regresando a su estado normal; por lo tanto cuando las aves fueron colgadas en la línea de procesamiento no hubo diferencias ya que todas las aves fueron manejadas por los mismos operarios en las mismas condiciones de luz y temperatura.

Las temperaturas encontradas al momento de la matanza (26-28 °C) están dentro de la zona de confort de las aves ya que no descienden a temperaturas menores a 17-20 °C ni mayores del punto crítico de 45-47 °C que pueden provocar un choque térmico ⁽¹³⁾.

En la evaluación de las lesiones en las canales, se observan los hematomas que fueron causados por los manejos *ante mortem*. Estos manejos se realizan desde la preparación de la

parvada en la granja, hasta la insensibilización de las aves en el rastreo. Sin embargo, se observó que la captura brasileña causó significativamente menos lesiones. Esto, posiblemente se asocia al hecho de que los trabajadores tienen más cuidado en colocar las aves dentro de la jaula que cuando se hace con el método tradicional. Las aves pesadas tuvieron mayor cantidad de lesiones y Bingham (1986) citado por Nicol en 1990, encontró que aves de mayor edad y peso presentan más daños en las alas y golpes en el cuerpo que las aves más jóvenes y livianas ⁽¹³⁾. Es necesario recordar que los hematomas en el ala, así como en la punta de ésta, también pueden causarse durante el colgado o si existe una fuente de luz en ese momento y/o en el insensibilizado. El hematoma en el pigostilo puede ser provocado durante la captura y colgado, al momento de meterse y sacarse de la jaula.

Los rasguños en la canal, se presentan durante la vida productiva del ave, debido a amontonamiento de las aves al momento de la alimentación; sobretodo, si se utilizan programas de restricción alimenticia. Entre más grande sea el ave mayor incidencia existe. En este caso las aves pesadas al ser más grandes de edad, su presencia aumentó. Sin embargo, estas lesiones demeritan el valor económico de la canal, pero son independientes del sistema de captura utilizado.

Para los productores las lesiones en las aves poseen un impacto económico relevante, además de la actual exigencia de bienestar animal en el manejo de las aves antes del procesamiento. A este respecto se ha observado que la cantidad y severidad de las lesiones es directamente proporcional a la fuerza empleada por los trabajadores en las aves ⁽³⁾, y pueden llegar a alcanzar más del 25% de aves lastimadas. En el presente estudio se obtuvieron 57% de aves que presentaron alguna lesión por el método tradicional, mientras que el brasileño obtuvo el 48% de aves que presentaron algún tipo de lesión. Ambos métodos de captura presentan un alto porcentaje de lesiones que sugieren que los trabajadores están empleando fuerza excesiva en la captura y en el enjaulado de las aves.

En las características de la canal, el descenso del pH de las canales se debe a la condición de muerte del ave y el inicio del *rigor mortis*. Los resultados mostraron que el pH de las canales con el método tradicional tuvo un descenso más rápido hasta los 30 minutos *post mortem*, pero después no hubo diferencia ($P > 0.05$) comparado con las canales del método brasileño. El pH fue menor en las canales capturadas con el método brasileño. Posiblemente los cambios en pH están relacionados con los cambios en la temperatura en las aves, ya que la temperatura de las

canales después del faenado fue mayor en el método tradicional probablemente por que pasaron más tiempo en el andén y la pérdida de calor se dificultó elevando la temperatura corporal de las aves al momento de la matanza.

El color de la carne influye en la decisión de compra del cliente final ^(3, 4) ya que es un indicador de frescura y salud ^(2, 24, 27), además es un parámetro para determinar la calidad funcional de la carne, ya que las actividades previas a la matanza pueden influenciarlo ^(3, 27).

El color de la carne se modifica cuando se presenta desnaturalización de proteínas y se provoca la salida de líquido al espacio intersticial, lo que causa reflexión de la luz, y como consecuencia se produce una coloración pálida de la carne ^(24, 26). Se ha encontrado que la carne de aves con más de 2 horas de transporte es más pálida que las aves que solo han estado en la jaula 10 minutos ^(8, 13). Diversos investigadores han demostrado una relación entre valores de luminosidad (L^* del Minolta) y pH con funcionalidad de la carne ^(2, 26). Los valores de luminosidad mayores a 53 y de pH menores a 5.91 ^(6, 24) son sugerentes de que la funcionalidad de las proteínas es mínima y en cuanto más se incrementa el valor de L^* , la pérdida por goteo también se aumenta así como la pérdida por cocción ^(6, 24, 26). Los valores de a^* (rojos) y b^* (amarillos) no están correlacionados con el pH de la carne, los valores de L^* están altamente correlacionados con la pérdida por goteo y por la pérdida por cocción ^(12, 26). En el caso del presente estudio el 26% de las canales de los dos tratamientos muestran valores superiores a 53 de luminosidad y pH menores a 5.91, por lo cual puede sugerirse que la carne procedente de estas aves presentaron desnaturalización de sus proteínas, esto pudo haber sido causado por el retraso en el enfriamiento, manteniéndose la temperatura alta en la canal cuando se presenta el descenso rápido del pH provocando carne sugerente a PSE.

En este estudio, se observó que en el porcentaje de pérdida por goteo a las 48 horas en ambos métodos no hubo diferencia estadística ($P > 0.05$). También se observó que hubo mayor coeficiente de variación en la pérdida por goteo en las aves ligeras (52.75%) y las aves capturadas con el método tradicional (62.7%) a las 48 horas, esto concuerda con Shilling *et al* (2008) quienes encontraron que en la pérdida por goteo existía más variación entre aves de la misma repetición que entre tratamientos ⁽¹⁷⁾.

Desde el punto de vista práctico, la pérdida por cocción representa el parámetro más importante de la industria ya que requiere materias primas con una alta capacidad de retención de agua ⁽¹⁰⁾. En los resultados de pérdida por cocción algunos autores han encontrado que van de

20.04 – 22.52%^(28, 29), los cuales no son muy diferentes a lo encontrado en esta prueba (23.05 - 24.29 %). En este trabajo no se encontraron diferencias estadísticas en terneza, ya que ambos métodos produjeron carne muy suave (2.3-3.8 kg). Claus *et al* (2001)^(28, 29), reportaron valores normales en pechuga de 4.4 kg, pero comentan que valores de 2.5 kg son aceptados por el 94% de los consumidores⁽²⁸⁾.

En el análisis económico, se determinó que en promedio el costo por captura por ave con el método brasileño es 2.15 veces mayor respecto al tradicional. Si procesáramos 1,000 aves y tomáramos en cuenta la frecuencia de aves muertas y las lesiones en alas y piernas de las canales y estas se vendieran como pollo vivo y las piezas con lesión se vendieran como pieza de corte (Cuadro 16), tendríamos que en las aves ligeras se dejaría de ganar 1.27 y en las pesadas 1.017 veces más dinero con el método tradicional que con el método brasileño, esto debido a que hay mayores pérdidas por aves muertas y lesiones en la canal con el método tradicional.

Si a estas mismas aves se les calcularan los kg de pollo vivo que se mandan a la planta de procesamiento y los kg reales de canal que se están obteniendo, tomando en cuenta también la frecuencia de muertes y lesiones de las aves, y todo esto se vendiera como pollo entero (\$27.54 pesos/kg) y se les restara al costo de producción total (costo de producción en granja + costo de captura y procesamiento), tendríamos que las utilidades en las aves ligeras son negativas y se perdería más dinero utilizando el método tradicional. En las aves pesadas, las utilidades serían positivas y se ganaría 1.41 veces más dinero utilizando el método brasileño (Cuadro 17).

Probablemente se hagan más investigaciones donde las evaluaciones del bienestar animal se puedan llevar a cabo en toda la operación y no por secciones, es decir, sea desde la llegada del pollito hasta el producto final e implementarlo como una medida para informar a los consumidores sobre los estándares de bienestar animal con que se produjeron los animales, ayudándoles de ese modo a beneficiarse de mercados con valor añadido. Respecto a los sistemas de captura, falta hacer más pruebas en diferentes empresas y con diferentes edades de las aves que incluyan todas las épocas del año y un modelo con menos variaciones externas para lograr ver los beneficios en las canales y en la economía de las empresas con el uso de cada uno de los sistemas y determinar a partir de que edad o peso de las aves es o no conveniente implementar nuevos sistemas de captura. También sería recomendable evaluar nuevamente en aves pesadas el efecto de sistema de captura pero introduciendo un menor número de aves por jaula.

VI. CONCLUSIONES

La evaluación de las parvadas en la planta de procesamiento según los criterios de Welfare Quality® es una herramienta útil para determinar el estado de salud de la parvada que se sacrificó y muestra los aspectos que se deben mejorar durante la engorda de las aves, en este caso los problemas de pododermatitis; pero la evaluación del bienestar animal de la parvada debe ser conjunto con las mediciones de los 12 criterios en la caseta y en la planta de procesamiento para tener una evaluación completa de la parvada.

El porcentaje de aves que presentaron alguna lesión con el método brasileño fue menor que el tradicional, sin embargo, el costo por concepto de captura por ave se incrementó 2.15 veces. La utilización del método brasileño reduce el número de aves de desecho o muertas por la captura, la cantidad de canales dañadas y las pérdidas por decomiso parcial, pero no mejoró significativamente la calidad de las canales, dado que en ambos métodos provocaron la presencia de carne PSE. Capturar aves tan jóvenes (35 días de edad) y venderlas como pollo entero resulta en utilidades negativas, sin embargo aves más grandes (46 días de edad) empleando el método brasileño tuvieron menores pérdidas y las diferencias se ven reflejadas en las utilidades de la empresa.

La capacitación y la constante supervisión del personal durante la captura tienen una gran importancia, ya que el porcentaje de aves que presentaron lesiones fue elevado en ambos métodos.

Finalmente, se debe mantener la cadena fría durante el *rigor mortis*, ya que mostró ser un factor importante para la presentación de carne PSE.

VII. LITERATURA CITADA

1. Nuñez E.J.F. Importancia de la higiene y seguridad de los alimentos en las operaciones de proceso. Segundo Simposio Internacional de Inocuidad Alimentaria. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM; 2010 junio 16-18; México (D.F.) México. 2010:132-142.
2. Mancini RA, Hunt MC. Current research in meat color. *Meat Science* 2005; 77:100-121.
3. Jaiswal S, Benson ER, Bernard JC; Von Wicklen GL. Neural network modelling and sensitivity analysis of a mechanical poultry catching system. *Biosystems Eng.* 2005; 92: 1: 59-68.
4. Barbut S, Sosnicki AA, Lonergan SM, Knapp T, Ciobanu DC, Gatcliffe LJ, Huff-Lonergan E, Wilson EW. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. *Meat Sci.* 2008; 79: 46-63.
5. Michel LM, Punter PH, Wismer WV. Perceptual attributes of poultry and other meat products: A repertory grid application. *Meat Sci.* 2011; 87: 349-355.
6. Swatland HJ. How pH causes paleness or darkness in chicken breast meat. *Meat Sci.* 2008; 80:396-400.
7. Richardson RI, Mead GC. *Ciencia de la carne de ave.* Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 2001.
8. Kannan G, Heath JL, Wabeck CJ, Souza MCP, Howe JC, Mench JA. Effects of crating and transport on stress and meat quality characteristics in broilers. *Poult Sci.* 1997; 76: 523-529.
9. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Producción Animal: Aves. Zootecnia Avícola. Primera edición. México 2009.
10. Bayliss PA, Hinton MH. Transportation of broilers with special reference to mortality rates. *Appl Anim Behav Sci.* 1990; 28: 93 - 118.
11. Kirmaci B, Singh RK. Quality of chicken breast meat cooked in a pilot-scale radio frequency oven. *Innov Food Sci Emerg Technol.* 2012 In press.
12. Barbut S. Colour measurements for evaluating the pale, soft, exudative (PSE) occurrence in turkey meat. *Food Res Int.* 1993; 26: 39-43.

13. Nicol CJ, Scott GB. Pre-slaughter handling and transport of broiler chickens. *Appl Anim Behav Sci.* 1990; 28: 57-73.
14. Welfare Quality® (2009). Welfare Quality® assessment protocol for poultry (broilers, laying hens). Welfare Quality® Cosortium, Lelystad, Netherlands.
15. Anuario Estadístico de Michoacán, Edición 2007. INEGI. Estado de Michoacán. Gobierno del Estado de Michoacán, México 2007.
16. <http://www.welfarequality.net>
17. Schilling MW, Radhakrishnan V. The effects of broiler catching method on breast meat quality. *Meat Sci.* 2008; 79: 163-171.
18. <http://meat.tamu.edu/shearstand.html>. Meat Science at Texas A&M University.
19. Suárez-García L, Fuentes-Rodríguez JM, Torres-Hernández M, López-Domínguez M. Efecto de la restricción alimenticia sobre el comportamiento productivo de pollos de engorda. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. *Revista Agraria Nueva Época*; 2004; 1: 1: 3: 24-30.
20. http://www.infoaserca.gob.mx/avicolos/ave_cortes.asp
21. Wayne WD. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Cuarta Edición. México: Limusa Wiley 2010.
22. Ducoing WA. Introducción a la Estadística. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Primera edición. México: UNAM 2009.
23. North MO, Bell DD. Manual de producción avícola. Tercera edición. México: El Manual Moderno S.A de C.V 1998.
24. Owens CM, Hirschler EM, McKee SR, Martínez-Dawson R, Sams AR. The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant. *Poult Sci.* 2000; 79: 553-558.
25. Prado-Rebolledo OF, Morales-Barrera E, Macedo-Barragán R. Factores de riesgo relacionados con tiempo de retiro de agua y alimento, captura, transporte y espera sobre la mortalidad de pollos. Memorias de la tercera reunión anual de la Asociación de Especialistas en Ciencias Avícolas del Centro de México AC “Dr. Isidro Fernández Siurob”; 2010: 86-91.

26. Woelfel RL, Owens CM, Hirschler, Martínez-Dawson R, Sams AR. The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant. *Poult Sci.* 2002; 81: 579- 584.
27. Owens CM, Sams AR. The influence of transportation on turkey meat quality. *Poult Sci.* 2000; 79:1204-1207.
28. Claus JR, Schilling JK, Marriott NG, Duncan SE, Solomon MB, Wang H. Hydrodynamic shockwave tenderization effects using a cylinder processor on early deboned broiler breasts. *Meat Sci.* 2001; 58: 287 – 292.
29. Claus JR, Schilling JK, Marriott NG, Duncan SE, Solomon MB, Wang H. Tenderization of chicken and turkey breasts with electrically produced hydrodynamic shockwaves. *Meat Sci.* 2001; 58: 283 – 286.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue desarrollado con recursos económicos del Subproyecto diagnóstico de la calidad de la canal y la carne fresca de pollos de engorde en México, el cual pertenece al macroproyecto número 2009-109127 del Fondo Sectorial de Investigación en Materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agro biotecnología y Recursos Fitogenéticos, titulado “Indicadores de calidad en la cadena de producción de carne fresca en México”

Agradecemos a la empresa “Fernando Bahena Aguiñiga” y al MVZ Alberto Espinosa por todas sus atenciones para la realización de este trabajo.

VIII. ANEXOS

CUADROS DE RESULTADOS

Cuadro 6. Características de las parvadas

	Ligeras	Pesadas
<i>Peso promedio de 50 aves (kg)</i>	1.73±0.242	2.86±0.173
<i>Edad de la parvada (días)</i>	35	46
<i>Mortalidad acumulada al día de la matanza (%)</i>	2.97	3.96

Cuadro 7. Parámetros evaluados en granja

	Ligeras		Pesadas	
	Tr	Br	Tr	Br
<i>Total de aves capturadas</i>	1,400	1,200	800	600
<i>Aves capturadas/ equipo/ h</i>	2,800	1,600	4,800	1,800
<i>Aves capturadas/ hombre/ h</i>	466	266	600	225
<i>Tiempo de captura (min)</i>	30	45	10	20
<i>Aves de desecho o muertas</i>	8	2	7	2

Tr: Tradicional; *Br:* Brasileño.

Cuadro 8. Temperatura ambiente y tiempo desde el inicio de la captura hasta la matanza

	Ligeras		Pesadas	
	Tr	Br	Tr	Br
<i>Temperatura ambiente al inicio de la captura (°C)</i>	25.00		27.56	
<i>Total de tiempo de captura (min)</i>	30	45	10	20
<i>Total de tiempo de transporte(min)</i>	35		15	
<i>Total de tiempo de espera en andén (min)</i>	100	185	135	58
<i>Temperatura ambiente al momento de la matanza (°C)</i>	28	28	26.48	27.46

Tr: Tradicional; *Br:* Brasileño.

Cuadro 9. Temperatura ambiente entre las jaulas en la plataforma de transporte

Plataforma	Temperatura ambiente			
	Ligeras		Pesadas	
	Captura	°C	Captura	°C
Frontal	Vacío*	19.6	Tradicional	31.80
Media	Tradicional	20.6	Vacío*	29.95
Trasera	Brasileño	21.8	Brasileño	31.80

*Nota: Jaulas vacías en la plataforma

Cuadro 10. Problemas detectados en las aves por el manejo en el tiempo de espera en el andén y durante la fase de colgado

	Peso		P	Captura		P
	Li	Pe		Tr	Br	
Andén						
Aves evaluadas	2,600	1,400		2,200	1,800	
Aves asfixiadas	36	10	0.071	22	24	0.316
Aves muertas a la llegada del rastro	2 ^a	12 ^b	0.000	7	7	0.506
Colgado						
Aves evaluadas	570	570		570	570	
Fractura de ala	25	25	1.000	25	25	1.000
Aleteo al colgado	41	54	0.173	53	42	0.249
Aves mal aturdidadas	65	49	0.124	67	47	0.054
Interacciones						
	Peso		* Captura		P	
	LT	LB	PT	PB		
Andén						
Aves evaluadas	1,400	1,200	800	600		
Aves asfixiadas	18	18	4	6	0.618	
Aves muertas a la llegada del rastro	1	1	6	6	0.545	
Colgado						
Aves evaluadas	570	570	570	570		
Fractura de ala	14	11	11	14	0.391	
Aleteo al colgado	24	17	29	25	0.753	
Aves mal aturdidadas	39	26	28	21	0.564	

*Las diferentes literales en el mismo renglón indican diferencia estadística significativa (P < 0.05)

Li: Ligeras; Pe: Pesadas; Tr: Tradicional; Br: Brasileño

LT: Ligeras -Tradicional; LB: Ligeras -Brasileño; PT: Pesadas- Tradicional; PB: Pesadas- Brasileño

Cuadro 11. Número de lesiones en las canales

Lesiones	Peso			Captura		
	Li	Pe	P	Tr	Br	P
<i>n</i>	100	100		100	100	
<i>Ala rota</i>	12 ^b	0 ^a	0.002	8	4	0.735
<i>Ala dislocada</i>	8	13	0.258	12	9	0.513
<i>Ala con hematoma</i>	20 ^a	73 ^b	0.000	51	42	0.281
<i>Punta del ala con hematoma</i>	29 ^a	133 ^b	0.000	87	75	0.172
<i>Pigostilo con hematoma</i>	55 ^a	109 ^b	0.000	100 ^b	64 ^a	0.000
<i>Pierna con hematoma</i>	7	10	0.450	9	8	0.816
<i>Rasguño en lomo</i>	14 ^a	52 ^b	0.000	29	35	0.375
<i>Total</i>	143	390		296	237	

Interacciones	Peso * Captura				
	LT	LB	PT	PB	P
<i>n</i>	100	100	100	100	
<i>Ala rota</i>	5	4	0	0	0.735
<i>Ala dislocada</i>	6	2	6	7	0.278
<i>Ala con hematoma</i>	10	10	41	32	0.281
<i>Punta del ala con hematoma</i>	13 ^a	16 ^a	74 ^b	59 ^b	0.020
<i>Pigostilo con hematoma</i>	33	22	67	42	0.119
<i>Pierna con hematoma</i>	5	2	4	6	0.212
<i>Rasguño en lomo</i>	6	6	23	29	0.375
<i>Total</i>	78	62	215	175	

*Las diferentes literales en el mismo renglón indican diferencia estadística significativa (P <0.05)

Li: Ligeras; **Pe:** Pesadas; **Tr:** Tradicional; **Br:** Brasileño

LT: Ligeras -Tradicional; **LB:** Ligeras -Brasileño; **PT:** Pesadas- Tradicional; **PB:** Pesadas- Brasileño

Cuadro 12. Características de la carne por peso y por tipo de captura

Variable	Peso			Captura		
	Li	Pe	P	Tr	Br	P
pH						
15'	6.37 ^b ±0.265	5.89 ^a ±0.170	0.000	5.97 ^a ±0.218	6.28 ^b ±0.345	0.000
30'	6.42 ^b ±0.181	5.70 ^a ±0.122	0.000	6.00 ^a ±0.325	6.10 ^b ±0.450	0.032
60'	6.29 ^b ±0.102	5.66 ^a ±0.160	0.000	5.95 ±0.338	5.93 ±0.408	0.357
120'	6.10 ^b ±0.112	5.59 ^a ±0.129	0.000	5.84 ±0.304	5.85 ±0.274	0.940
pHu	5.96 ^b ±0.090	5.40 ^a ±0.116	0.000	5.70 ^b ±0.291	5.66 ^a ±0.314	0.008
Temperatura (°C)						
15'	23.12 ^a ±2.18	32.73 ^b ±0.71	0.000	28.78 ^b ±4.06	27.25 ^a ±5.91	0.001
30'	13.31 ^a ±2.42	22.77 ^b ±4.59	0.000	16.47 ^a ±2.67	19.71 ^b ±7.74	0.000
60'	8.31 ^a ±2.26	18.34 ^b ±4.10	0.000	11.29 ^a ±4.14	15.45 ^b ±6.89	0.000
120'	5.91 ^a ±1.27	12.59 ^b ±1.72	0.000	8.78 ^a ±3.15	9.82 ^b ±4.12	0.003
24 °	8.03 ^b ±1.71	6.32 ^a ±0.43	0.000	7.50 ^b ±1.18	6.83 ^a ±1.71	0.000
Color de la carne						
L*	48.74 ^a ±2.81	54.67 ^b ±3.35	0.000	51.76 ±4.29	51.11 ±4.24	0.274
a*	0.772 ±0.81	0.617 ±1.45	0.482	0.845 ±0.97	0.557 ±1.28	0.190
b*	18.04 ^a ±3.70	19.89 ^b ±2.89	0.003	19.59 ^b ±4.22	18.18 ^a ±2.34	0.026
Cocción						
P. P	24.29 ±5.30	22.62 ±5.11	0.098	23.05 ±5.85	24.01 ±4.61	0.262
TC (min)	31.93 ^a ±10.4	43.78 ^b ±12.69	0.000	36.47 ±10.73	38.16 ±14.79	0.443
W-B (kg)	3.80 ^b ±1.08	2.32 ^a ±0.85	0.000	3.014 ±1.37	3.24 ±1.06	0.220
Porcentaje de pérdida por goteo						
24h	0.86 ^a ±0.691	1.84 ^b ±0.871	0.000	1.38 ±0.88	1.23 ±0.948	0.166
48h	1.27 ^a ±0.670	5.12 ^b ±1.372	0.032	2.15 ±1.35	3.88 ±1.325	0.359

**Las diferentes literales en el mismo renglón indican diferencia estadística significativa (P <0.05)

Li: Ligeras; **Pe:** Pesadas; **Tr:** Tradicional; **Br:** Brasileño

P.P: Porcentaje de pérdida; **TC:** Tiempo de cocción; **W-B:** Warner-Bratzler

Cuadro 13. Características de la carne por las interacciones de peso y captura

<i>Variable</i>	<i>LT</i>	<i>LB</i>	<i>PT</i>	<i>PB</i>	<i>P</i>
<i>pH</i>					
15'	6.14 ^c ±0.11	6.59 ^d ±0.14	5.82 ^a ±0.17	5.97 ^b ±0.13	0.000
30'	6.30 ^b ±0.16	6.53 ^c ±0.12	5.72 ^a ±0.12	5.67 ^a ±0.12	0.000
<i>Temperatura (°C)</i>					
15'	24.75 ^b ±1.14	21.60 ^a ±1.79	32.55 ^c ±0.53	32.90 ^c ±0.83	0.000
30'	14.27 ^b ±1.11	12.40 ^a ±2.96	18.52 ^c ±1.97	27.01 ^d ±1.12	0.000
60'	7.68 ^a ±2.51	8.90 ^a ±1.90	14.66 ^b ±1.82	22.01 ^c ±1.64	0.000
120'	5.85 ^a ±1.01	5.98 ^a ±1.51	11.52 ^b ±1.52	13.66 ^c ±1.18	0.005
<i>Color de la carne</i>					
b*	18.01 ^a ±4.5	18.08 ^a ±2.62	22.06 ^b ±2.16	18.07 ^a ±1.81	0.009
<i>Cocción</i>					
TC (min)	34.5 ^{ab} ±11.8	29.37 ^a ±8.1	38.84 ^b ±7.4	48.72 ^c ±14.7	0.000
W-B (kg)	3.92 ^c ±1.18	3.68 ^c ±0.98	1.79 ^a ±0.49	2.95 ^b ±0.98	0.005

**Las diferentes literales en el mismo renglón indican diferencia estadística significativa (P <0.05)

LT: Ligeras -Tradicional; **LB:** Ligeras -Brasileño; **PT:** Pesadas- Tradicional; **PB:** Pesadas- Brasileño

TC: Tiempo de cocción; **W-B:** Warner-Bratzler

Cuadro 14. Peso promedio de cortes de pollo y costos por captura

	Ligeras		Pesadas	
<i>Peso por pieza (kg)</i>				
Peso en pie		1.737		2.865
Canal		1.245		2.059
Ala		0.069		0.115
Pierna		0.096		0.159
<i>Costo por concepto de captura/ ave</i>				
	LT	LB	PT	PB
	0.043	0.075	0.033	0.089

LT: Ligeras -Tradicional; **LB:** Ligeras -Brasileño; **PT:** Pesadas- Tradicional; **PB:** Pesadas- Brasileño

Cuadro 15. Costos por concepto de la captura

	Ligeras		Pesadas	
	<i>Tr</i>	<i>Br</i>	<i>Tr</i>	<i>Br</i>
Costo de nómina/ grupo/ día (pesos)	1,133.33		1,285.71	
Costo por ave por concepto de captura (pesos)	0.043	0.075	0.033	0.089
Promedio del costo por ave por concepto de captura (pesos)	Tr 0.038		Br 0.082	

Tr: Tradicional; *Br*: Brasileño

Nota: El número de trabajadores fue diferente y por ende el costo de nómina difirió

Cuadro 16. Valor económico de las pérdidas asociadas a muertes y lesiones en piernas y alas en función de la interacción entre el sistema de captura y el peso final de aves al momento de su embarque

Para 1,000 aves	LT	LB	PT	PB
En la caseta y en el andén				
Número de aves de desecho	8	2	7	2
Asfixiadas	13	15	5	10
Muertes a la llegada del rastro	1	1	8	10
Total de aves	22	18	20	22
Mortalidad (kg)	27.39	22.41	41.18	45.29
Valor (\$ pesos)	754.32	617.17	1,134.09	1,247.50
Lesiones en la canal				
Número de alas	340	320	1,210	980
Peso (kg)	23.46	22.08	139.15	112.7
Valor (\$ pesos)	228.73	215.28	1,356.71	1,098.82
<hr/>				
Número de piernas	50	20	40	60
Peso (kg)	4.8	1.92	6.36	9.54
Valor (\$ pesos)	150	60	198.75	298.12
<hr/>				
Total de pérdidas acumuladas en 1, 000 aves (\$ pesos)				
	1,133.05	892.45	2,689.55	2,644.44
Deferencia a favor (\$ pesos)		240		45.11

LT: Ligeras-Tradicional; *LB*: Ligeras-Brasileño; *PT*: Pesadas-Tradicional; *PB*: Pesadas-Brasileño

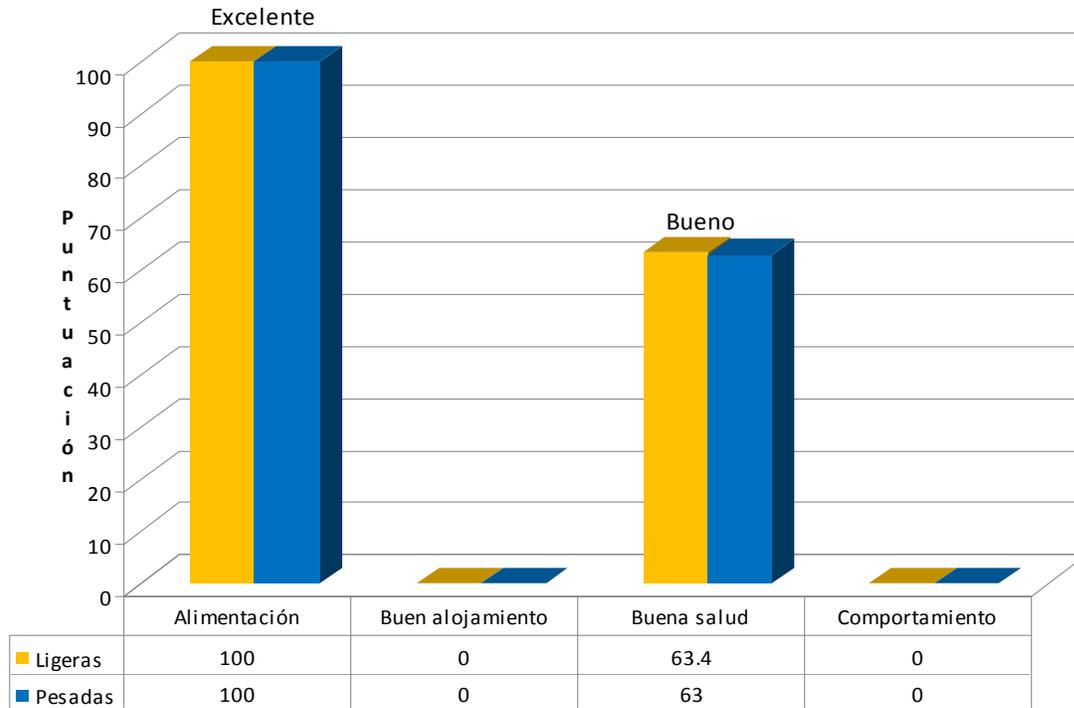
Cuadro 17. Balance entre costos de producción y venta total de kg de pollo en canal para 1, 000 aves

	LT	LB	PT	PB
Costos (\$ pesos)				
Producción en granja	33,328.65	33,328.65	48,589.38	48,589.38
Captura y procesamiento	2,103	2,135	2,093	2,149
Total	35,341.65	35,463.65	50,682.38	50,738.38
Kg de pollo				
Pollo vivo producido (kg)	1,702.61	1,707.59	2,818.82	2,814.71
Pollo en canal (kg)	1,225.87	1,229.46	2,029.55	2,026.59
Pollo en canal vendido (kg)	1,197.61	1,205.46	1,884.04	1,904.35
Venta (\$ pesos)	32,934.52	33,198.50	51,886.47	52,445.8
Utilidades	- 2,497.61	-2,265.15	1,204.09	1,707.42

LT: Ligera-Tradicional; *LB:* Ligera-Brasileño; *PT:* Pesadas-Tradicional; *PB:* Pesadas-Brasileño

FIGURA DE RESULTADOS

Figura 4. Evaluación del bienestar animal según los criterios del Welfare Quality® medidos en la planta de procesamiento ⁽¹⁾



Calificación:

- Excelente: 80-100 puntos
- Bueno: 60-79 puntos
- Aceptable: 20-59 puntos
- No clasificado: 0-19 puntos

COMPLEMENTO

Complemento 1. Evaluación de las parvadas en la planta de procesamiento según los criterios de la Welfare Quality®

	<i>Calificación</i>		<i>Evaluación</i>	
	<i>Ligeras</i>	<i>Pesadas</i>	<i>Ligeras</i>	<i>Pesadas</i>
<i>Buena alimentación</i>			Excelente	
1. Ausencia de hambre	100	100		
2. Ausencia de sed	Estas lecturas se realizan en la caseta			
<i>Buen alojamiento</i>			Sin evaluación	
3. Confort				
4. Temperatura	Estas lecturas se realizan en la caseta			
5. Facilidad de movimiento				
<i>Buena salud</i>			Bueno	
6. Ausencia de lesiones	54.8	54.4		
7. Ausencia de enfermedad	100	100		
8. Ausencia de dolor inducido por el proceso de manejo	100	100		
<i>Comportamiento adecuado</i>			No aplica	
9. Expresión de comportamientos sociales				
10. Expresión de otros comportamientos	Estos criterios no se aplican en esta situación			
11. Buena relación humano-animal				
12. Estado emocional positivo				

PROYECTO 2. PROGRAMA DE AYUNO PREVIO AL PROCESAMIENTO EN AVES SOMETIDAS A SISTEMAS DE RESTRICCIÓN ALIMENTICIA DURANTE SU CRIANZA

II. INTRODUCCIÓN

Programas de restricción

Los programas de restricción alimenticia (PRA) son una alternativa para disminuir la incidencia del Síndrome ascítico (SA) ^(1, 2, 3, 4) debido a que se reducen las exigencias metabólicas del ave en cierta etapa de su vida ^(1, 5). Los primeros PRA en México que se utilizaron como paliativos para el control de SA, fueron desarrollados comercialmente a principios de 1980, por los doctores Jesús Estudillo y Carlos López, mostrando beneficios sobre la reducción en la mortalidad, así como la desventaja sobre la ganancia de peso. El Dr José Arce, ha desarrollado PRA de tiempo de acceso al alimento a edades tempranas, siendo una de las medidas más aceptadas y utilizadas por los avicultores ⁽³⁾. La utilización de una dieta baja de energía y la restricción de alimento entre los 8-21 días disminuirá la mortalidad por ascitis ^(3, 6, 7), mejorará los pesos de las aves, los consumos, las conversiones así como los índices de producción ^(3, 5, 6, 8, 9).

Los PRA se caracterizan hoy en día por proporcionar a las aves, una menor cantidad de alimento en los comederos, dejando el consumo **a libre acceso**, presentando tres variantes: *a) Restricción durante cierto periodo del ciclo*, se inicia cuando el porcentaje de mortalidad por SA es muy alto ⁽⁸⁾. *b) Restricción desde la etapa de iniciación (14-21 días edad) hasta el final del ciclo*, generalmente se usan consumos entre 80 y 90% del que se tuviera a libre acceso ⁽⁸⁾. *c) Restricción con un período de consumo libre*, existen diversos programas y es similar al anterior y se aplica bajo condiciones de tipo práctico. Uno de los programas de restricción en el tiempo de acceso al alimento consiste durante la primera semana que haya libre acceso; en la segunda y tercera semana, 8 horas de acceso al alimento; cuarta y quinta semanas, 9 horas de acceso; sexta semana, 10 horas de acceso; y la séptima semana, libre acceso. El acceso al alimento se regula subiendo y bajando comederos ^(10, 11). En las parvadas sometidas a los PRA es frecuente observar mala uniformidad, defectos en la pigmentación que está relacionada directamente con la cantidad de xantofilas consumidas por las aves y la coccidiosis subclínica por *Eimeria spp* ⁽⁸⁾.

El fundamento de PRA está basado en que el ave consuma la misma cantidad de alimento pero en menor tiempo. El número de horas de acceso al alimento varía desde 8 a 9.5 horas y el

inicio del programa es desde la segunda semana hasta la cuarta semana de edad, mientras que en los últimos días del ciclo se proporciona el alimento a libre acceso. Cuando estos programas se inician a edad temprana las aves se adaptan a comer en menor tiempo^(3, 12). Cuando se establecen los PRA, estos deben adecuarse tomando en cuenta la incidencia del SA, la altura sobre el nivel del mar, las condiciones climáticas y el peso corporal final de los pollos de engorda⁽²⁾.

La utilización de PRA en cuanto a cantidad, así como, la disminución del valor energético del alimento y la restricción del tiempo de acceso a este, han mostrado ser efectivos para reducir el porcentaje de mortalidad por el SA, favoreciendo la conversión alimenticia, pero afectando otros parámetros productivos como la ganancia de peso o la duración de los ciclos de producción; sin embargo, parece ser una alternativa eficiente para disminuir las pérdidas ocasionadas por el SA, no olvidando que deben estar asociadas a adecuados programas de manejo y sanidad^(2, 3, 9, 13).

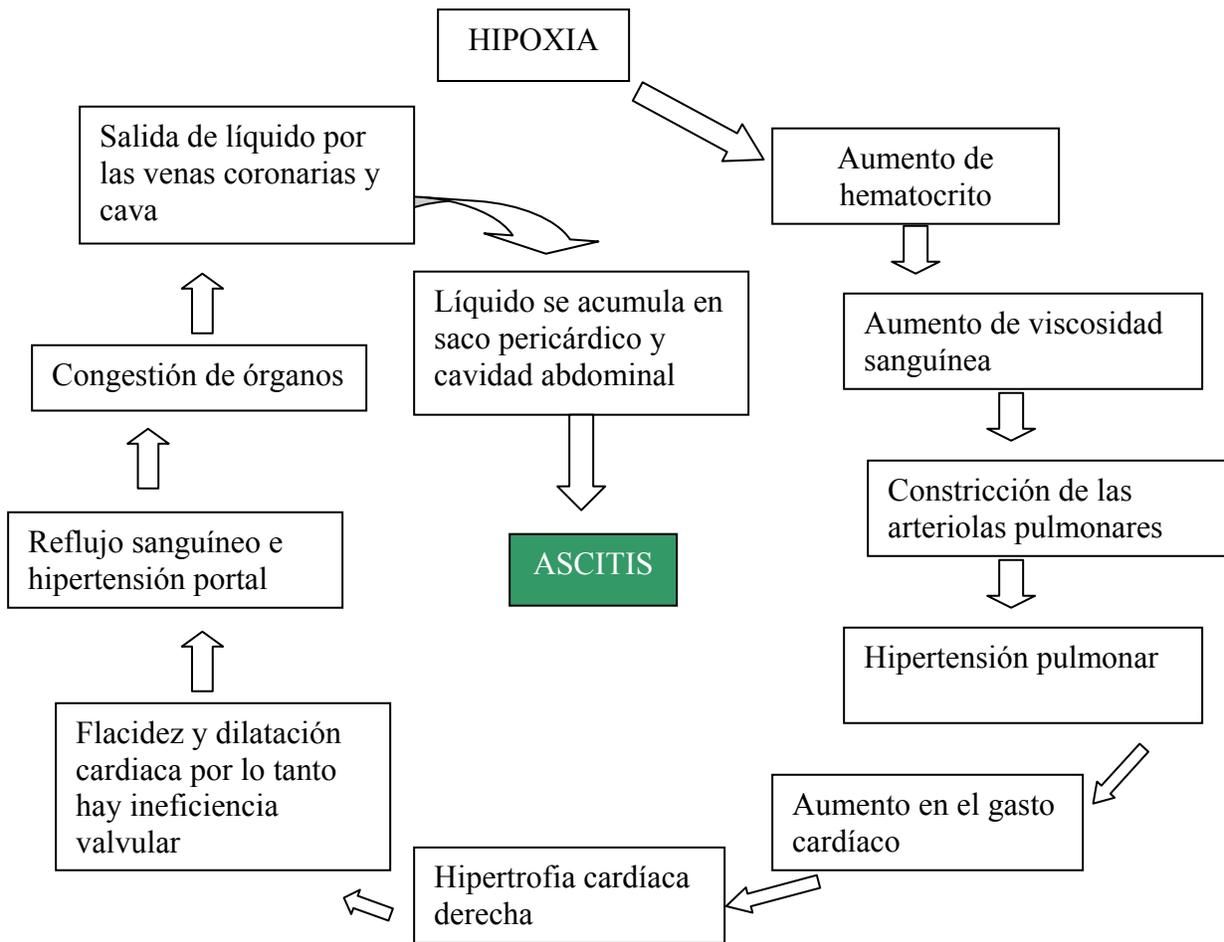
Síndrome ascítico

También conocido como Síndrome de hipertensión pulmonar, el SA presenta características epizootológicas, clínicas y anatomo-patológicas constantes, que transcurren entre otras cosas con ascitis. Existen factores fisiológicos, anatómicos, nutricionales, tóxicos, ambientales y de manejo que influyen en la presentación del SA^(2, 3, 14).

Los pulmones de los pollos crecen en menor proporción que el resto del organismo y su capacidad no es suficiente para el desarrollo muscular de un ave de rápido crecimiento, el desbalance entre el crecimiento pulmonar y muscular en el pollo de engorda se presenta debido a una presión de selección por los genetistas en las aves progenitoras por aumentar el peso corporal y como consecuencia también la cantidad de carne, además de disminuir la conversión alimenticia^(5, 14).

El SA se desencadena por una condición de hipoxia, debida a la incapacidad del sistema respiratorio y cardiovascular para cubrir las demandas de oxígeno del organismo como se muestra en la figura 1. La hipoxia se presenta por una crianza en elevada altitud sobre el nivel del mar, cambios de temperatura, inadecuada ventilación y polvo en la caseta, así como altas concentraciones de amoníaco, dietas altas en proteína, prácticas inadecuadas de incubación y daño pulmonar^(2, 4, 15, 16).

Figura 1. Patogenia del Síndrome ascítico ^(15, 16)



Signos y lesiones: Estados avanzados del SA incluyen abdomen distendido, jadeo, cianosis de la cresta y barbillas, cresta atrofiada, cabeza pálida, boqueo, letargia, plumaje erizado y opaco, diarrea, la piel abdominal puede tornarse roja y los vasos periféricos aparecen congestionados ^(2, 4, 17). Las aves caminan con dificultad, poco antes de morir se postran y difícilmente alcanzan los comederos y los bebederos, por lo que disminuye el consumo. El manejo o el estrés, pueden desencadenar la muerte.

El líquido abdominal está formado por plasma y proteínas de la vena cava que se extravasan, parte del cual se coagula formando una masa gelatinosa que se deposita sobre el hígado y otras vísceras, se pueden encontrar hasta 500 ml de este líquido abdominal. Los órganos más afectados son el corazón, los pulmones, el hígado, los riñones y el intestino. Una vez presente el cuadro clínico de SA no hay posibilidad de regresión de las lesiones ^(3, 4).

Importancia económica

En 2010 en México se produjeron 2.82 millones de toneladas de carne de pollo ubicándolo en el 5° país a nivel mundial y 3° país en América en la producción de pollo de engorda. Los principales estados y regiones productores de pollo de engorda son La Comarca Lagunera con 12%, Querétaro con 11%, Veracruz con 11%, Aguascalientes con 9%, Jalisco con 7% y Puebla con 7%, principalmente ⁽¹⁸⁾.

Dentro de los factores ambientales que predisponen a una mayor incidencia del SA esta la localización de las granjas situadas a altitudes superiores a 1, 300 msnm; las bajas temperaturas en los meses de invierno ⁽¹⁴⁾, así como lugares con una alta precipitación pluvial en el verano ⁽³⁾.

En la década de los ochentas la mortalidad por SA se reportó en un rango del 2 al 40% de la parvada ^(2, 4, 13) observándose el problema desde la primera semana de edad. La mortalidad más alta por SA se presenta entre la sexta y séptima semana de edad ⁽¹⁵⁾ representando una pérdida económica importante para el productor ya que es cuando la parvada ha cubierto el 85% de su ciclo de engorda. La mortalidad en cualquier explotación avícola es un factor importante que puede llegar a desequilibrar el proceso productivo y tendrá mas impacto si rebasa los porcentajes de 4-5% que se consideran aceptables ⁽⁶⁾. Existen otros factores como una alta densidad que provocan presencia de aire viciado que incrementan el amoniaco dentro de las casetas y esto hace que en algunos casos el crecimiento de las aves este reducido así como su eficiencia alimenticia y su calidad ⁽¹⁹⁾. Otro aspecto importante es el decomiso de aves en la planta de procesamiento que va de 0.2 a 0.5% lo cual demerita la calidad de la parvada ^(3, 20).

Programas de retiro

Una vez que el pollo de engorda alcanza el peso esperado para su comercialización se inicia la preparación para el procesamiento de la parvada, el primer paso es el programa de retiro de alimento el cual tiene el objetivo de realizar el vaciado del tracto gastrointestinal (TGI). El tiempo de digestión en las aves es rápido, lleva alrededor de dos y media horas ⁽²¹⁾, sin embargo el tiempo de tránsito del alimento por el TGI depende de los ingredientes; algunos factores que retrasan el tiempo de tránsito son el uso grano entero sobre grano quebrado, si se usa como base el sorgo, soya o maíz, si se utiliza pellet sobre migaja o harina ⁽²²⁾, el origen y la cantidad de fibra que se utiliza en la ración ⁽²³⁾; sin embargo en la revisión bibliográfica no se encontraron

referencias acerca del tiempo que pasa el alimento en el tracto gastrointestinal con el uso de programas de restricción alimenticia.

El programa tradicional de retiro de alimento tiene una duración entre 8 a 12 horas como tiempo total ⁽¹⁰⁾, este tiempo considera desde el momento en que se levantan los comederos, además del tiempo de captura, embarque, transporte y espera en andén ^(10, 24, 25). Esta práctica evita rupturas del TGI durante la evisceración, disminuyendo la probabilidad de contaminaciones bacterianas de la canal ^(26, 27) y por lo tanto alargar la vida de anaquel de la misma. Existe un gran número de patógenos bacterianos capaces de contaminar la carne de pollo para consumo humano, los más importantes son *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes* y *Escherichia coli* enterohemorrágica ^(26, 28, 29). Al emplear tiempos cortos de ayuno, existe riesgo de que no haya un vaciado completo del intestino y durante el sacrificio o procesado, la canal podría contaminarse con el contenido del buche, de la cloaca o del TGI ⁽²⁰⁾. Una vez ocurrida la contaminación con contenido intestinal se tendría que recurrir al lavado o recorte de la parte afectada para cumplir con las normas de calidad, de no ser así, la parte afectada y la canal completa podrían estar sujetas a decomiso ⁽²⁴⁾. La aplicación de programas de retiro de alimento después de 14 horas o más, provoca una incidencia alta de contaminación fecal en las canales debido al aumento de la fragilidad del buche y de los intestinos durante el faenado, contaminando las canales y el ambiente del área de matanza ^(20, 27). Algunos de los microorganismos son peligrosos para la salud humana y la carne fresca es un medio ideal para el crecimiento de los microorganismos de la descomposición, mientras que los agentes patógenos como *Campylobacter* y *Salmonella* sobreviven, pero normalmente no se multiplican, siempre que se evite un exceso de temperatura durante su almacenamiento ⁽²⁰⁾.

El concepto de calidad sirve para describir ciertas características de un producto en relación con las expectativas del consumidor. Si un alimento cumple con las necesidades del consumidor, se puede decir que tiene una calidad aceptable. Sin embargo, los alimentos son perecederos por naturaleza, pudiendo ocurrir numerosos cambios durante su transformación y almacenamiento. Estos cambios pueden afectar negativamente a la calidad del alimento y después de su conservación durante un período determinado, uno o más atributos de la calidad pueden alcanzar un nivel indeseable. En ese momento, el alimento se califica como no apto para el consumo y se considera que ha alcanzado el final de su tiempo de conservación en anaquel. Los cambios que se producen en la carne son generalmente enzimáticos o químicos y dependen de

diversos factores ambientales, como temperatura, humedad, oxígeno y luz. Estos factores causan cambios físicos, químicos o microbiológicos que generan la descomposición del producto. El estado microbiológico de un producto crudo, así como los cambios que se producen son la clave para determinar su tiempo de conservación ⁽²⁰⁾.

JUSTIFICACION

Los programas de restricción alimenticia han sido una alternativa para controlar la mortalidad causada por la presentación del SA. Sin embargo, cuando el pollo de engorda se somete a programas de restricción alimenticia para el control del SA, es posible que modifique sus patrones de tránsito de alimento en el tracto gastrointestinal. De ser éste el caso, el programa tradicional de retiro de alimento podría no ser exitoso para lograr el vaciado del tracto gastrointestinal, causando contaminaciones de las canales durante el eviscerado. Lo que resulta en mermas por decomiso, además de deteriorar significativamente la calidad microbiológica y vida de anaquel de las piezas contaminadas.

HIPOTESIS

Es posible que, a consecuencia de los diferentes sistemas de restricción alimenticia aplicados en la crianza de pollos de engorda, se aumente el tiempo de tránsito de la digesta en el tracto gastrointestinal de las aves. En consecuencia tendría alteraciones en el rendimiento en canal, así como una reducción en la vida de anaquel, asociada a un mayor riesgo de rupturas intestinales y al aumento en la carga microbiológica de la canal.

OBJETIVO

Determinar el efecto de los programas de restricción alimenticia utilizados durante la crianza del pollo de engorda, sobre los programas de retiro de alimento previo al procesamiento y su efecto sobre el rendimiento y calidad microbiológica de las canales.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en una caseta de ambiente natural dentro de las instalaciones del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, ubicado en la delegación Tláhuac en el Distrito Federal la cual se encuentra ubicada con Latitud Norte 19° 17' y Longitud Oeste 99° 10' a una altitud de 2, 240 msnm y una temperatura promedio anual de 24.07°⁽³⁰⁾.

Se utilizaron seiscientos pollitos de 1 día de edad mixtos de estirpe comercial Ross x Ross 308 y estos fueron alojados en 24 corrales con 25 aves cada uno seleccionadas al azar. Las aves se recibieron con cama de aserrín, agua y alimento en harina en equipo de iniciación; y a una temperatura de 33°C.

Una vez retirado el equipo de iniciación, las aves fueron alimentadas en comederos tipo tolva a razón de 12.5 aves por plato y bebederos de campana tipo Plasson; el alimento utilizado fue tipo comercial base sorgo y soya con presentación en harina con 2 etapas de alimentación para todas las aves, un alimento iniciador con 3,190 kcal EM y 21% PC (día 1 al 21), y un alimento finalizador con 3, 300 kcal EM y 18.5% PC (día 22 al 49).

Se utilizaron 8 corrales para cada uno de los siguientes programas de alimentación:

Programa A. Las aves fueron alimentadas desde la recepción hasta el sacrificio con agua y alimento *ad libitum* (PRA-A).

Programa B. A partir de los 9 días de edad y hasta el sacrificio las aves fueron alimentadas únicamente con 80% de sus requerimientos de consumo diario⁽³¹⁾ y agua a libre acceso (PRA-B).

Programa C. A partir de los 9 días de edad las aves fueron alimentadas con el siguiente programa de horas de consumo y agua al libre acceso⁽¹¹⁾ (PRA-C).

Cuadro 1. Programa de restricción alimenticia por horas de consumo

Edad semanas	Horas de consumo
1	<i>Ad libitum</i>
2	8
3	8
4	9
5	9
6	9
7	10

El alimento servido fue previamente pesado y registrado semanalmente por cada programa.

A los 49 días de edad, previo a la matanza, 15 aves seleccionadas al azar de cada corral fueron pesadas, registradas e identificadas en los tarsos. De cada programa de alimentación (A, B, C), a 2 corrales se les retiró el alimento durante 6, 12, 18 y 24 horas como se muestra en el cuadro 2. Una vez cumplido el ayuno, estas mismas aves fueron nuevamente pesadas para calcular la pérdida de peso por ayuno y colocadas en la línea de colgado para su procesamiento.

1. PARÁMETROS EVALUADOS SEMANALMENTE

1. Peso corporal de 10/25 aves al azar por réplica.
2. Mortalidad diaria total y se realizó la necropsia para determinar la causa de la muerte.

2. PARÁMETROS EVALUADOS A LOS 49 DÍAS DE EDAD

1. Peso corporal de las aves: 15 aves por réplica.
2. Ganancia diaria de peso (GDP)
3. Índice de conversión alimenticia (CA) por programa de alimentación
4. Porcentaje de mortalidad total
5. Índice de productividad (IP) donde $IP = (GDP \times Viabilidad) / CA$

3. PROCESAMIENTO DE LAS AVES

A los 48 y/o 49 días de edad, de acuerdo al cronograma, 15 aves de cada réplica fueron pesadas al momento de inicio del ayuno previo al sacrificio. A la llegada al rastro, estas mismas aves fueron nuevamente pesadas y se calculó la merma por diferencia de peso. Se contempló el tiempo empleado en la captura, embarque, transporte y espera en andén. Cuadro 3

A los 49 días de edad las aves fueron procesadas bajo condiciones comerciales. Cada pollo fue colocado en la línea de procesamiento para ser insensibilizado, mediante un aturridor eléctrico utilizando las constantes de 25 Volts, 0.2 Amperes y 400 Hertz de frecuencia. Después se realizó el corte de yugular y carótida para ser desangrado durante 1.5 minutos y fue escaldado durante 45 segundos a 53°C. Se retiró la pluma a través de una desplumadora automática y las canales fueron lavadas. Se procedió a realizar la evisceración de las canales para obtener el TGI desde el buche hasta el recto y fueron lavadas nuevamente. Se pesaron las canales sin vísceras y sin cabeza y fueron enfriadas en hielo para ser empaquetadas al alto vacío y almacenadas en refrigeración.

4. VARIABLES DE LAS AVES Y DE LAS CANALES

1. Porcentaje de pérdida de peso vivo. Las aves fueron pesadas al inicio del ayuno previo a su matanza y al momento de la matanza para calcular así su merma en el peso por diferencia.

2. Porcentaje de rendimiento de la canal eviscerada. Se calculó el porcentaje de rendimiento de la canal eviscerada respecto al peso vivo del ave en el momento de la llegada a la planta de procesamiento previo a la matanza.

3. Porcentaje de rendimiento total del ave. Se calculó el rendimiento total de cada ave a partir del peso del ave al inicio del programa de ayuno previo a la matanza en la caseta hasta canal eviscerada.

4. Contenido intestinal. De cada ave sacrificada se obtuvo el TGI desde el buche hasta el recto y fue pesado individualmente. Cada TGI fue lavado para eliminar el contenido intestinal y las vísceras fueron nuevamente pesadas vacías, esto para determinar la cantidad de contenido intestinal por diferencia y relacionarlo con la calidad microbiológica de las canales.

5. Porcentaje de peso del hígado. De cada TGI obtenido se pesó el hígado con la vesícula biliar y se calculó el porcentaje de peso respecto al peso del ave viva.

6. Porcentaje de peso del TGI. Cada TGI previamente lavado y libre del contenido intestinal fue pesado para calcular su porcentaje respecto al peso del ave.

7. Calidad microbiológica. Se determinó la calidad microbiológica de 5 canales por réplica por tratamiento, éstas se determinaron mediante un lavado de la canal. La técnica es colocar la canal eviscerada en una bolsa de plástico conteniendo 100 ml de solución buferada de fosfatos (PBS) y mediante agitación se realizó el lavado de la canal durante 1 minuto. Se sacó la canal eviscerada de la bolsa y se recuperó el PBS convirtiéndose en la muestra. Las muestras se colocaron en una hielera para transportarlas al laboratorio, donde se realizaron diluciones decuples seriadas y de cada dilución se sembró 1 ml en una microplaca de cultivo para aerobios totales y coliformes totales *RIDA® COUNT total* del laboratorio *R-Biopharm AG*. Las microplacas fueron incubadas 48 horas a 37° C y las colonias se contabilizaron.

5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento se realizó con un diseño completamente al azar, en un arreglo factorial 3 x 4: 3 sistemas de alimentación (*ad libitum*; consumo al 80% de sus requerimientos⁽³¹⁾; consumo

por horas diferido semanalmente) y 4 horarios de ayuno previo a la matanza de los pollos (6, 12, 18 y 24 horas).

Cuadro 2. Diseño experimental

	Programa	Horas de ayuno previas al sacrificio			
		6	12	18	24
A	<i>Ad libitum</i>				
B	<i>Consumo 80%</i>				
C	<i>Horas de consumo</i>				

La unidad experimental fue cada uno de los corrales con 25 aves cada uno.

Los factores son: PRA y tiempos de ayuno previo a la matanza.

Niveles de los factores: para PRA: A=*ad libitum*, B= 80% de sus requerimientos, C= horas de consumo y para Ayuno: 6, 12, 18 y 24 horas.

Tratamientos: 12 tratamientos

Repeticiones: 2 por tratamiento

Se utilizó el modelo: $x_{ij} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ij}$ donde

A= Tipos de programas de restricción

B= Horas de ayuno

AB= Tipos de programas de restricción y horas de ayuno

ε = Error

i: 3

j: 4

ij: 12

$$x = (\text{Intersección}) + PRA + Ayuno + (PRA * Ayuno) + Replica (PRA * Ayuno) + Error$$

Para los datos obtenidos a los 49 días se realizó un análisis de varianza para las variables: peso a los 49 días y ganancia diaria de peso, para cada tipo de PRA.

A los valores obtenidos de las variables: porcentaje de rendimiento total, contenido intestinal, porcentaje del peso del hígado, porcentaje del peso de las vísceras del ave se les realizó una transformación al Arco seno \sqrt{x} para obtener variables que cumplan con los supuestos de una

distribución normal y homogeneidad de varianzas para su posterior análisis. Los resultados se presentaron con los datos originales.

De 5 aves por réplica por tratamiento se les obtuvieron los valores de la calidad microbiológica y se les calculó el logaritmo base 10 para su posterior análisis.

Se realizó un análisis de varianza con arreglo factorial 3 x 4 para las variables: porcentaje de pérdida de peso vivo, porcentaje de rendimiento de la canal eviscerada, porcentaje de rendimiento total, contenido intestinal, porcentaje del peso del hígado, porcentaje del peso de las vísceras y calidad microbiológica (aerobios totales y coliformes totales).

Se realizó una prueba de hipótesis para determinar la relación lineal simple y cuadrática entre la calidad microbiológica y el tiempo de ayuno.

Se realizó una prueba de hipótesis para determinar la relación lineal simple entre la calidad microbiológica y el contenido intestinal.

Las pruebas se realizaron con el paquete estadístico *Statistical Package for the Social Sciences for Windows* (SPSS 15.0). Se fijó un nivel significancia para todas las pruebas de $\alpha=0.05$ ^(32, 33).

IV. RESULTADOS

1. Evaluación semanal de peso (g) y porcentaje de mortalidad.

Se observa que en la mayoría de las semanas (Cuadro 4, Figura 2) el PRA-A tiene valores superiores en el peso promedio de las aves respecto a los PRA- B y C.

La mortalidad acumulada (Cuadro 4) originada por la presencia del SA en el PRA-A (12.36%), fue mayor ($P<0.05$) comparada con los PRA- B (0%) y C (0.98%).

2. Variables a los 49 días de edad

2.1 Peso a los 49 días. El peso de las aves alimentadas con el PRA-A (3.04 kg) fue 13% mayor ($P<0.05$), respecto a los PRA- B (2.67 kg) y C (2.85 kg). El PRA-B tuvo el menor peso. Cuadro 5

2.2 Ganancia diaria de peso. En el PRA- A fue mayor la ganancia diaria de peso (62.16 g; $P<0.05$). El PRA- B tuvo la menor ganancia diaria de peso (54.49 g; Cuadro 5).

2.3 Índice de conversión alimenticia. Se obtuvo un mejor índice de conversión alimenticia en el PRA- B (1.77) seguido del PRA- C (1.90), y después del A (2.05; Cuadro 5).

2.4 Porcentaje de mortalidad

2.4.1 Porcentaje de mortalidad por síndrome ascítico. En el PRA- A se registró la mayor mortalidad de 12.38% ($P<0.05$). El PRA- B no registró mortalidad y el PRA-C se registró una mortalidad baja de 0.49%. Cuadro 5

2.4.2 Porcentaje de mortalidad por otras causas. Se registraron mortalidades bajas en los tres tipos de restricción A, B y C de 1.98%, 0.50% y 2.46% respectivamente. Las causas principales de estas muertes se debieron a problemas articulares de las patas y aves con impactación intestinal. Cuadro 5

2.5 Índice de productividad. Se obtuvo el mayor IP en el PRA-B (306) seguida del PRA- C (298), y después PRA- A (258). Cuadro 5

3. Parámetros en la planta de procesamiento y análisis bacteriológico

En ninguna de las variables se encontró evidencia estadística ($P>0.05$) para decir que hay interacción entre las réplicas y los PRA*ayuno.

3.1 Porcentaje de pérdida de peso vivo. El PRA-B tuvo una mayor pérdida (7.53%; $P < 0.05$) respecto a los PRA-A y C, los cuales no tuvieron diferencia significativa entre ellos ($P > 0.05$; Cuadro 6). Los resultados mostraron que hubo una mayor pérdida de peso cuanto más largo es el periodo de ayuno. El programa de 6 horas de ayuno tuvo la menor pérdida (4.72%; $P < 0.05$) respecto a los otros horarios. Los programas de ayuno entre 12 y 18 horas no mostraron diferencia significativa entre ellos (7.27% y 7.22%; $P > 0.05$) y el programa de retiro de alimento de 24 horas fue significativamente mayor (8.46%; $P < 0.05$) a los otros horarios. Cuadro 6

3.2. Porcentaje de rendimiento de la canal eviscerada. En el PRA-A tuvo un mayor rendimiento (73.40%; $P < 0.05$) respecto a los PRA- B y C, los cuales no hubo diferencias estadísticas entre ellos (72.38 y 72.66%; Cuadro 6).

En el programa de ayuno de 24 horas, el rendimiento de la canal fue mayor (73.69%; $P < 0.05$); sin embargo, no fue diferente al programa de ayuno de 6 horas (73.03%; ($P > 0.05$)). Este último no tuvo diferencia respecto al ayuno de 18 horas (72.55%). Los programas de 12 y 18 horas no tuvieron diferencias entre ellos ($P > 0.05$; Cuadro 6).

3.3 Porcentaje de rendimiento total. En el PRA- A (68.49%) no presentó diferencias en el rendimiento de la canal con el PRA-B (66.94%; $P > 0.05$), sin embargo fue mayor al PRA- C (67.78%). En el PRA- B no hubo diferencias con el PRA-C. El programa de ayuno de 6 horas fue significativamente mayor (69.58%; $P < 0.05$) al resto de los programas y no hubo diferencia significativa entre las 12, 18 y 24 horas de ayuno en el rendimiento total del ave ($P > 0.05$; Cuadro 6).

3.4 Contenido intestinal. No hubo diferencias entre los programas de restricción alimenticia ($P > 0.05$). El programa de ayuno de 12 horas fue mayor significativamente (62.80 g) al resto de los programas ($P < 0.05$), seguido por el de 6 horas (47.41 g). Los programas de 18 y 24 horas tuvieron menor contenido intestinal y no hubo diferencia entre ellos. Es importante señalar que dentro de las interacciones entre programas de restricción alimenticia y de ayuno, en las aves que fueron criadas bajo el programa de restricción C y tuvieron 12 horas de ayuno previo a la matanza, se observó mayor contenido intestinal (73.53 g), mientras que las aves de los programas de alimentación A y B tuvieron menor contenido intestinal (53.80 g y 59.07 g respectivamente) y no fueron diferentes entre ellas ($P > 0.05$). A partir de las 18 horas de ayuno no hubo diferencia en la cantidad de contenido intestinal entre los tipos de PRA ($P > 0.05$; Cuadro 6).

3.5 Porcentaje del peso del hígado. No se encontró diferencia entre programas de restricción ni entre los horas de ayuno ($P>0.05$; Cuadro 6).

3.6 Porcentaje de peso de las vísceras del ave. El porcentaje de peso de las vísceras fue menor ($P<0.05$) en el PRA- A (8.14%) respecto los PRA- B y C (8.75 y 8.56%), las cuales no tuvieron diferencias entre ellas ($P>0.05$). En el ayuno previo a la matanza, el porcentaje del peso de las vísceras fue menor a las 6 h ($P<0.05$), y no presentaron diferencias en el peso a las 12, 18 y 24 horas ($P>0.05$). No se encontró evidencia estadística de la interacción entre PRA y las horas de ayuno ($P>0.05$; Cuadro 6).

3.7 Calidad microbiológica

3.7.1 Aerobios totales UFC/ml Log₁₀. La cantidad de UFC/ml log 10 de aerobios (Cuadro 6; Figura 3) no tuvo diferencia entre los PRA ($P>0.05$). El programa de ayuno de 18 horas mostró la menor población de aerobios totales, siendo diferente ($P<0.05$) al resto de los programas de ayuno. En las interacciones (Cuadro 6) se observó que el tratamiento C-12 obtuvo una de las mayores poblaciones de aerobios totales (14.55 UFC), y fue diferente ($P<0.05$) únicamente con los tratamientos PRA- A18 (13.20 UFC) y C18 (12.93 UFC). Las poblaciones con ayuno de 18 horas mostraron las menores poblaciones de aerobios totales (PRA- A18: 13.20 UFC; PRA-B18: 13.54 UFC; PRA-C18: 12.93 UFC) sin embargo este programa de ayuno no es diferente al resto de tratamientos ($P>0.05$).

3.7.2 Coliformes totales UFC/ml Log₁₀. La cantidad de UFC/ml log 10 de coliformes (Cuadro 6) no mostraron diferencia entre los PRA ($P>0.05$). El programa de ayuno de 18 horas mostró las menores poblaciones de coliformes totales (12.42 UFC), siendo estadísticamente ($P<0.05$) diferentes al programa de 6 horas (13.23 UFC) y 24 horas de ayuno (13.56 UFC), pero no para el de 12 horas (12.56 UFC).

Es importante mencionar que los programas de ayuno de 6 y 24 horas (Cuadro 6; Figura 3) mostraron los resultados más altos en cuanto a poblaciones de coliformes. Mientras que el programa de ayuno de 18 horas mostró los menores resultados de poblaciones de coliformes, para los tres programas de restricción, sin embargo no existió diferencia estadística significativa con respecto a los otros tratamientos ($P>0.05$).

4. Análisis de regresión lineal simple para el análisis bacteriológico y las horas de ayuno

4.1 Aerobios totales UFC/ml Log10. No se encontró evidencia estadística (P=0.654) de una relación lineal entre los aerobios totales y las horas de ayuno.

4.2 Coliformes totales UFC/ml Log10. Se observó una relación lineal simple (P<0.05) entre las cuentas de coliformes totales y las horas de ayuno a partir de las 12 y hasta las 24 horas.

Figura 4

$$Y = b_0 + (b_1 * X)$$

$$Y = 11.36 + (0.496 * X)$$

b₀ = Una canal que no tuvo ayuno tendrá 11.36 coliformes x anti log10/ ml de muestra.

b₁ = Los coliformes totales aumentarán en promedio 0.496 x anti log10/ ml de muestra por cada hora de ayuno.

4.2.1 Coeficiente de Determinación $R^2 = 0.136$

El porcentaje de variabilidad total en las canales que es explicada por la relación lineal simple entre las canales y las horas de ayuno es de 13.6%.

4.2.2 Correlación de Pearson (ρ)

Existe una asociación positiva 0.368 entre los coliformes totales y las horas de ayuno a partir de 12 horas (P<0.05).

5. Análisis de regresión lineal simple para el análisis bacteriológico y el contenido intestinal

5.1 Aerobios totales UFC/ml Log10. No se encontró evidencia estadística (P=0.490) de relación lineal simple entre los aerobios totales y el contenido intestinal.

5.2 Coliformes totales UFC/ml Log10. No se encontró evidencia estadística (P=0.231) de relación lineal simple entre los coliformes totales y el contenido intestinal.

6. Análisis de regresión lineal cuadrática para el análisis bacteriológico y las horas de ayuno

4.1 Aerobios totales UFC/ml Log10. No se encontró evidencia estadística (P=0.071) de relación lineal cuadrática entre los aerobios totales y las horas de ayuno.

4.2 Coliformes totales UFC/ml Log10. Se encontró evidencia estadística (P<0.05) de una relación lineal cuadrática entre los coliformes totales y las horas de ayuno. Figura 4

$$Y = b_0 + (b_1 * X + b_2 X^2)$$

$$Y = 15.001 + (-2.177 * X + 0.452 X^2)$$

4.2.1 Coeficiente de determinación $R^2 = 0.174$

El porcentaje de variabilidad total en las canales que es explicada por la relación lineal cuadrática entre las canales y las horas de ayuno es de 17.4%.

4.2.2 Correlación de Pearson (ρ)

Existe una asociación positiva 0.084 entre los coliformes totales y las horas de ayuno a partir de 12 horas ($P < 0.05$).

V. DISCUSIÓN

El presente estudio se llevó a cabo para determinar el efecto de los PRA utilizados durante la crianza del pollo sobre los programas de retiro de alimento previo al procesamiento y su efecto sobre el rendimiento, la calidad de canal y determinar el tiempo óptimo de ayuno previo al sacrificio. En las aves con el PRA- A (*ad libitum*) se registró un mayor porcentaje de mortalidad, siendo que en las aves con PRA- B (80% de sus requerimientos) y C (horas de consumo) la mortalidad fue baja o nula, esto nos dice que los PRA implementados tienen efectos positivos para el control del Síndrome ascítico y coincide con lo encontrado por otros autores ^(1, 2, 4, 8, 12, 19). Sin embargo, aunque el peso promedio en estas aves fue menor, estas parvadas fueron más productivas al mejorar los parámetros productivos de viabilidad, índice de conversión alimenticia y kg de carne por m².

Un periodo prolongado sin alimento y sin agua causa una pérdida de peso vivo y de rendimiento de la canal, la pérdida puede variar por las condiciones de transporte, temperatura y ventilación. Cuando la temperatura y la humedad son muy elevadas, se perderá más humedad por evaporación durante el jadeo ⁽²⁰⁾. El rendimiento en canal que tienen las aves desde que llegan al rastro fue mayor a las 24 horas de ayuno, debido a que el TGI se encuentra con menor contenido intestinal, en este no hubo diferencias estadísticas con 18 horas de ayuno. A pesar de que podría pensarse que el menor rendimiento en canal sería para el tratamiento de 6 horas de ayuno, esto no se aplica al presente experimento y puede explicarse debido a que este período de retiro de alimento mostró la menor pérdida de peso; y de acuerdo con lo encontrado por Van der Wal, esta pérdida de peso, es debida al vaciado del contenido del TGI dentro de las primeras 6 horas de ayuno ⁽³⁴⁾. Sin embargo, el rendimiento de las aves en canal desde que inicia el ayuno previo a la matanza hasta su procesamiento como canal eviscerada, únicamente por el factor horas de ayuno, no mostró diferencia a las 12 y 18 horas. Cuando se presentan los factores combinados de los programas de restricción y las horas de ayuno, se observa que las aves a las 18 y 24 horas no muestran diferencias, sin embargo las aves alimentadas *ad libitum* presentan mayor rendimiento de la canal a las 12 horas.

Con respecto al contenido intestinal por programas de 18 y 24 horas de ayuno muestran los resultados esperados de un mayor vaciamiento del TGI. Las aves que se ayunaron por 12 horas y que habían tenido alimentación *ad libitum* (PRA- A) y las aves que habían sido alimentadas únicamente al 80% de sus requerimientos (PRA- B), mostraron el menor contenido

intestinal, mientras que las aves con el programa de restricción alimenticia por horas de consumo (PRA- C) retuvieron mayor contenido intestinal, lo que puede sugerir que los patrones de vaciamiento del TGI se modifican cuando las aves son criadas bajo PRA, esto es por que la cantidad de alimento encontrado en las aves alimentadas al 80% de sus requerimientos representa el 78.2% de lo encontrado en las aves con el programa de horas de consumo (PRA-C), asumiendo que su digestión es similar en cuanto a tiempo a las aves criadas con un programa de alimentación de horas de consumo. La digestión en las aves sin restricciones es más rápida que las aves que son criadas bajo algún programa de restricción alimenticia. Entre 18 y 24 horas de ayuno no hubo diferencias estadísticas en la cantidad de contenido intestinal lo que sugiere que el TGI continua vaciándose, pero no hay diferencias en su cantidad.

Es importante recordar que los actuales programas de retiro de alimento son entre 8 y 12 horas, razón por la cual se puede observar aves con mayor contenido intestinal del esperado en parvadas sometidas a PRA. Este patrón se repitió en el caso de programas de ayuno de 24 horas, sin embargo no se observó diferencia significativa entre los programas de alimentación.

El porcentaje de peso que representan las vísceras respecto al peso de la canal es mayor a las 18 y 24 horas, debido a que en el músculo y en el hígado se almacena una pequeña cantidad de carbohidratos en forma de glucógeno para la exportación y mantenimiento de la glucosa en sangre entre períodos de alimentación; pero no se almacena proteína. Siendo así que en el ayuno prolongado se degrada la proteína estructural y esto comienza a suceder a partir de las 8 horas después del ayuno y la pérdida de peso vivo es notoria entre las 12 y 18 horas ⁽³⁵⁾ ya que el glucógeno hepático queda completamente disminuido; además los músculos trabajan menos ^(36, 37).

El uso de conteos de aerobios totales ha sido recomendado como una herramienta para el control de la calidad de productos de origen animal y un conteo alto de mesófilos indica una inadecuada sanitización, malas prácticas higiénicas de manufactura o una inadecuada temperatura de almacenaje del producto ^(38, 39). En la calidad microbiológica de la canal no existen diferencias entre los diferentes PRA, sin embargo si hay diferencias entre las horas de ayuno. Esto es que a las 18 horas de ayuno se encontró la menor cantidad de enterobacterias y coliformes totales. A las 6 horas de ayuno, los intestinos tienen mayor cantidad de alimento y son más largos y redondos ⁽⁴⁰⁾ por lo tanto su distensión es mayor que a las 18 hr, teniendo así una disminución en la resistencia de las paredes intestinales y las rupturas de los intestinos pueden suceder fácilmente al

momento de eviscerar exponiendo el contenido que puede contaminar la canal ^(27, 40). A las 24 horas, las bacterias incrementan su cantidad en la canal, debido a que los intestinos al tener poca cantidad de contenido y mayor cantidad de horas sin alimento, estos se vuelvan más frágiles por la fermentación que se lleva a cabo en periodos de ayuno prolongados. Los intestinos se distienden presentándose también mayores rupturas de vísceras que contaminan las canales y el ambiente ^(20, 38).

La evisceración de las canales tiende a contaminar ciertas partes de la canal más que otras, sin embargo, el lavado antes o después de la operación distribuye las bacterias de un sitio localizado a todas las partes de la canal así como también entre canales ⁽⁴¹⁾, además de que se incrementan los conteos bacterianos cuando se utiliza el enfriamiento por inmersión.

Los resultados obtenidos muestran evidencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) de una relación lineal simple entre los coliformes totales y las horas de ayuno a partir de las 12 y hasta las 24 horas. Esto concuerda con lo encontrado por Hinton en el año 2000 ⁽²⁶⁾ donde no hubo diferencias en el número de enterobacterias antes de 12 horas de ayuno y aumenta con ayunos muy prolongados. Sin embargo también se encontró evidencia estadística ($P < 0.05$) de una relación lineal cuadrática entre los coliformes totales y las horas de ayuno.

VI. CONCLUSIONES

El uso de programas de restricción alimenticia durante la crianza de las aves son una alternativa eficaz para controlar la mortalidad originada por el Síndrome ascítico además se mejora la productividad de la parvada.

Algunos de los resultados obtenidos en el presente experimento sugieren que existe una modificación en el patrón de vaciamiento del TGI cuando se utilizaron los PRA ya que el programa *ad libitum* (A) mostró el menor contenido intestinal, mientras que el programa de restricción alimenticia con horas de consumo (PRA- C) retuvo un mayor contenido intestinal a las 12 horas de ayuno, razón por la cual sería recomendable que las empresas que aplican PRA durante la crianza de las aves, ampliaran sus actuales programas de retiro de alimento previos a la matanza a 18 horas; además entre 12 y 18 horas de ayuno no hay diferencia en la pérdida de peso vivo, ni en el rendimiento de la canal. Respecto a la calidad microbiológica de las canales, esta no se ve afectada por el uso de PRA, sin embargo las horas de ayuno si repercuten en esta, siendo las 18 horas de ayuno donde se encontró una mejor calidad microbiológica de las canales.

Se sugiere que las empresas verifiquen continuamente la presencia de alimento en el TGI al momento que las aves son evisceradas, ya que como mencionamos existen diversos factores además de los programas de restricción que pueden afectar la velocidad de tránsito del alimento en el intestino, todo esto en conjunto con la calidad microbiológica de las canales y del equipo para establecer horarios de ayuno, de captura, de tránsito y de matanza de las parvadas.

VII. LITERATURA CITADA

1. Arce MJ, López CC, Ávila GE. Restricción de alimento al día de edad en pollos de engorda para el control del Síndrome ascítico. Memorias de XVII Convención Anual ANECA; 1992 abril-mayo 29-02; Puerto Vallarta (Jalisco) México: Asociación Nacional de Especialistas de Ciencias Avícolas, 1992:27-30.
2. Téllez IG, Galván JM., Fuentes MJ, Paasch ML. Experiencia de campo en el control del Síndrome ascítico en pollo de engorda explotados a 2,600 msnm. Memorias de XIV Convención Anual ANECA “La Ciencia a nuestro alcance”; 1989 abril 26-29; Puerto Vallarta (Jalisco) México: Asociación Nacional de Especialistas de Ciencias Avícolas, 1992: 220-224.
3. Camacho FD. Evaluación de diferentes programas de alimentación empleados en la reducción del síndrome ascítico en pollos de engorda y su efecto sobre la composición corporal. (Tesis de Maestría en Ciencias Veterinarias). México (DF) México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM, 1995.
4. Moreno CL. Evaluación del crecimiento compensatorio en pollo de engorda utilizando diferentes programas de restricción alimenticia para el control del Síndrome ascítico. (Tesis de Licenciatura). México (DF) México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM, 1991.
5. Gous RM. Nutritional limitations on growth and development in poultry. *Livestock Sci.* 2010; 130: 25-32.
6. Ingalls HF, Ortiz MA. Relación mortalidad-rentabilidad en la producción de carne de pollo. Memorias de XXXII Convención Anual ANECA; 2007; Acapulco (Guerrero) México: Asociación Nacional de Especialistas de Ciencias Avícolas.
7. Rajman M, Juráni M, Lamosová D, Mácajová M, Sedlacková M, Kost’ál L, Jezová D, Výboh P. The effects of feed restriction on plasma biochemistry in growing meat type chickens (*Gallus gallus*). *Comp Biochem and Physiol Part A.* 2006; 145: 363-371.
8. Viliesid AF, Nivón BC. Sobre la composición de los pigmentos naturales de uso avícola. Memorias de la XV Convención Nacional ANECA; 1991; Cancún (Quintana Roo), México: Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas, 1991:119-128.
9. Castellanos GF, Berger MM. Modulación temprana del peso corporal para el control del Síndrome ascítico en pollo de engorda. Memorias de XVII Convención Anual ANECA.

- 1992 abril-mayo 29-02; Puerto Vallarta (Jalisco) México: Asociación Nacional de Especialistas de Ciencias Avícolas, 1992:47-50.
10. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Producción Animal: Aves. Zootecnia Avícola. Primera edición. México 2009.
 11. Cortés CA. El efecto del *Bacillus toyoi* sobre el comportamiento productivo en pollos de engorda y composición de la canal. (Tesis de Maestría en Producción Animal) México (DF) México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM, 2008.
 12. López CC. Bases para establecer programas de prevención del Síndrome ascítico en México. III Seminario Internacional de Patología Aviar; 1994 junio; Athens (Georgia) EUA. EUA 1994: 613-652.
 13. Berger MM. La restricción alimenticia y el control del Síndrome ascítico en pollo de engorda. Memorias de II Jornada Médico Avícola. DPA: Aves; 1991 agosto; México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM, 1991: 405-415.
 14. Arce-Menocal J, Ávila-González E, López-Coello C, Garibay-Torres L, Martínez-Lemus LA. Body weight, feed-particle size, and ascites incidence revisited. J. Appl Poult Res. 2009; 18: 465-471.
 15. Mc Govern RH, Feddes JJR, Robinson FE, Hanson JA. Growth, carcass characteristics, and incidence of ascites in broilers exposed to environmental fluctuations and oiled litter. Poult Sci. 2000; 79: 324-330.
 16. Wideman Jr RF, Eanes ML, Hamal KR, Anthony NB. Pulmonary vascular pressure profiles in broilers selected for susceptibility to pulmonary hypertension syndrome: age and gender comparisons. Poult Sci. 2010; 89: 9: 1815-1824.
 17. Saif YM. Diseases of poultry. 12th ed. Ames, Iowa: Blackwell, 2008.
 18. <http://www.una.org.mx/> Indicadores económicos. Estados productores de pollo 2010.
 19. Feddes JJR, Emmanuel EJ, Zuidhof MJ. Broiler performance, body weight variance, feed and water intake, and carcass quality at different stocking densities. Poult Sci. 2002; 81: 774-779.
 20. Richardson RI, Mead GC. Ciencia de la carne de ave. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 2001.

21. Ávila-González E. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. Alimentación de las aves. Editorial Trillas. México 1997.
22. Rodgers NJ, Choct M, Hetland H, Sundby F, Svihus B. Extent and method of grinding of sorghum prior to inclusion in complete pelleted broiler chicken diets affects broiler gut development and performance. *Anim Feed Sci Technol.* 2012; 171: 60-67.
23. Jiménez-Moreno E, González-Alvarado JM, de Coca-Sinova A, Lázaro R, Mateos GG. Effects of source of fibre on the development and pH of gastrointestinal tract of broilers. *Anim Feed Sci Technol.* 2009; 154: 93-101.
24. Pérez LO, Juárez ZA, González AMJ, Cadena MJA. Determinación del tiempo óptimo de retiro de alimento previo al sacrificio de pollos de engorda en condiciones comerciales. *Memorias de XIII Congreso bienal AMENA "Dr. José Alberto Rivera Brechu"; 2007 octubre 23-26; Veracruz (Veracruz) México: Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal.* 2007:123-124.
25. Kannan G, Heath JL, Wabeck CJ, Souza MCP, Howe JC, Mench JA. Effects of crating and transport on stress and meat quality characteristics in broilers. *Poult Sci.* 1997; 76: 523-529.
26. Hinton A, Buhr RJ, Ingram KD. Physical, chemical, and microbiological changes in the ceca of broiler chickens subjected to incremental feed withdrawal. *Poult Sci.* 2000; 79: 483-488.
27. Northcutt JK, Savage SJ, Vest LR. Relationship between feed withdrawal and viscera condition of broilers. *Poult Sci.* 1997; 76: 410-414.
28. James C, Vincent C, de Andrade-Lima TI, James SJ. The primary chilling of poultry carcasses. A review. *Int J. Refrig.* 2006; 29: 847-862.
29. Hue O *et al.* *Campylobacter* contamination of broiler caeca and carcasses at the slaughterhouse and correlation with *Salmonella* contamination. *Food Microbiol.* 2011; 28: 862-868.
30. Anuario Estadístico DF. Edición 2007. INEGI. Ciudad de México. Gobierno del Distrito Federal. México 2007.
31. 308 Broiler Performance Objectives. Ross. June 2007.
32. Ducoing WA. Introducción a la Estadística. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Primera edición 2009.

33. Wayne WD. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Cuarta Edición. Ed. Limusa Wiley. México 2010.
34. Van der Wal PG, Reimert HGM, Goedhart HA, Engel B, Uijtenboogaart TG. The effect of feed withdrawal on broilers blood glucose and non esterified fatty acid levels, postmortem liver pH values, and carcass yield. *Poult Sci.* 1999; 78: 569-573.
35. Thompson KL, Applegate TJ. Feed withdrawal alters small-intestinal morphology and mucus of broilers. *Poult Sci.* 2006; 85: 1535-1540.
36. Harper. Bioquímica Ilustrada. Editorial El Manual Moderno. México, D.F.- Bogotá, D.C. 16^{ava} edición en español. Año: 2007.
37. Mayes PA y Bander DA. Metabolismo del glucógeno. Capítulo 18 en: Lamb JF, Ingram CG, Johnston IA, Pitman RM. editores. *Fundamentos de Fisiología*. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. Año 1988: 162-171.
38. Whyte P., McGill K., Monahan C., Collins JD. The effect of sampling time on the levels of micro-organisms recovered from broiler carcasses in a commercial slaughter plant. *Food Microbiol.* 2004; 21:59-65.
39. Álvarez-Astorga M., Capita R., Alonso-Calleja C., Moreno B., García-Fernández M. Microbiological quality of retail chicken by-products in Spain. *Meat Sci.* 2002; 62: 45-50.
40. Trampel DW, Sell JL, Ahn DU, Sebranek JG. Preharvest feed withdrawal affects liver lipid and liver color in broiler chickens. *Poult Sci.* 2005; 84: 137-142.
41. Gill CO, Badoni M. Recovery of bacteria from poultry carcasses by rinsing, swabbing or excision of skin. *Food Microbiol.* 2005; 22: 101-107.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue desarrollado con recursos económicos del Subproyecto diagnóstico de la calidad de la canal y la carne fresca de pollos de engorde en México, el cual pertenece al macroproyecto número 2009-109127 del Fondo Sectorial de Investigación en Materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agro biotecnología y Recursos Fitogenéticos, titulado “Indicadores de calidad en la cadena de producción de carne fresca en México”

VIII. ANEXOS

CUADROS DE RESULTADOS

Cuadro 3. Cronograma del ayuno y matanza de las aves

Edad/ Ayuno	48 días											49 días								
24h	Comida			Ayuno											Matanza					
18h	Comida				Ayuno											Matanza				
12h	Comida						Ayuno											Matanza		
6h	Comida											Ayuno			Matanza					
Horas	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19

Cuadro 4. Peso (kg) y porcentaje de mortalidad semanal por programa de restricción alimenticia

PARA	A			B			C		
Edad Semanas	Peso (kg)	Mort Sem (%)		Peso (kg)	Mort Sem (%)		Peso (kg)	Mort Sem (%)	
		SA	Otras [†]		SA	Otras [†]		SA	Otras [†]
1 día	0.043 ± 0.003	0	0	0.043 ± 0.003	0	0	0.043 ± 0.003	0	0
1	0.145 ± 0.016	0	0	0.144 ± 0.015	0	0	0.146 ± 0.017	0	0
2	0.371 ± 0.039	0.99	0	0.348 ± 0.038	0	0	0.320 ± 0.032	0.49	0.98
3	0.753 ± 0.080	3.46	0	0.647 ± 0.064	0	0	0.609 ± 0.061	0.49	0.98
4	1.25 ± 0.182	3.96	0.99	1.07 ± 0.104	0	0.5	1.07 ± 0.109	0	0.49
5	1.85 ± 0.209	1.98	0.49	1.58 ± 0.155	0	0	1.60 ± 0.243	0	0
6	2.42 ± 0.361	1.48	0.49	2.11 ± 0.229	0	0	2.26 ± 0.264	0	0
7	3.04 ^c ± 0.348	0.49	0	2.67 ^a ± 0.294	0	0	2.85 ^b ± 0.321	0	0
Total		12.36^b	1.97		0.00^a	0.5		0.98^a	2.45
Acumulado		14.33			0.5			3.43	

*Las diferentes literales en el mismo renglón indican diferencia estadística significativa. (P<0.05).

† Problemas articulares en las patas, selección, impactación intestinal.

PRA: Programa de restricción alimenticia

SA: Síndrome ascítico

Cuadro 5. Parámetros productivos a 49 días de edad

PRA	PRA+ Ayuno- Réplica	Peso (kg)	Coef. Var	Unifor (%)	CA	*GDP	Mort SA (%)	Mort Otras (%)	Mort Acum (%)	IP
A										
	A6-1	3.15 ^a ± 0.369	11.71	88.29	2.11	64.33 ^a	12	0	12	268
	A6-2	3.00 ^a ± 0.208	6.95	93.05	2.11	61.33 ^a	24	4	28	209
	A12-1	2.91 ^a ± 0.320	11.03	88.97	2.11	59.31 ^a	40	4	44	157
	A12-2	3.14 ^a ± 0.418	13.31	86.69	2.11	64.13 ^a	0	0	0	304
	A18-1	3.07 ^a ± 0.339	11.05	88.95	2	62.71 ^a	0	8	8	288
	A18-2	2.96 ^a ± 0.350	11.83	88.17	2	60.41 ^a	11.54	0	15.38	256
	A24-1	3.07 ^a ± 0.283	9.23	90.77	2	62.67 ^a	4	0	4	301
	A24-2	3.06 ^a ± 0.446	14.60	85.40	2	62.45 ^a	7.69	0	7.69	288
B										
	B6-1	2.86 ^{bc} ± 0.277	9.68	90.32	1.67	58.37 ^{bc}	0	0	0	350
	B6-2	2.89 ^c ± 0.262	9.08	90.92	1.67	59.02 ^c	0	0	0	353
	B12-1	2.49 ^a ± 0.244	9.81	90.19	1.67	50.87 ^a	0	0	0	305
	B12-2	2.72 ^{abc} ± 0.223	8.21	91.79	1.67	55.65 ^{abc}	0	0	0	333
	B18-1	2.56 ^{ab} ± 0.293	11.48	88.52	1.88	52.26 ^{ab}	0	0	0	278
	B18-2	2.62 ^{abc} ± 0.261	9.99	90.01	1.88	53.44 ^{abc}	0	0	0	284
	B24-1	2.61 ^{abc} ± 0.301	11.56	88.44	1.88	53.31 ^{abc}	0	0	0	284
	B24-2	2.59 ^{abc} ± 0.284	10.95	89.05	1.88	53.01 ^{abc}	0	4.17	4.17	270
C										
	C6-1	2.79 ^a ± 0.388	13.89	86.11	1.85	57.05 ^a	0	0	0	308
	C6-2	2.98 ^a ± 0.318	10.69	89.31	1.85	60.89 ^a	0	0	0	329
	C12-1	2.87 ^a ± 0.353	12.30	87.70	1.85	58.67 ^a	0	0	0	317
	C12-2	2.96 ^a ± 0.304	10.25	89.75	1.85	60.54 ^a	0	0	0	327
	C18-1	2.73 ^a ± 0.273	10.02	89.98	1.95	55.74 ^a	0	0	0	286
	C18-2	2.85 ^a ± 0.208	7.28	92.72	1.95	58.27 ^a	4	4	8	275
	C24-1	2.94 ^a ± 0.240	8.16	91.84	1.95	60.06 ^a	0	11.54	11.54	272
	C24-2	2.70 ^a ± 0.383	14.19	85.81	1.95	55.14 ^a	0	4	4	271
*Resumen PRA										
	A	3.04 ^c ± 0.348	11.42	88.57	2.05	62.16 ^c	12.3 ^b	1.97	14.36	250
	B	2.67 ^a ± 0.294	11.02	88.98	1.77	54.49 ^a	0 ^a	0.50	0.50	306
	C	2.85 ^b ± 0.321	11.24	88.75	1.90	58.29 ^b	0.98 ^a	2.46	3.43	296

*Las diferentes literales en la misma columna indican diferencia estadística significativa. (P<0.05).

PRA: Programa de restricción alimenticia

CA: Conversión alimenticia

GDP: Ganancia diaria de peso

SA: Síndrome ascítico

Cuadro 6. Parámetros en la planta de procesamiento y análisis bacteriológico

	Pérdida peso vivo		Rendimiento canal evisc		Rendimiento total [†]		Contenido intestinal		Peso hígado		Peso vísceras		Aerobios totales		Coliformes totales	
	----- % -----		----- % -----		----- % -----		----- g -----		----- g -----		----- g -----		----- UFC log ₁₀ /ml -----		----- UFC log ₁₀ /ml -----	
Programa de restricción alimenticia*																
A	6.67 ^a	±2.19	73.40 ^b	±2.32	68.49 ^b	±2.31	39.23	±20.14	18.57	±2.34	8.14 ^a	±1.00	13.87	±0.94	13.03	±1.09
B	7.53 ^b	±2.27	72.38 ^a	±2.51	66.94 ^{ab}	±2.96	43.20	±23.70	18.46	±1.88	8.75 ^b	±0.78	13.71	±0.96	12.90	±1.06
C	6.56 ^a	±2.14	72.66 ^a	±3.23	67.78 ^a	±3.00	43.93	±27.51	18.36	±1.85	8.56 ^b	±0.90	13.74	±0.96	12.90	±1.19
Horas de ayuno*																
6	4.72 ^x	±1.49	73.03 ^{yz}	±1.91	69.58 ^y	±1.97	47.41 ^y	±17.81	18.54	±2.27	8.19 ^x	±1.14	13.91 ^y	±0.92	13.23 ^{yz}	±1.09
12	7.27 ^y	±2.37	71.86 ^x	±3.72	66.62 ^x	±3.66	62.80 ^z	±26.57	18.80	±2.05	8.51 ^{xy}	±0.94	13.93 ^y	±1.04	12.56 ^{xy}	±0.93
18	7.22 ^y	±1.58	72.55 ^{xy}	±2.97	67.30 ^x	±2.74	31.62 ^x	±16.08	18.35	±1.90	8.67 ^y	±0.80	13.23 ^x	±0.79	12.42 ^x	±1.00
24	8.46 ^z	±1.55	73.69 ^z	±1.52	67.45 ^x	±1.65	26.64 ^x	±10.80	18.14	±1.86	8.55 ^y	±0.73	14.03 ^y	±0.85	13.56 ^z	±1.04
Interacciones PRA y horas de ayuno*																
A-6	5.14 ^{def}	±1.95	73.99 ^{gh}	±1.84	70.18 ^b	±2.06	47.67 ^{ef}	±17.74	18.88 ^{de}	±2.74	7.90	±1.60	13.82 ^{de}	±1.13	12.77 ^{de}	±0.69
B-6	4.70 ^{de}	±1.95	72.31 ^{efg}	±1.97	68.9 ^{fgh}	±1.95	49.60 ^{ef}	±21.24	18.77 ^{de}	±2.11	8.40	±0.84	14.18 ^{de}	±1.01	13.60 ^{de}	±1.22
C-6	4.32 ^d	±1.28	72.81 ^{efgh}	±1.56	69.7 ^{gh}	±1.73	44.9 ^{efg}	±14.01	17.96 ^{de}	±1.83	8.26	±0.78	13.73 ^{de}	±0.56	13.33 ^{de}	±1.21
A-12	6.27 ^{fg}	±1.21	73.73 ^{fgh}	±1.80	69.1 ^{fgh}	±1.80	53.80 ^e	±23.14	18.24 ^{de}	±1.84	7.97	±0.60	13.90 ^{de}	±0.75	12.81 ^{de}	±0.87
B-12	9.48 ^k	±1.35	71.65 ^{def}	±1.96	64.60 ^d	±1.91	59.07 ^e	±25.90	19.20 ^c	±1.74	8.95	±0.64	13.34 ^{de}	±0.95	12.23 ^d	±0.86
C-12	5.69 ^{ef}	±1.88	70.18 ^d	±5.37	66.16 ^{de}	±4.85	75.53 ^d	±32.14	18.97 ^{de}	±2.43	8.61	±1.20	14.55 ^e	±1.10	12.66 ^d	±1.05
A-18	5.73 ^{ef}	±1.13	71.15 ^{de}	±2.53	67.07 ^{ef}	±2.49	30.93 ^{gh}	±11.75	18.54 ^{de}	±2.45	8.41	±0.72	13.20 ^d	±0.36	12.31 ^d	±0.67
B-18	7.26 ^{gh}	±1.05	72.78 ^{efgh}	±3.91	67.50 ^{ef}	±3.86	36.3 ^{fgh}	±21.27	18.36 ^{de}	±1.72	8.88	±0.83	13.54 ^{de}	±1.08	12.61 ^d	±0.79
C-18	8.68 ^{ij}	±0.87	73.71 ^{fgh}	±1.37	67.31 ^{ef}	±1.36	27.60 ^h	±12.77	18.16 ^{de}	±1.45	8.73	±0.79	12.93 ^d	±0.72	12.34 ^d	±1.44
A-24	9.55 ^{jk}	±1.04	74.73 ^h	±1.28	67.6 ^{efg}	±1.39	24.53 ^h	±9.40	18.60 ^{de}	±2.32	8.26	±0.69	14.57 ^e	±0.93	14.23 ^e	±1.08
B-24	8.31 ^{hi}	±1.64	72.79 ^{efgh}	±1.43	66.74 ^c	±1.88	27.80 ^h	±11.60	17.49 ^d	±1.57	8.75	±0.71	13.77 ^{de}	±0.67	13.16 ^{de}	±0.93
C-24	7.52 ^h	±1.19	73.54 ^{fgh}	±1.18	68.0 ^{efgh}	±1.43	27.60 ^h	±11.30	18.34 ^{de}	±1.43	8.65	±0.74	13.74 ^{de}	±0.73	13.28 ^{de}	±0.83

*Las diferentes literales en la misma columna indican diferencia estadística significativa (P<0.05)

[†] Rendimiento del ave desde la caseta a canal sin eviscerar

PRA: Programa de restricción alimenticia

SA: Síndrome ascítico

FIGURAS

Figura 2. Pesos promedio semanales por tipo de programa de restricción alimenticia

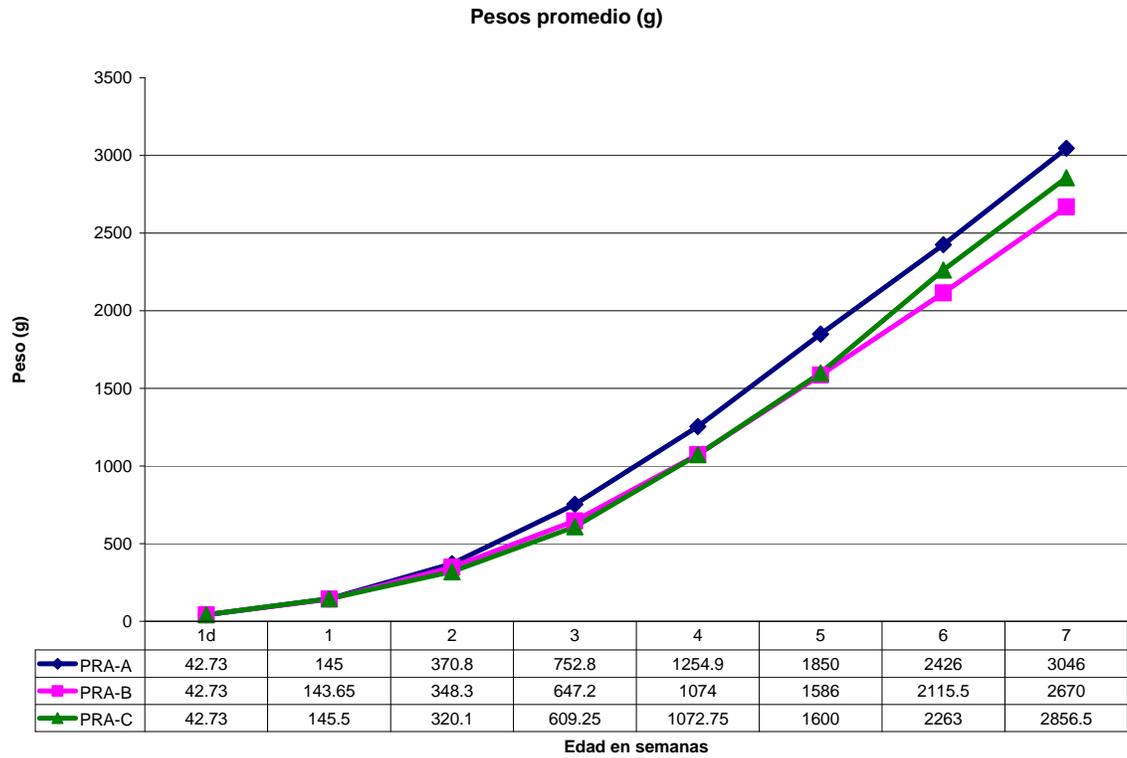


Figura 3. Análisis bacteriológico de las canales por horas de ayuno previo a la matanza

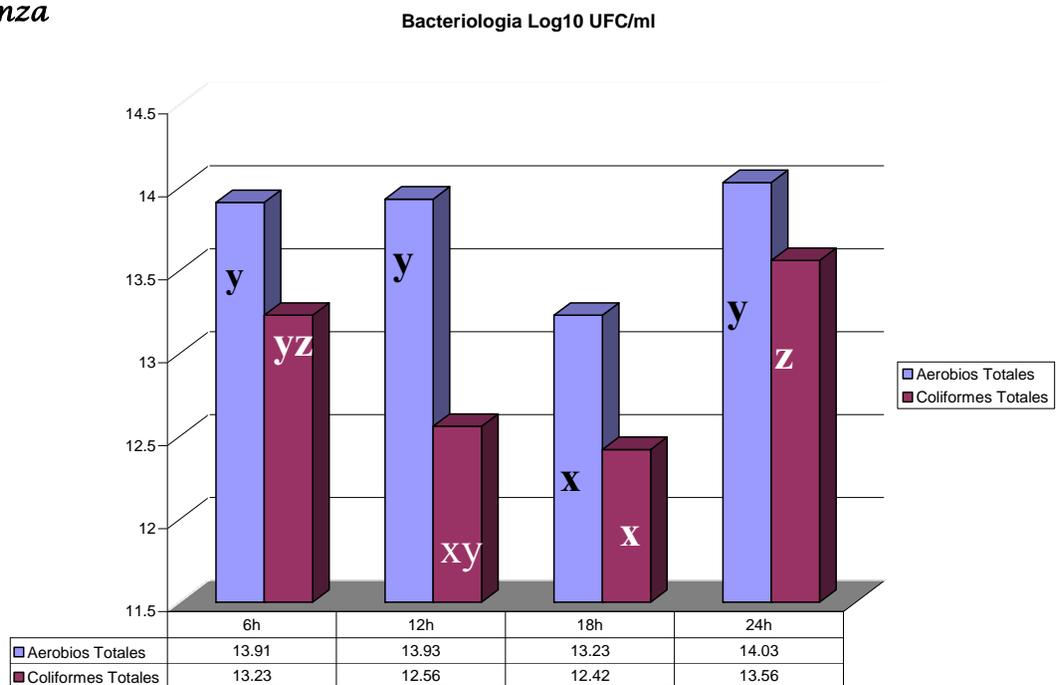
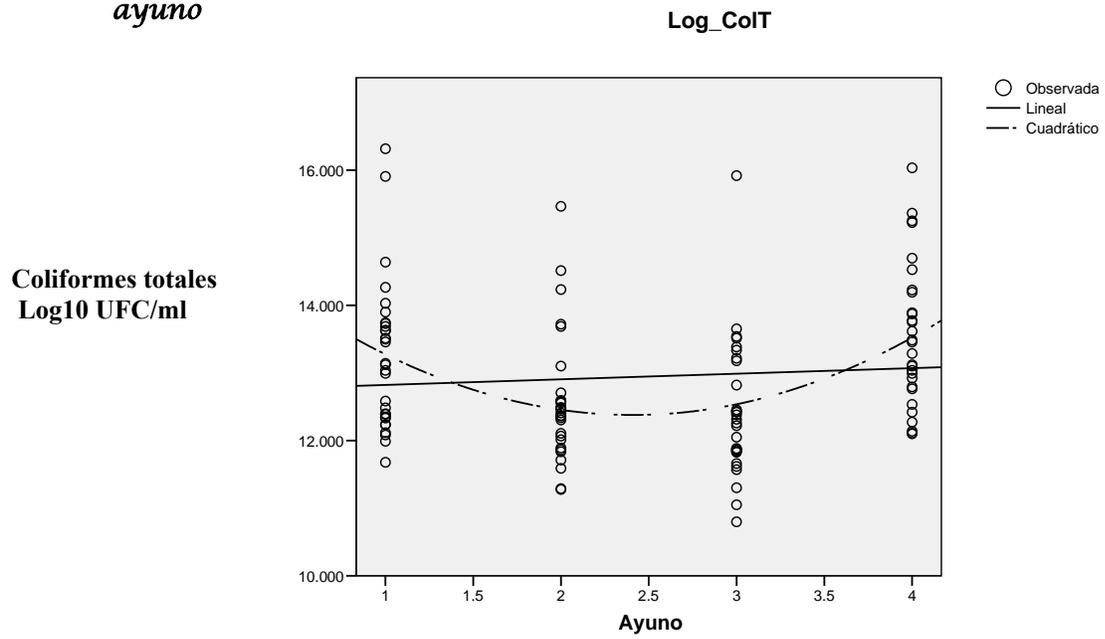


Figura 4. Relación lineal y lineal cuadrática entre coliformes totales y horas de ayuno



- 1: 6 horas de
- 2: 12 horas de ayuno
- 3: 18 horas de ayuno
- 4: 24 horas de ayuno