



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN DE 4 PERÍODOS DE AYUNO PREVIO
AL PROCESAMIENTO DE POLLO DE ENGORDA
SOMETIDO A PROGRAMAS DE RESTRICCIÓN
ALIMENTICIA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A:

JAZMÍN GARCÍA ROBLEDO

ASESORA:

MVZ PhD MARÍA DEL PILAR CASTAÑEDA SERRANO



Ciudad Universitaria, CD. MX., 2017



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.

DEDICATORIA

A las personas que han caminado conmigo durante toda mi vida o parte de ella, sin quiénes simplemente no sería nadie, a mi familia.

A mi hijo, Maximiliano

No existe mayor motivación en mi vida que saber que tengo el mejor regalo que el universo podría haberme dado, tú. Ninguna decisión hubiera sido la misma si no te tuviera conmigo; gracias hijo por ser la razón de mi vida y las ganas de ser mejor cada día por ti, por mí, por nuestra familia.

A mi esposo, Julio

Por la maravillosa persona que eres, por ser para mí un amigo, un confidente y mi compañero de vida. Este trabajo no hubiera sido posible sin ti, cada página lleva parte tuya. Sin tus ánimos y apoyo incondicional, no habría logrado nada. Gracias amor por tu ayuda ante cualquier situación, por los regaños, consejos, paciencia y conocimientos compartidos. Es un orgullo recorrer el camino de la vida a tu lado. Gracias totales.

A mi madre, Alma

Por darme la vida y ser la mujer más maravillosa que existe en ella, por saberme decir las palabras correctas en el momento indicado. Porque sin tu amor, tu apoyo y tu perseverancia para hacer de mí una buena persona, no sería nadie. Esto es por lo que hemos trabajado arduamente mamá. La vida no me alcanzará para agradecerte.

A mi padre, Fidel

Gracias por la mano firme y los regaños que me mantuvieron por el buen camino que, aunque fue largo no dejaste de apoyarme y motivarme a tu manera. Gracias papá por ser el sostén de nuestra familia, por predicar con el ejemplo que las cosas se logran con responsabilidad, honestidad, esfuerzo y perseverancia. Te agradezco por creer en que podemos ser mejores. Nunca podré pagarte más que con mi gratitud y cariño. Este trabajo también es tuyo.

A mis hermanos, Jessica y Aldo

Por ser dos personas claves en mi vida, quiénes con su cariño, enseñanzas y buen ejemplo moldearon a la persona que soy, por ser mis mejores cómplices y amigos.

Jessica, eres el mejor ejemplo a seguir y la hermana que todos quisieran tener. Gracias por creer en mí a cada momento, por nunca dejar de motivarme y por estar para mí toda la vida.

Aldo, te agradezco por ser para mí un ejemplo de perseverancia y esfuerzo, por aconsejarme de la mejor manera y por alentarme a seguir adelante como solo tú sabes.

A mis suegros, familiares, familia política, amigos y amigas, que han estado presentes y pendientes de mi crecimiento profesional y el avance de este proyecto. Gracias por preocuparse por mí y darme todo el apoyo para la culminación de una de las experiencias más importantes de mi vida.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por permitirme tener un lugar dentro la máxima casa de estudios y brindarme las herramientas para mi desarrollo profesional.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por formarme como profesionista y hacerme crecer como persona, por todas las enseñanzas y las mejores vivencias de mi vida.

Al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, por abrirme sus puertas y poner a mi alcance todo lo necesario para la realización de este proyecto.

A la Doctora María del Pilar Castañeda Serrano, por dejarme ser parte de este proyecto, por brindarme la confianza y todo el apoyo necesario para la realización de esta tesis. Gracias por transmitirme sus experiencias y conocimientos. Pero sobre todo agradezco el tiempo invertido en este trabajo, su calidez como persona y su compañía durante esta travesía.

Al Doctor Benjamín Fuente Martínez, por las observaciones pertinentes para la mejora de este trabajo y por el tiempo invertido en ello.

A la Doctora Cecilia Rosario Cortés, por su interés, tiempo, y minuciosas recomendaciones encaminadas a hacer de este, un mejor escrito.

Agradezco a dos excelentes Médicos veterinarios, personas, y sobre todo buenos amigos, Alma y Jorge, mil gracias por su apoyo incondicional durante todo el proyecto, por su ayuda durante la fase experimental, las críticas constructivas, las observaciones, y todos los consejos brindados para que esto fuera un éxito.

A todas las personas de la Granja Veracruz, que me brindaron su ayuda de alguna manera, y a quienes me entregaron su amistad. Gracias por hacerme sentir como en casa y ser un gran apoyo durante el desarrollo de esta tesis.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. MATERIAL Y MÉTODOS.....	11
3. RESULTADOS.....	16
4. DISCUSIÓN.....	22
5. CONCLUSIONES.....	29
6. REFERENCIAS.....	30
7. CUADROS.....	35
8. FIGURAS.....	43

RESUMEN

GARCÍA ROBLEDO JAZMÍN. Evaluación de 4 períodos de ayuno previo al procesamiento de pollo de engorda sometido a programas de restricción alimenticia. (Bajo la dirección de: MVZ PhD María del Pilar Castañeda Serrano)

Con la finalidad de disminuir la presentación de síndrome ascítico (SA) en el pollo de engorda (PE), actualmente se ha implementado el uso de los programas de restricción alimenticia (PRA). En el presente estudio, 367 pollitos mixtos de la estirpe Ross 308 fueron sometidos a 3 programas de alimentación (PA) del día 9 al 48, 49 o 51 de edad. PA-A. *Ad libitum* durante todo el ciclo; PRA-B. 80% de su consumo normal; PRA-C. Restricción alimenticia por horas. Semanalmente, se evaluaron parámetros productivos (peso corporal (PC), ganancia de peso (GP), consumo de alimento (CA), conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad. A los 48, 49 y 52 días del ciclo, 50 aves elegidas al azar fueron sometidas a 4 diferentes períodos de ayuno (6, 12, 18 y 24 horas) y procesadas bajo condiciones comerciales. Posteriormente, se evaluó: rendimiento de la canal con y sin vísceras, merma, peso de hígado y peso del tracto gastrointestinal (TGI) con y sin contenido. Los datos fueron analizados con el paquete estadístico JMP Versión 8. Las aves del PA-A obtuvieron mayor PC y GP, los PRA mejoraron la conversión alimenticia y el PRA-C no presentó mortalidad por SA. Conforme aumentó el tiempo de ayuno disminuyó el rendimiento de la canal con y sin vísceras, aumentó el porcentaje de merma y disminuyó el peso del contenido del TGI.

1. INTRODUCCIÓN

La industria avícola se ha caracterizado por ser un sector dinámico y evolutivo, ya que con el paso de los años se ha ido adaptando al crecimiento y a la demanda de la población, brindando productos nutritivos, inocuos y de calidad. Satisfacer las necesidades de consumo ha sido un reto continuo, ya que la población se encuentra en crecimiento constante. Para el año 2013, la población en México fue de 118,395,054 habitantes, mientras que para el 2017 la población es de 121 millones de personas¹, quienes en la actualidad demandan productos de origen animal de calidad a bajo costo.

A nivel mundial, México se encuentra dentro de los primeros lugares en producción de carne de pollo, ocupa el séptimo lugar después de China, Estados Unidos, Brasil, Unión Europea, India y Rusia. En la producción de huevo, ocupa el sexto lugar después de China, Estados Unidos, India, Japón y Rusia. Los principales países consumidores de pollo son: Kuwait con 59.9 kg, Emiratos Árabes Unidos con 59.1 kg, Malasia con 51.3 kg, Jamaica con 47.8 kg y Arabia Saudita con 47 kg. En el año 2016 el consumo *per capita* de carne de pollo en México fue de 27.42 kg.³ Los principales países consumidores de huevo son: México con 22 kg, Malasia con 20.9 kg, Colombia con 15.1 kg, Argentina con 14.4 kg y China con 13.8 kg.² A nivel nacional, la producción avícola en el año 2015 ocupó el primer lugar, con un porcentaje de 63.6%, seguido por la carne de res con un 20.2% y la carne de cerdo con un 14.4%.² Las características demandadas por la población respecto a el consumo de carne colocan al pollo de engorda como la principal opción, ya que su carne, además de ser un alimento saludable, nutritivo, de bajo costo, fácil adquisición y calidad, aporta nutrientes de

alto valor biológico, como la niacina, vitaminas A, B6, B12, ácido fólico, hierro, zinc y fósforo, además de contribuir con 30% de las necesidades diarias de proteínas. Así mismo, tiene un bajo contenido de grasa saturada y la grasa se encuentra casi completamente asociada a la piel lo que la hace un alimento esencial para una dieta saludable.^{4,5}

Síndrome ascítico

El pollo que conocemos en la actualidad ha sido seleccionado genéticamente para obtener buenas ganancias de peso en menor tiempo, una eficiente utilización del alimento y una reducción en el tiempo de finalización.^{6,7} Un pollo de engorda moderno es capaz de alcanzar el peso de mercado en un 60% menos tiempo que hace 40 años. Sin embargo, a partir de la necesidad de alimentarlos de manera constante, su metabolismo acelerado propicia una mayor demanda de nutrientes, lo que se refleja en un crecimiento acelerado que posteriormente provoca problemas de origen metabólico, como el síndrome ascítico.⁸ Éste es la consecuencia del acelerado crecimiento del tejido muscular que no puede ser sostenido por la lenta velocidad de maduración de los sistemas cardiovascular y respiratorio.⁹ Se caracteriza por la presentación de hipoxia debido al aumento en la carga de trabajo del sistema cardiopulmonar, acumulación de fluido en la cavidad celómica, hidropericardio, fibrosis epicárdica, hipertrofia del ventrículo derecho, corazón flácido, edema pulmonar, cambios variables en el hígado y finalmente la muerte.⁶

El SA puede presentarse en pollos de engorda de cualquier edad, sin embargo, su incidencia aumenta en forma abrupta entre la tercera y quinta semana de vida, debido a que se da la mayor tasa de crecimiento del ave, la cual es mayor en machos que en hembras.⁹ Tiende a presentarse por causas multifactoriales, y aunque el principal factor es el genético, también

influyen causas ambientales y de manejo.⁶ Dentro de los factores genéticos se encuentra la estructura anatómica propia del ave, ya que el corazón del ave es pequeño con respecto a sus masas musculares, además posee un ventrículo derecho con una pared delgada, lo que aumenta la probabilidad de sufrir una falla cardíaca. Asimismo, los pulmones se encuentran firmes y fijos en la cavidad torácica, y los capilares sanguíneos y parabronquios forman una estructura rígida, lo cual impide la expansión de los pulmones durante el ingreso del aire y limita la dilatación de los capilares sanguíneos cuando se requiere un mayor flujo de sangre. El intercambio de aire dentro y fuera de los sacos aéreos se lleva a cabo con la ayuda de los movimientos abdominales y pulmonares. Todas estas características están directamente relacionadas con la presentación de dicha patología.⁹

El SA se presenta cuando el ave es sometida a cualquier condición que conlleve a la hipoxia, ya sea ambiental (de altura, incremento de CO₂ en la caseta), metabólica (generado por el rápido desarrollo del ave), o por la presentación de enfermedades respiratorias, desencadenando mecanismos intrínsecos que pueden llevar a la muerte del animal.⁹ Una vez que se presenta la hipoxia, ésta provoca la contracción de los vasos sanguíneos pulmonares, causando un incremento en la viscosidad de la sangre y resistencia al flujo, lo que resulta en el aumento de la presión arterial pulmonar y cuadros de dilatación e hipertrofia cardíaca derecha, comprometiendo el flujo de sangre hacia los tejidos, ocasionando una mayor carga de trabajo al corazón y dando lugar al síndrome ascítico.^{6,9} Uno de los principales factores ambientales que influyen en la incidencia de ascitis es la altitud, aquellas superiores a 1300 metros sobre el nivel del mar (MSNM) facilitan la presentación del síndrome debido a la baja presión parcial de oxígeno.¹⁰ Entre las causas ambientales dentro de la caseta se encuentran el contenido de oxígeno del aire introducido, ventilación sub-óptima, manejo inadecuado de

la cama, el polvo ambiental inhalado, y la mala calidad del aire, lo que conduce a bajas concentraciones de oxígeno en el medio ambiente y altas concentraciones de gases tóxicos (como monóxido de carbono, dióxido de carbono y amoníaco, los cuáles son resultado de la combustión de las criadoras, la respiración de las aves, y el manejo inadecuado de la cama, respectivamente), que pueden causar irritación y reducción de la eficiencia de las vías respiratorias, así como efectos negativos sobre el sistema cardiovascular, promoviendo el desarrollo de ascitis.⁶ Entre las causas de manejo que predisponen al SA se encuentra la exposición a bajas temperaturas que ponen a las aves fuera de su zona termo-neutral, aumentando la demanda de oxígeno y la hipertensión pulmonar, debido a que las aves se ven obligadas a utilizar la energía metabólica para mantener el calor.⁶ Otra causa es la presentación del alimento, ya que los pollos de engorda que consumen pellets han demostrado tener un mayor aumento de peso, pero con alta incidencia de mortalidad por SA en comparación con los pollos que consumen la misma dieta en forma de harina.^{6,9} En la figura 1 se presentan algunas de las posibles causas que pueden dar origen a la presentación del SA.

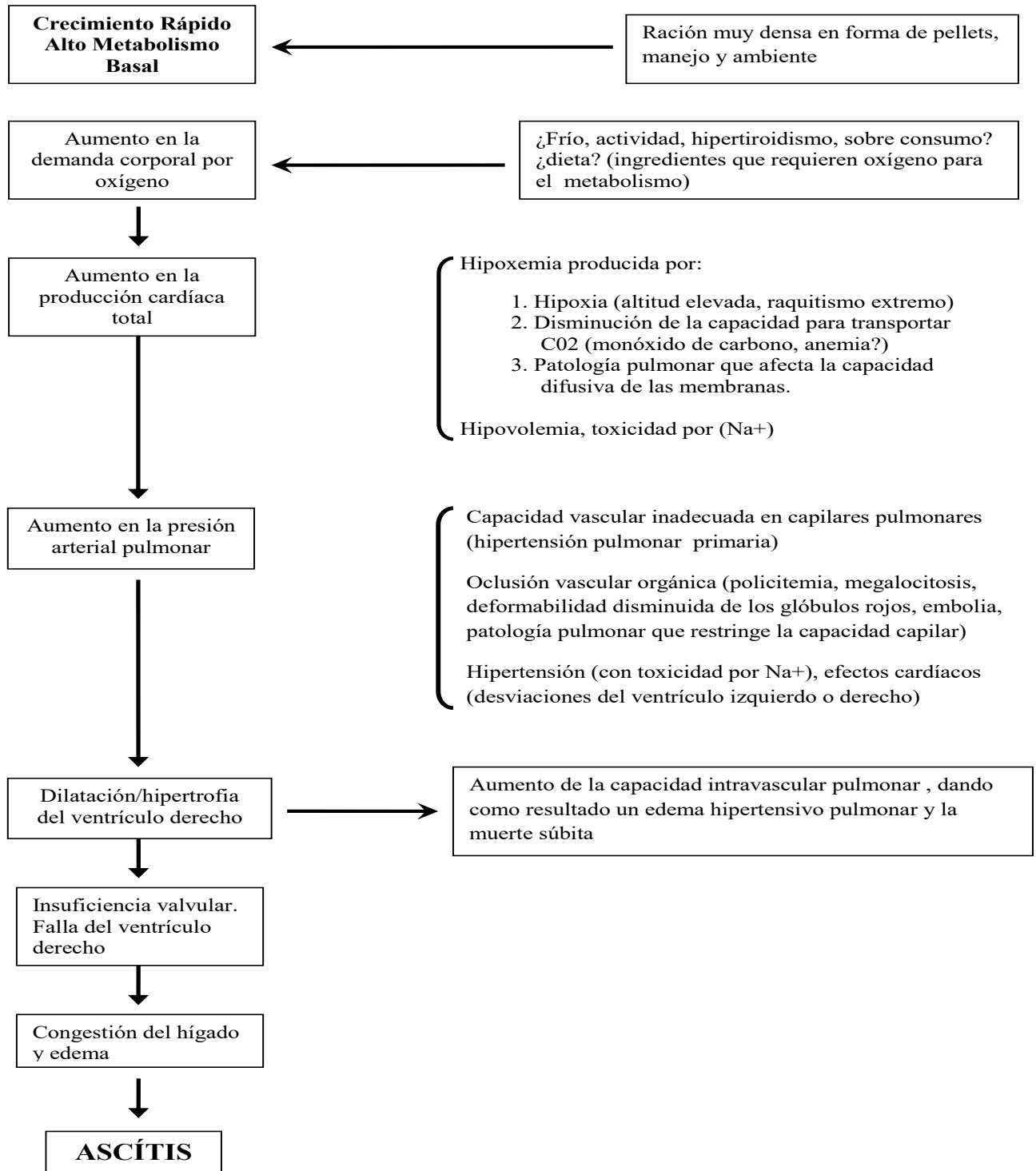


Figura 1. Posibles causas desencadenantes de ascitis, adaptación de los esquemas de Julián, 1991 y Gómez, 2006.

Programas de restricción alimenticia

Desde hace varios años se ha recurrido a la aplicación de programas de restricción alimenticia para el control de enfermedades metabólicas, como el síndrome ascítico en aves.⁸ Entre los beneficios proporcionados por dichos programas se encuentran los ahorros económicos obtenidos por la mejora en la conversión alimenticia, y la disminución en la mortalidad por síndrome de muerte súbita y por SA.¹⁰

Durante las 3 primeras semanas de vida de un ave se da la mayor tasa de crecimiento de hueso y músculo. Específicamente los primeros 7 días son vitales para un crecimiento adecuado, por lo que cualquier control de crecimiento debe implementarse después de dicho período de edad. El control eficaz se puede lograr mediante la reducción de la ingesta de nutrientes, teniendo en cuenta que el control de la alimentación puede dar lugar a una reducción general de la tasa de crecimiento.

Los PRA actuales se caracterizan por ofrecer a las aves una menor cantidad de alimento, dejando el consumo a libre acceso y presentan tres variables:

- 1) Restricción durante cierto período del ciclo, se inicia cuando el porcentaje de mortalidad por SA es muy alto.⁹
- 2) 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.⁹
- 3) Restricción con un período de consumo libre, existen diversas variantes y se aplica bajo condiciones de tipo práctico. Uno de los programas de restricción consiste en el libre acceso durante la primera semana; en la segunda y tercera, 8 horas; cuarta y quinta, 9 horas; sexta,

10 horas; y la séptima semana, libre acceso; lo cual se regula subiendo y bajando los comederos.^{10,13}

Cabe señalar que algunos autores reportan que las aves sometidas a programas de restricción presentan una mejor conversión alimenticia, debido a que es la manera de expresar el crecimiento compensatorio posterior a la restricción.⁸ Otro efecto referente a estos programas es el tiempo de tránsito gastrointestinal (TTGI), ya que se ha estudiado la modificación del mismo, para evaluar si hay o no variaciones en el tiempo de vaciado gastrointestinal (GI), lo que podría afectar los programas tradicionales de ayuno empleados previo al procesamiento de las aves.^{14,15}

Programas de ayuno

Los programas de ayuno consisten en el retiro del alimento previo al procesamiento del pollo, y tienen por objetivo el vaciado del TGI, para evitar la contaminación de la canal y el equipo de procesamiento debido a la ruptura durante el eviscerado, así como disminuir el riesgo de enfermedades en el consumidor. El riesgo de ruptura visceral aumenta cuando el aparato digestivo del pollo tiene mayor contenido de digesta o materia fecal. El programa de ayuno tradicional consiste en la privación de alimento durante un período de 8 a 12 horas, dentro de las cuales se debe contemplar la captura de las aves, el embarque, transporte y el tiempo de andén.

Al aplicar un programa de ayuno se debe tener en consideración la duración del mismo, ya que, con períodos cortos de ayuno (menos de 6 horas) aumenta la posibilidad de ruptura de vísceras durante el eviscerado debido a la presencia de alimento en órganos como ingluvies

(“buche”) o intestinos. Por otro lado, los tiempos prolongados (más de 14 horas) también predisponen a la ruptura de intestinos, debido a la fragilidad de las paredes intestinales.¹⁶

Justificación

Actualmente, mediante selección genética, se ha logrado obtener pollos de crecimiento acelerado, con menor conversión alimenticia y mayor ganancia de peso; sin embargo, dichas modificaciones han traído un alto costo metabólico para las aves, ya que las masas musculares se encuentran desproporcionadas en relación a su sistema cardio-respiratorio, lo que ha ocasionado la presentación de enfermedades metabólicas, como el SA. Debido a que este síndrome es causa pérdidas económicas en las granjas, los PRA han sido ampliamente empleados como una medida de control para disminuir la tasa de mortalidad provocada por el mencionado síndrome; y aunque existen diversos estudios del efecto de la restricción alimenticia sobre los parámetros productivos, es necesario generar más información de lo que ocurre a nivel de TGI de las aves, con el objetivo de poder ajustar el tiempo de ayuno para lograr un vaciado óptimo y así evitar contaminación de la canal al momento del eviscerado, y de esta manera brindar al consumidor un producto inocuo, sano y de calidad.

Objetivo general

Evaluar el efecto de programas de restricción alimenticia utilizados en la crianza del pollo de engorda sobre 4 tiempos de retiro de alimento previos al sacrificio y su efecto en el tiempo de tránsito gastrointestinal, indicadores de vaciado gastrointestinal y rendimientos de canal (con y sin vísceras) evaluados en el rastro.

Objetivos particulares

-Evaluar el efecto de los programas de restricción alimenticia sobre los parámetros productivos en pollo de engorda (peso corporal, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad).

-Evaluar al día 14, 28 y 35 de edad, el efecto de los programas de restricción alimenticia sobre el tiempo de tránsito gastrointestinal.

-Evaluar al día 21, 35 y 42 de edad, el efecto de cada programa de restricción alimenticia sobre la uniformidad de cada grupo.

-Evaluar el efecto de los 4 diferentes tiempos de ayuno sobre el rendimiento de canal con y sin vísceras, así como las mermas.

-Evaluar el efecto de los 4 diferentes tiempos de ayuno sobre el peso del TGI (con y sin contenido) y el peso del hígado.

Hipótesis

Los programas de restricción alimenticia utilizados como estrategia para disminuir la mortalidad por síndrome ascítico, pueden modificar el tiempo de vaciado gastrointestinal, lo cual podría tener un efecto negativo cuando se aplica un programa tradicional de ayuno (8 a 12 horas) previo a la matanza, afectando los indicadores obtenidos en el procesamiento del pollo de engorda

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento fue realizado en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPAv) de la UNAM, el cual está ubicado en la calle Manuel M. López s/n, Avenida Tláhuac, km 21.5, Colonia Zapotitlán, Delegación Tláhuac, en la Ciudad de México. Tiene una superficie de 48,470 m². El clima predominante es templado subhúmedo, la altura es de 2,250 msnm, con una temperatura media anual de 18° C y una precipitación pluvial de 747 mm, las mayores precipitaciones pluviales se registran durante los meses de junio y agosto.^{17,18}

Se utilizaron 367 pollitos mixtos de la estirpe Ross 308 de un día de edad, los cuales fueron criados en casetas de ambiente natural, con manejo de cámaras de crianza durante las tres primeras semanas de vida. Se les proporcionó calor por medio de una criadora de gas, tipo campana; se recibieron con una temperatura ambiental de 32°C y se disminuyó gradualmente hasta llegar a los 20°C hacia la tercera semana de vida de las aves. La ventilación se manejó por medio de cortinas con malacates a partir de la segunda semana. Las aves fueron divididas en hembras y machos en 15 corrales de 24 y 25 aves cada uno. Se empleó equipo de iniciación durante los primeros 7 días de vida, y al día 8 de edad se les sustituyó dicho equipo por comederos tipo tolva y bebederos de campana. Se les proporcionó alimento en harina de tipo comercial, y se manejaron dos fases de alimentación. Iniciador, con 22% P.C. y 3.050 MC/kg E.M (del día 1 al 21 de edad); y finalizador con 20% P.C, 3.15 MC/kg E.M (del día 22 a la finalización de las aves). El agua se proporcionó a libre acceso durante todo el ciclo, así como el alimento del día 1 al 8, para dar inicio a los programas de restricción al día 9.

Cada uno de los programas de alimentación tuvo 5 réplicas, y los programas fueron los siguientes:

Programa de alimentación A (PA-A). Alimento *ad libitum* durante todo el ciclo.

Programa de restricción alimenticia B (PRA-B). 80% de su consumo del día 9 a la finalización.

Programa de restricción alimenticia C (PRA-C). Restricción alimenticia por horas a partir del día 9 a la finalización. Las horas de consumo por semana se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Horas de consumo por semana para las aves sometidas al programa de restricción alimenticia C.¹⁵

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

El manejo llevado a cabo todos los días era el lavado de bebederos, servir alimento, así como el registro y la necropsia de la mortalidad, para determinar la causa de muerte.^{10,19}

Parámetros productivos

Semanalmente se realizaba la medición de parámetros productivos (peso corporal, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad), para lo

cual se pesaba a todas las aves de cada corral, así como el alimento sobrante en cada comedero y se registraban los datos de cada réplica.¹⁰

Uniformidad

La uniformidad fue medida a los 21, 35 y 42 días de edad. Se pesaron individualmente 100 aves por cada tratamiento (A, B y C) y se obtuvo la uniformidad por medio del coeficiente de variación.²⁰

Tiempo de tránsito gastrointestinal (TTGI)

A los 14, 21 y 35 días del ciclo se realizó la medición del TTGI. El marcador utilizado fue el óxido férrico, el cual se administró mediante cápsulas de gelatina.¹³ Se separaron e identificaron 20 pollos por tratamiento (4 de cada réplica); a los cuales se les dio un ayuno de dos horas. Después de dicho tiempo, la cápsula se les colocó en la orofaringe para su deglución espontánea.²⁰ Pasadas dos horas, aproximadamente, se comenzó a registrar a las aves cuyas excretas contenían colorante. El tiempo de tránsito se calculó por diferencia de tiempos. Tomando la hora de la deglución de la cápsula como el valor 0.¹³ Posteriormente los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA).

Programas de alimentación (PA) y procesamiento

El procesamiento de las aves se realizó en los días 48, 49 y 52 del ciclo, proporcionándoles alimentación *ad libitum* del día 49 al 51. Previo al procesamiento las aves fueron identificadas y sometidas a 4 diferentes períodos de ayuno, como se indica en el cuadro 2.

Cuadro 2. Número de aves procesadas por programa de alimentación y período de ayuno.

Tiempo de ayuno (h)	Programa de alimentación A (número de aves)	Programa de alimentación B (número de aves)	Programa de alimentación C (número de aves)	Total de aves
6	18	14	18	50
12	13	17	20	50
18	17	17	16	50
24	19	17	18	54

El procesamiento se realizó bajo condiciones comerciales. Las aves fueron colgadas en la línea de procesamiento e insensibilizadas con un aturdidor eléctrico con constantes de 25 volts, 0.2 amperes y 400 hertz de frecuencia. Inmediatamente después se realizó el corte de vena yugular y arteria carótida para provocar la muerte del ave mediante el desangrado. Pasados 2 minutos las aves se sumergieron en la tina de escaldado durante 45 segundos, la cual mantenía una temperatura de 53°C. Posteriormente, las canales se desplumaron (con una desplumadora automática de tambor), evisceraron, lavaron, enfriaron (a 4°C durante una hora) y empacaron al alto vacío (sin patas ni cabeza).¹⁵

Rendimiento de canal y merma

Al inicio de cada tiempo de ayuno las aves fueron pesadas individualmente. Finalizado el tiempo de ayuno las aves se pesaron previo al colgado en la línea de procesamiento, antes y después del eviscerado. Para obtener por diferencias de peso las mermas y el rendimiento de la canal.

Pesaje de vísceras

Posterior al escaldado y el desplume se realizó el eviscerado de las canales y se obtuvieron 30 tractos gastrointestinales elegidos al azar; y se pesó el segmento de buche a cloaca con y sin contenido, para obtener por diferencia el peso real y poder así, evaluar el vaciamiento gastrointestinal. Así mismo se pesó el hígado con vesícula biliar.

Análisis estadístico

En el presente estudio los datos obtenidos fueron procesados mediante el paquete estadístico JMP8. Los resultados obtenidos en los parámetros productivos (peso corporal, ganancia de peso, consumo de peso y conversión alimenticia) fueron analizados mediante un análisis de varianza. Para obtener la mínima diferencia significativa, los datos fueron analizados mediante la prueba de Tukey.

Durante el procesamiento de las parvadas experimentales, estas fueron sometidas a cuatro períodos de ayuno, por tanto, los datos obtenidos (rendimientos con y sin vísceras, peso del hígado, mermas y peso del contenido gastrointestinal) fueron procesados mediante un análisis factorial (3 X 4) donde un factor fue los programas de alimentación (*ad libitum*, restricción por cantidad y por tiempo) y el otro, los períodos de ayuno (6, 12, 18 y 24 horas).

El porcentaje de mortalidad, el porcentaje de merma, y los rendimientos de la canal con y sin vísceras (expresados en porcentaje) fueron transformados por medio del arcoseno de la raíz cuadrada del porcentaje²¹ para poder ser analizados mediante análisis de varianza, así como la prueba de Tukey para obtener las diferencias entre medias.

3. RESULTADOS

Parámetros productivos

Peso corporal. Los resultados de peso corporal obtenidos a los 49 días se muestran en el cuadro 3 donde las aves sometidas a un programa de alimentación *ad libitum* mostraron el mayor peso corporal durante toda la prueba experimental; y fueron significativamente diferentes al resto de los tratamientos ($P \leq 0.05$) únicamente en la tercera y séptima semana.

En las semanas 2, 4 y 6 se observó diferencia significativa en el tratamiento de restricción por tiempo ($P \leq 0.05$), el cual presentó valores menores con respecto al resto de los tratamientos. Asimismo, se observa que en la semana 5 el tratamiento *ad libitum* fue significativamente mayor solamente al tratamiento de restricción por tiempo ($P \leq 0.05$).

Ganancia de Peso. En el cuadro 4 se pueden observar los resultados obtenidos en ganancia de peso, donde las aves sometidas al programa de alimentación *ad libitum* obtuvieron las mejores ganancias de peso durante todo el ciclo, observándose diferencia estadística significativa entre los tres tratamientos en las semanas 3 y 6, mientras que a la semana 5 el tratamiento *ad libitum* fue significativamente diferente a los dos tratamientos de restricción alimenticia ($P \leq 0.05$). En las semanas 2 y 7 se observa diferencia significativa entre el programa de restricción por tiempo con el resto de los programas ($P \leq 0.05$).

Consumo de alimento. Los resultados de consumo de alimento se pueden observar en el cuadro 5, donde en las semanas 2, 3 y 6 el tratamiento *ad libitum* mostró el mayor consumo, siendo estadísticamente diferente al resto de los tratamientos ($P \leq 0.05$). Únicamente en la semana 4 no se observa diferencia significativa entre alimentación *ad libitum* y restricción

por cantidad, observándose diferencia solamente con el tratamiento de restricción por tiempo. Finalmente, en la semana 7 la alimentación *ad libitum* mostró diferencia estadística significativa con el resto de los tratamientos ($P \leq 0.05$), mientras que los programas de restricción no mostraron diferencia entre ellos.

Conversión alimenticia. Los resultados obtenidos para dicho parámetro se muestran en el cuadro 6, donde se observa que en las semanas 5, 6 y 7 el tratamiento de alimentación *ad libitum* fue significativamente mayor al tratamiento de restricción por tiempo ($P \leq 0.05$), mientras que la restricción por cantidad no mostró diferencia con el resto de los tratamientos.

Mortalidad. Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 7, donde se presenta el porcentaje de mortalidad total por tratamiento. Se observa que el mayor porcentaje de mortalidad se presentó en las aves sometidas al programa de alimentación *ad libitum*, seguido por el programa de restricción por cantidad, y por último el programa de restricción por tiempo, en el cual se observa 0% de mortalidad. Asimismo, se muestra que únicamente el tratamiento de alimentación *ad libitum* es significativamente mayor al programa de restricción por tiempo ($P \leq 0.05$).

Tiempo de tránsito gastrointestinal. Los resultados se muestran en el cuadro 8, donde el TTGI al día 14 fue menor para las aves bajo el programa de alimentación *ad libitum*, siendo estadísticamente diferente únicamente con el sistema de restricción por tiempo ($P \leq 0.05$). Mientras que en el resto de días de muestreo (28 y 32 días) no se observó diferencia estadística significativa entre sistema de alimentación y programas de ayuno.

Uniformidad. Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 9, donde se observa que el coeficiente de variación más bajo se obtuvo en el tratamiento de restricción por cantidad a

los 21, 35 y 42 días de las aves. Mientras que el mayor porcentaje se presentó en el tratamiento de restricción por tiempo a los 21 días y en el tratamiento *ad libitum* a los 35 y 42 días del ciclo productivo. En cuanto a la uniformidad medida en 3 días de muestreo, para el tratamiento *ad libitum*, la uniformidad fue de 64% a los 21 días; 52% al día 35 y 49% para el día 42. En el tratamiento de restricción por cantidad se encontraron porcentajes de uniformidad de 63, 67 y 61% a los 21, 35 y 42 días respectivamente. Mientras que para el tratamiento de restricción por tiempo, la uniformidad fue de 62% al día 21, 55% al día 35 y 52% para el día 42.

Procesamiento

Los resultados obtenidos en el procesamiento de las parvadas sometidas a 3 diferentes programas de alimentación se observan en el cuadro 10, los cuales se describen a continuación.

Rendimiento sin vísceras. El tratamiento de alimentación *ad libitum* fue significativamente mayor al programa de restricción por tiempo ($P \leq 0.05$), sin embargo, no se observó diferencia estadística entre los programas de restricción.

Merma. La alimentación *ad libitum*, mostró una merma significativamente menor al resto de los tratamientos ($P \leq 0.05$). Mientras que ambos programas de restricción no mostraron diferencia estadística significativa entre ellos.

En los parámetros de **rendimiento con vísceras, peso de hígado y peso del contenido gastrointestinal** no se observaron diferencias estadísticas entre los tres programas de alimentación.

Los resultados de los parámetros evaluados en el procesamiento de las parvadas sometidas a cuatro diferentes programas de ayuno se muestran en el cuadro 11, los cuales se describen a continuación.

Rendimiento con vísceras. El programa de ayuno de 6 horas mostró el mayor rendimiento y fue significativamente diferente al resto de los tratamientos ($P \leq 0.05$), seguido por los ayunos de 12 y 24 horas, que no mostraron diferencia significativa entre ellos, pero fueron diferentes al resto, mientras que el menor rendimiento corresponde al programa de 18 horas, el cual fue estadísticamente diferente al resto de los tratamientos ($P \leq 0.05$).

Rendimiento sin vísceras. El rendimiento sin vísceras mostró diferencia estadística entre los programas de ayuno ($P \leq 0.05$), siendo el programa de 6 horas el que mostró un significativamente mayor porcentaje de rendimiento de canal sin vísceras, al compararse contra los programas de ayuno restantes. Mientras que el programa de ayuno de 12 horas, no mostró diferencia significativa con el de 24 horas. Observándose el menor rendimiento con el ayuno de 18 horas, el cual fue significativamente diferente al resto de los programas ($P \leq 0.05$).

Merma. El programa de 6 horas de ayuno fue significativamente menor, el cual mostró diferencia estadística con el resto de los tratamientos, seguido por el programa de ayuno de 12 horas, el cual fue también diferente al resto de los tratamientos ($P \leq 0.05$). Mientras que en

los programas de ayuno de 18 y 24 horas no pudo observarse diferencia significativa entre ellos, pero sí con respecto a los tratamientos de 6 y 12 horas.

Peso hígado. No se observó diferencia estadística significativa entre los cuatro programas de ayuno.

Peso contenido gastrointestinal. Los resultados se presentan en el cuadro 11, donde se observa que a las 6 horas de ayuno se presentó el significativamente mayor peso del contenido gastrointestinal, siendo estadísticamente diferente al resto de los programas, seguido por el ayuno de 12 horas, el cual también fue estadísticamente diferente al resto de los períodos de ayuno ($P \leq 0.05$), mientras que en los programas de 18 y 24 horas no se observó diferencia estadística entre ellos, pero sí con respecto a los de 6 y 12 horas.

El efecto de los programas de alimentación y los tiempos de ayuno fueron evaluados mediante un análisis factorial, los resultados se reportan en el cuadro 12, y se describen a continuación.

Las variables de **rendimiento con vísceras** y **peso de hígado** no mostraron diferencias estadísticas significativas entre los programas de alimentación y los períodos de ayuno.

Rendimiento sin vísceras. El menor rendimiento se observó a las 18 horas de ayuno con restricción alimenticia por tiempo, el cual fue estadísticamente diferente ($P \leq 0.05$) a los programas de ayuno de 6 y 24 horas combinados con los tres programas de alimentación y con el tiempo de ayuno de 12 horas para los sistemas de alimentación *ad libitum* y restricción por cantidad.

Merma. El menor porcentaje de merma se observó en el programa de ayuno de 6 horas y en los tres grupos correspondientes al programa de alimentación *ad libitum*. Los ayunos de 18 y 24 horas no mostraron diferencia estadística entre ellos, pero sí respecto a los períodos de 6 y 12 horas ($P \leq 0.05$). Sin embargo, no se presentó diferencia estadística entre la interacción de los 4 períodos de ayuno con cada programa de alimentación.

Peso contenido gastrointestinal. El programa de ayuno de 6 horas con el sistema de alimentación de restricción por cantidad mostró el peso del contenido gastrointestinal significativamente mayor ($P \leq 0.05$), sin mostrar diferencia estadística con el resto de los sistemas de alimentación a las 6 horas de ayuno, ni tampoco con el ayuno de 12 horas bajo los tres sistemas de alimentación. Pero estos sí fueron estadísticamente diferentes con los períodos de ayuno de 18 y 24 horas con los tres programas de alimentación ($P \leq 0.05$). Mientras que el ayuno de 18 horas no fue estadísticamente diferente al resto de los sistemas de alimentación en el mismo período de tiempo de ayuno, ni para un tiempo de ayuno de 24 horas bajo los tres sistemas de alimentación, pero sí fue estadísticamente diferente a los programas de ayuno de 6 y 12 horas bajo los tres sistemas de alimentación ($P \leq 0.05$).

4. DISCUSIÓN

Parámetros productivos

Peso corporal. La restricción alimenticia limita el acceso al alimento para frenar la rapidez de crecimiento en las aves, esta es la razón por la que en el presente experimento al final del ciclo las aves con programas de restricción alimenticia mostraron un menor peso, siendo que el mayor peso lo obtuvieron las aves criadas bajo un programa de alimentación *ad libitum*, dichos resultados concuerdan con los reportados por diversos investigadores (Suárez et al, 2004; Arce et al, 1995 y Boostani et al, 2010).

Ganancia de peso. Basado en los resultados obtenidos para la variable peso corporal, las mejores ganancias de peso se obtuvieron en el programa de alimentación *ad libitum*, y los valores más bajos se encontraron en el programa de restricción por tiempo. Arce et al, 1995 realizaron un experimento bajo dos programas de alimentación; restricción por tiempo y *ad libitum*. En los resultados reporta mejores ganancias de peso para las aves alimentadas *ad libitum*, mientras que las aves sometidas al programa de restricción por tiempo se vieron significativamente afectadas a partir de la tercera semana. En contraste, en el presente estudio, la diferencia entre programas se presentó a partir de la segunda semana del ciclo.

Consumo de alimento. Para dicha variable se obtuvieron resultados similares a los reportados por Boostani et al, 2010, donde el consumo de alimento fue significativamente diferente en las aves bajo programas de restricción alimenticia respecto a las alimentadas *ad libitum*. Lo que mostró que el programa de alimentación *ad libitum* presentó un mayor

consumo, mientras que la restricción por tiempo presentó los valores más bajos, tal como los resultados reportados en los trabajos de García, 1997 y Suárez, 2004.

Conversión alimenticia. Arce et al, 1995, mostraron que la restricción alimenticia tiene efectos favorables sobre la conversión alimenticia, ya que el organismo de las aves sometidas a dichos programas se acostumbra a determinado tiempo de acceso al alimento, por lo que mejora el aprovechamiento de los nutrientes proporcionados. Los resultados obtenidos en el presente trabajo son similares, ya que la mejor conversión alimenticia se presentó en las aves alimentadas bajo un programa de restricción por tiempo, y la conversión más alta fue para las aves alimentadas *ad libitum*.

Mortalidad. En el presente experimento el porcentaje total de mortalidad por ascitis para las aves alimentadas bajo un sistema *ad libitum* fue el más alto, lo cual coincide con Arce et al, 1995. Mientras que en las aves sometidas a un programa de restricción por tiempo, la mortalidad fue nula, resultado previamente reportado por Salinas et al, 2004 y Paguay et al, 2016, quienes utilizaron dos sistemas de alimentación; *ad libitum* y restricción por cantidad, obteniendo mayor porcentaje de mortalidad en las aves alimentadas *ad libitum*. Asimismo, Boostani et al, 2010, emplearon alimentación *ad libitum* y restricción por tiempo, obteniendo un menor porcentaje de mortalidad en las aves alimentadas con el sistema de restricción por tiempo. Resultados que fueron también observados en el presente trabajo.

Tiempo de Tránsito Gastrointestinal. De acuerdo a la investigación científica de Sibly, 1981, cuando la cantidad de alimento que se ingiere es limitada, el animal implementa mecanismos para prolongar la retención de la ingesta como una compensación para aumentar la digestión de nutrientes empleados por el organismo del ave ante la escasez de alimento, tal

es el caso del reflujo del yeyuno a la molleja, el cual aumenta después de un prolongado tiempo de ayuno, como lo reportaron Clench et al, 1995. Este señalamiento coincide con los resultados obtenidos en el presente experimento para la medición del TTGI a los 14 días; cuando aves restringidas presentaron un mayor tiempo de tránsito, en comparación con la alimentación *ad libitum* que mostró el menor tiempo. Por otro lado, la información obtenida por Angel et al, 2013 pone en cuestión los trabajos realizados en el tema de digestibilidad, debido al hecho de que la digestión y la velocidad de paso a través del TGI no son unidireccionales, además de que los ayunos modifican la velocidad de paso, incrementando el movimiento de retroceso, esto podría explicar porque algunas veces se observa alimento en el tracto gastrointestinal, a pesar de que las aves, pasaron por un programa de ayuno prolongado, ejemplo de esto se muestra en las figuras 2, 3 y 4, en las cuales se observa que en aves sometidas a un programa de ayuno de 24 horas es posible encontrar alimento en el tracto gastrointestinal. En la figura 2 puede observarse el tracto gastrointestinal proveniente de un ave bajo un programa de alimentación *ad libitum* a la cual se le aplicó un período de ayuno de 24 horas, en la que el TGI se observa limpio, mientras que las figuras 3 y 4 corresponden a aves que se mantuvieron con programas de restricción alimenticia. En el TGI que proviene de un ave sometida a restricción por cantidad (figura 3) es posible observar todavía residuos de alimento en ingluvies y estómago muscular, mientras que en la figura 4 (restricción por tiempo) es posible observar residuos en estómago muscular y duodeno. Lo que puede ser una evidencia de la modificación en los patrones de vaciamiento del tracto gastrointestinal cuando las aves son sometidas a programas de restricción alimenticia durante la crianza. A pesar de lo anteriormente citado, los resultados no son consistentes ya que los resultados del tiempo de tránsito gastrointestinal a los 14 días no se replicaron para los muestreos a los 28 y 42 días, ya que las aves bajo sistemas de restricción alimenticia

mostraron un menor tiempo de tránsito gastrointestinal comparadas con las aves alimentadas *ad libitum*, además de que no se observó diferencia estadística significativa entre tratamientos.

Uniformidad.

Los valores encontrados en el presente estudio para uniformidad van de regulares a muy malos, ya que, de acuerdo al cuadro 13, valores menores a 55% de uniformidad son muy malos, de 56 a 62 son malos y de 63 a 69 son regulares; mientras que, para considerar una uniformidad como buena, el valor debe encontrarse entre 77 y 83%. En el actual experimento el porcentaje de uniformidad a los 42 días para alimentación *ad libitum* fue de 49% (figura 5), mientras que para la restricción por cantidad fue de 61% (figura 6) y para restricción por tiempo fue de 52% (figura 7). Pletsch et al, 2009 y López et al, 2014, han demostrado que aves sometidas a programas de restricción alimenticia, disminuyen la mortalidad por síndrome ascítico e incrementan la eficiencia de conversión alimenticia en respuesta a la restricción de alimento. Sin embargo, reduce la ganancia de peso, aumenta el riesgo de picaje y es común observar parvadas desuniformes. No obstante, en el presente experimento la peor uniformidad correspondió al sistema de alimentación *ad libitum*, lo cual hace parecer que las jerarquías en las parvadas pueden ser más fuertes que la competencia por el alimento. Aunque también es importante resaltar que los porcentajes de uniformidad son malos para los tres tratamientos.

Procesamiento

El rendimiento de un pollo de engorda a la matanza se refiere a la proporción de carne y hueso con respecto al peso vivo del ave, el peso inicial (antes del período de ayuno) muestra una curva decreciente al aumentar el período de privación de alimento. Sin embargo, la tendencia es opuesta si el rendimiento de la canal se relaciona con el peso al sacrificio, es decir, después del período de ayuno, esto de acuerdo a lo obtenido por Zirolecki, 1988. Tal como ocurrió en el presente estudio, en el cual el mejor rendimiento de la canal con vísceras se obtuvo con un período de ayuno de 6 horas y un programa de alimentación *ad libitum*, mientras que el rendimiento más bajo se presentó en aves sometidas a restricción por tiempo y con un período de ayuno de 18 horas. Thompson et al, 2006, mencionan que a medida que aumenta el tiempo de ayuno, el rendimiento de la canal disminuye.

Zirolecki, 1988, menciona que entre las causas que provocan pérdidas en el rendimiento de la canal se encuentra la imposición de períodos de ayuno inadecuados, así como un elevado contenido de grasa abdominal, lo que conduce a la reducción del rendimiento del producto terminado. Por otra parte, el vaciado inadecuado del intestino provoca un aumento del grado de contaminación de los pollos durante el transporte y el sacrificio, además de un decremento en las condiciones sanitarias de la canal o producto final. Aunque Vand der Wal et al, 1999 señalan que los rendimientos de pollos sometidos a restricción alimenticia tienden a ser más altos que los de aves alimentadas *ad libitum*, en el presente experimento el mejor rendimiento de la canal sin vísceras se obtuvo en aves alimentadas *ad libitum* y con un tiempo de ayuno de 6 horas; mientras que, el menor rendimiento se presentó en aves bajo restricción por tiempo con un ayuno de 18 horas. Sin embargo, aún en períodos prolongados

de ayuno (más de 12 horas), los rendimientos fueron altos (superiores al 70%), tal como lo mencionado por Vand der Wal et al, 1999.

Tejeda, 2012 y Thompson et al, 2006, señalan que a medida que aumenta el tiempo de privación de alimento, incrementa la pérdida de peso vivo. El menor porcentaje de merma se presentó en las aves alimentadas *ad libitum* y bajo un período de ayuno de 6 horas; el mayor porcentaje de merma fue en aves bajo un sistema de alimentación de restricción por tiempo y un tiempo de ayuno de 18 horas. Los resultados mostraron que hubo una mayor pérdida de peso cuanto más largo es el período de privación de alimento, y aunque la mayor merma ocurrió a las 18 horas de ayuno, este período no fue significativamente diferente al de 24 horas.

En el presente trabajo, no se observó diferencia estadística significativa del peso del hígado entre sistemas de alimentación, ni tampoco en programas de ayuno, que no es coincidente con Rosa et al, 2012 y Buhr et al, 1988, quienes reportaron valores de peso de hígado que son menores conforme aumenta el tiempo de ayuno. A pesar de que en el experimento actual se utilizaron programas de ayuno tan largos como 24 horas, no se observó este comportamiento.

Con un ayuno de 6 horas y bajo un sistema de alimentación de restricción por cantidad se obtuvo el mayor peso de contenido gastrointestinal, mientras que el menor peso se obtuvo a las 18 horas de ayuno bajo el mismo sistema de alimentación. El ayuno no solo está implicado en las pérdidas del contenido gastrointestinal, la reducción del peso de canales con ayunos mayores indica el uso metabólico del tejido de la canal, como lo encontraron Rosa et al, 2012. En el caso del retiro de alimento, el peso corporal disminuyó como una

consecuencia de la excreción de heces durante las primeras horas después del retiro de alimento, lo cual coincide con lo reportado por Van Der Wall et al, 1999. Ziiolecki, 1988 menciona que en el pollo de engorda, el contenido mínimo del intestino después de un largo período de ayuno es prácticamente constante, con un peso medio de 35.3 gramos, aunque en el presente estudio, el peso fue menor al mencionado con períodos de ayuno de 18 y 24 horas.

5. CONCLUSIONES

Si bien la alimentación *ad libitum* genera aves con mayor peso corporal y mejor ganancia de peso, cabe resaltar, que con el programa de restricción por tiempo la mortalidad fue nula. Por lo anteriormente mencionado, es necesario generar información que evalúe el impacto económico y compare si existe una mayor pérdida por un elevado consumo de alimento o por la tasa de mortalidad causada por dicho síndrome.

La modificación en los tiempos de ayuno cuando se emplean los programas de restricción alimenticia, es una estrategia que se debe de considerar, ya que conforme aumenta el tiempo de ayuno hay variaciones en los valores de algunos parámetros, como la disminución en el rendimiento de la canal con y sin vísceras, y el aumento en la merma; sin embargo, también se modifica el patrón de vaciado gastrointestinal, debido a que se disminuye el peso del contenido del tracto, lo que indica un mejor vaciamiento, sin mostrar diferencias significativas entre períodos de 18 y 24 horas de ayuno, sin dejar de lado, que se debe tener en consideración que tanto tiempos de ayuno cortos como prolongados, pueden traer consigo riesgos que repercutan en la calidad del producto final y en la salud humana.

6. REFERENCIAS

1. Consejo Nacional de Población. La situación demográfica de México 2015. México: CONAPO; 2015. 285 p.
2. una.org [Internet]. México: Unión Nacional de Avicultores; 2016 [consulta 17 mayo 2016]. Disponible en: <http://una.org.mx/index.php/component/content/article/2-uncategorised/19-indicadores-economicos>
3. UNA, Unión Nacional de Avicultores. Compendio de indicadores económicos del sector avícola. México: 2016.
4. Rueda BC. Viva el Pollo. El valor nutritivo, característica esencial de la seguridad alimentaria. Avicultores [Internet]. 2007 Sept [consulta 20 nov 2015]; 144: [36-37]. Disponible en: <http://www.fenavi.org/images/stories/revistaavicultores/libros/revista-144/>
5. ina.org [Internet]. México: Instituto Nacional Avícola; 2017 [consulta 14 nov 2015]. Disponible en: <http://ina.org.mx/>
6. Singh PK, Shekhar P, Kumar K. Nutritional and management control of ascites syndrome in poultry. Glob J Poult Farm Vaccinat. 2013; 1(1):76-82.
7. García CR, Villanueva CV, Cepeda DA, Padrón CE. Comportamiento de pollos bajo restricción alimenticia. Arch Latinoam Prod Anim. 1997; 5(1):319-320.
8. Suárez GL, Fuentes RJ, Torres HM, López SD. Efecto de la restricción alimenticia sobre el comportamiento productivo de pollos de engorda. Rev Agr Nueva época. 2004; 1(3):24-30.

9. Ocampo RJ, Vásquez CM, editores. Fisiopatología de la hipertensión arterial pulmonar en aves. SIRIVS. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2013.
10. Boostani A, Ashayerizadeh A, Mahmoodian FH, Kamalzadeh A. Comparisson of the effects of several feed restriction periods to control ascites on performance, carcass characteristics and hematological indices of broiler chickens. Braz J Poult Sci. 2010; 12(3):171-177.
11. Gómez LJI. Efecto de la restricción alimenticia sobre el síndrome ascítico en pollo de engorda. [tesis de maestría]. Jalisco (Méx): Universidad de Guadalajara; 2006.
12. Julián JR. Ascítis ¿están creciendo muy rápido? Sel Avi. 1991; 33(3): 162-168.
13. Martínez CIM. Evaluación de una premezcla de cultivo de levaduras en pollo de engorda, sobre su productividad y calidad de la canal. [tesis de licenciatura]. México (Méx): Universidad Nacional Autónoma de México; 2015.
14. Washburn KW. Efficiency of feed utilization and rate of feed passage through the digestive system. Poult Sci. 1991; 70(3):447-452.
15. Tejeda GVR, 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. [tesis de maestría]. México (Méx): Universidad Nacional Autónoma de México; 2012.
16. Castañeda SMP, Braña VD, Delgado SA, Tejeda GR, Vázquez DAS, Martínez VW. Embarque de Aves: Programas de Ayuno y Captura. [Internet]. México: SAGARPA-CONACYT-COFUPRO; 2013 [consulta 20 nov 2015]. Disponible en:

<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/MANUALES%20INIFAP/Embarque%20de%20aves,%20Programas%20de%20Ayuno%20y%20Captura.pdf>

17. fmvz.unam [Internet]. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2016 [14 nov 2015] Disponible en: <http://fmvz.unam.mx/fmvz/centros/ceiepav/localizacion.html>

18. inafed.gob [Internet]. México: Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal; 2010 [consulta 17 nov 2015]. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM09DF/delegaciones/09011a.html>

19. Arce MJ, López CC, Ávila GE, Tirado AJ. La restricción en el tiempo de acceso al alimento en pollo de engorda para reducir la mortalidad causada por el síndrome ascítico. Vet Méx. 1995; 26(3):25-229.

20. Cobb. Guía de manejo del pollo de engorde [Internet]. Cobb, 2012 [consulta 28 feb 2017]. Disponible en: http://cobb-vantress.com/languages/guidefiles/b5043b0f-792a-448e-b4a1-4aff9a30e9eb_es.pdf

21. Vergara P, Ferrando C, Jiménez M, Fernández E, Goñalons E. Factors determining gastrointestinal transit time of several markers in the domestic fowl. Q J Exp PHYSIOL. 1989; 74(6):867-974.

22. May JM. Extended and corrected tables of the upper percentage points of the "Studentized" range. Biometrika. 1952; 39(1-2): 192-193.

23. Salinas GI, Pró MA, Becerril PC, Cuca GJ, García MR, Sosa ME. Restricción alimentaria en pollo de engorda para la prevención del síndrome ascítico y su efecto en el ingreso neto. Agrocien. 2004; 38(1):33-41.

24. Paguay ZCG, Parra CCA. Efecto de la restricción alimenticia cuantitativa y cualitativa sobre la productividad e incidencia de síndrome ascítico en pollos machos Cobb 500 a 2664 MSNM. [tesis de licenciatura]. Cuenca (Ecuad): Universidad de Cuenca; 2016.
25. Sibly RM. Strategies in digestion and defecation. *Physiol Ecol Evol Approach Resour.* 1981; 109-139.
26. Clench MH, Mathias JR. Motility responses to fasting in the gastrointestinal tract of 3 avian species. *The Condor.* 1995; 97: 1041-1047.
27. Angel R, Kim SW, Li W, Jiménez ME. Velocidad de paso y pH intestinal en aves: implicaciones para la digestión y el uso de enzimas. XXIX Curso de especialización Fedna: Madrid, 2013, Nov 6 y 7.
28. Hy line Internacional. W36 Ponedoras comerciales [Internet]. Hy Line de México, 2013 [consulta 28 feb 2017]. Disponible en: [http://www.hyline.com.mx/im%20Algenes/Gu%20ADa%20Manejo%20W36%202013%20\(V70\).pdf](http://www.hyline.com.mx/im%20Algenes/Gu%20ADa%20Manejo%20W36%202013%20(V70).pdf)
29. Pletsch CR, Terraes JC, Redidatt FA, Fernández RJ, Asiain MV. Consecuencias de la restricción alimenticia sobre la producción de huevos en hembras tipo Capero. *Rev Vet.* 2009; 20(2): 86-91.
30. López CC, Arce MJ, Ávila GE. El síndrome ascítico en pollos: 2- restricción alimenticia. En: VI Congreso Latinoamericano de Nutrición Animal; 2014, Sept 23-26; San Pedro, Sao Paulo. Brasil; 2014.

31. Zirolecki J. Incremento de los rendimientos en la fase del sacrificio del broiler. *Sel Avic.* 1988; 30(5):138-140.
32. Thompson KL, Applegatz TJ. Feed withdrawal alters small-intestinal morphology and mucus of broilers. *Poult Sci.* 2006; 85(9): 1535-1540.
33. Van Der Wal PG, Reimert HGM, Goedhart HA, Engel B, Uijttenboogaart TG. The effect of feed withdrawal on broiler blood glucose and nonesterified fatty acid levels, postmortem liver pH values and carcass yield. *Poult Sci.* 1999; 78(4):569-573.
34. Rosa PS, Cunha JA, Scheuermann GN, Lopes L, Bomm ER. Effect of broiler fasting time during pre-slaughter. In: *World's Poultry Congress 24; 2012. Ago 5-9; Salvador, Bahía. Brasil; Embrapa; 2012. p. 144-147.*
35. Buhr RJ, Northcutt JK, Lyon CE, Rowland GN. Influence of time off feed on broiler viscera weight, diameter and shear. *Poult Sci.* 1998; 77(5):758-764.

7. CUADROS

PARÁMETROS PRODUCTIVOS

Cuadro 3. Peso corporal semanal por sistema de alimentación.

PESO CORPORAL (g)			
	<i>Ad libitum</i>	Restricción por cantidad	Restricción por tiempo
Semana 1	147.12 a \pm 3.606	139.03 a \pm 3.606	145.35 a \pm 3.606
Semana 2*	391.85 a \pm 12.612	375.05 a \pm 12.612	314.08 b \pm 12.612
Semana 3*	795.39 a \pm 15.216	719.63 b \pm 15.216	590.73 c \pm 15.216
Semana 4*	1174.49 a \pm 27.718	1076,86 a \pm 27.718	922.50 b \pm 27.718
Semana 5*	1435.63 a \pm 32.925	1370.70 a b \pm 32.925	1254.16 b \pm 32.925
Semana 6*	2231.72 a \pm 47.102	2067.56 a \pm 47.102	1861.95 b \pm 47.102
Semana 7*	2584.05 a \pm 59.244	2337.21 b \pm 59.244	2195.65 b \pm 59.244

*Niveles que difieren en literal son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

Cuadro 4. Ganancia de peso semanal por sistema de alimentación.

GANANCIA DE PESO (g)			
	<i>Ad libitum</i>	Restricción por cantidad	Restricción por tiempo
Semana 1	107.58 a ± 3.302	99.45 a ± 3.302	105.60 a ± 3.302
Semana 2*	244.73 a ± 12.040	236.01 a ± 12.040	168.73 b ± 12.040
Semana 3*	403.53 a ± 8.354	344.58 b ± 8.354	276.65 c ± 8.354
Semana 4	379.10 a ± 17.357	357.23 a ± 17.357	331.76 a ± 17.357
Semana 5*	331.66 a ± 9.834	293.83 b ± 9.834	261.14 b ± 9.834
Semana 6*	796.08 a ± 16.940	696.86 b ± 16.940	607.79 c ± 16.940
Semana 7*	352.33 a ± 14.517	333.69 a ± 14.517	269.65 b ± 14.517

*Niveles que difieren en literal son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

Cuadro 5. Consumo de alimento semanal por sistema de alimentación.

CONSUMO DE ALIMENTO (g)			
	<i>Ad libitum</i>	Restricción por cantidad	Restricción por tiempo
Semana 1	117.20 a ± 1.705	113.74 a ± 1.705	116.75 a ± 1.705
Semana 2*	345.93 a ± 3.337	311.56 b ± 3.337	246.14 c ± 3.337
Semana 3*	610.13 a ± 12.095	531.84 b ± 12.095	442.60 c ± 12.095
Semana 4*	765.60 a ± 22.608	715.43 a ± 22.608	621.74 b ± 22.608
Semana 5	762.04 a ± 22.352	769.25 a ± 22.352	793.91 a ± 22.352
Semana 6*	1338.58 a ± 32.511	1189.22 b ± 32.511	970.53 c ± 32.511
Semana 7*	914.73 a ± 13.934	816.58 b ± 13.934	796.62 b ± 13.934

*Niveles que difieren en literal son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

Cuadro 6. Conversión alimenticia semanal por sistema de alimentación.

CONVERSIÓN ALIMENTICIA (g)			
	<i>Ad libitum</i>	Restricción por cantidad	Restricción por tiempo
Semana 1	1.08 a ± 0.029	1.15 a ± 0.029	1.10 a ± 0.029
Semana 2	1.45 a ± 0.084	1.32 a ± 0.084	1.46 a ± 0.084
Semana 3	1.51 a ± 0.039	1.54 a ± 0.039	1.60 a ± 0.039
Semana 4	2.01 a ± 0.059	2.01 a ± 0.059	1.88 a ± 0.059
Semana 5*	2.92 a ± 0.167	2.64 a b ± 0.167	2.40 b ± 0.167
Semana 6*	1.70 a ± 0.027	1.68 a b ± 0.027	1.60 b ± 0.027
Semana 7*	2.97 a ± 0.094	2.61 a b ± 0.094	2.46 b ± 0.094

*Niveles que difieren en literal son significativamente diferentes (P<0.05)

Cuadro 7. Porcentaje de mortalidad total por tratamiento durante el período de crianza.

MORTALIDAD (%)		
<i>Ad libitum</i>	Restricción por cantidad	Restricción por tiempo
4.75 a $\pm 0.568^*$	4.00 a b $\pm 0.568^*$	0 b $\pm 0.568^*$

*Niveles que difieren en literal son significativamente diferentes (P<0.05)

Cuadro 8. Tiempo de tránsito gastrointestinal por sistema de alimentación al día 14, 28 y 35.

TIEMPO DE TRÁNSITO GASTROINTESTINAL			
	<i>Ad libitum</i>	Restricción por cantidad	Restricción por tiempo
Día 14	152.95 b ±8.359	165.15 a b ±8.359	187.45 a ±8.359
Día 28	187.15 a ±9.995	184.75 a ±9.995	162.10 a ±9.995
Día 32	196.45 a ±8.548	194.90 a ±8.548	181.80 a ±8.548

*Niveles que difieren en literal son significativamente diferentes (P<0.05)

Cuadro 9. Resultados del coeficiente de variación para la correlación de la uniformidad medida a los 21, 35 y 42 días del ciclo.

COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)			
Tratamiento	Día 21	Día 35	Día 42
<i>Ad libitum</i>	10.125	13.510	15.461
Restricción por cantidad	8.582	12.046	13.755
Restricción por tiempo	11.185	12.967	14.293

PROCESAMIENTO

Cuadro 10. Resultados de la evaluación de canales de pollo de engorda obtenidos a partir de 3 sistemas de alimentación.

PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN	REND. CON VÍSCERAS	REND. SIN VÍSCERAS*	MERMA*	PESO HÍGADO	PESO CONTENIDO GI
(A) <i>Ad libitum</i>	87.26 a \pm 0.174	73.89 a \pm 0.202	4.93 b \pm 0.218	55.41 a \pm 5.642	27.79 a \pm 2.105
(B) Restricción por cantidad	86.90 a \pm 0.176	73.20 a b \pm 0.205	5.60 a \pm 0.220	52.05 a \pm 5.797	27.01 a \pm 2.163
(C) Restricción por tiempo	86.89 a \pm 0.167	72.96 b \pm 0.195	5.54 a \pm 0.209	58.49 a \pm 5.529	29.43 a \pm 2.063

*Niveles que difieren en literal son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Cuadro 11. Resultados de la evaluación de canales de pollo de engorda obtenidos a partir de 4 programas de ayuno.

AYUNO	REND. CON VÍSCERAS*	REND. SIN VÍSCERAS*	MERMA*	PESO HÍGADO	PESO CONTENIDO GI*
6 horas	89.08 a \pm 0.201	74.53 a \pm 0.234	3.53 c \pm 0.252	65.33 a \pm 6.582	42.51 a \pm 2.456
12 horas	87.29 b \pm 0.202	72.99 b \pm 0.234	4.54 b \pm 0.254	54.27 a \pm 6.424	33.36 b \pm 2.396
18 horas	85.32 c \pm 0.201	71.28 c \pm 0.233	7.00 a \pm 0.250	49.89 a \pm 6.540	18.35 c \pm 2.440
24 horas	86.42 b \pm 0.193	74.47 a b \pm 0.225	6.30 a \pm 0.241	52.12 a \pm 6.582	18.19 c \pm 2.456

*Niveles que difieren en literal son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Cuadro 12. Resultados de la evaluación de canales de pollo de engorda obtenidos a partir de la interacción de 3 sistemas de alimentación y 4 programas de ayuno.

RESTRICCIÓN *AYUNO	REND. CON VÍSCERAS*	REND. SIN VÍSCERAS*	MERMA*	PESO HÍGADO	PESO CONTENIDO GI*
A-6	89.17 a ± 0.261	74.86 a	3.33 d	58.32 a ± 7.748	38.95 a b ± 2.890
B-6	89.12 a b ± 0.273	74.83 a	4.10 c d	55.95 a ± 5.615	51.54 a ± 3.184
C-6	88.95 a b	73.96 a b	3.29 d	78.95 a	40.65 a b
A-12	87.51 a b c ± 0.277	73.49 a b	4.05 c d	53.87 a ± 0.814	33.71 a b c ± 3.001
B-12	87.35 b c ± 0.265	73.02 a b	4.37 c d	55.65 a ± 4.198	30.67 a b c ± 2.961
C-12	87.10 c	72.65 a b c	5.01 b c	53.34 a	35.52 a b c
A-18	86.00 c d ± 0.263	72.66 a b c	6.05 a b	52.36 a ± 2.545	17.82 c ± 2.852
B-18	85.04 d ± 0.263	71.20 b c	7.35 a	53.87 a ± 2.469	16.10 c ± 3.032
C-18	84.89 d	69.89 c	7.63 a	46.83 a	21.76 b c
A-24	86.39 c d	74.33 a	6.07 a b	58.10 a	19.60 b c
B-24	86.49 c d	74.03 a b	6.32 a b	49.05 a	17.84 c
C-24	86.39 c d	75.05 a b	6.52 a	51.67 a	17.69 c

*A= *Ad libitum*; B= Restricción por cantidad; C= Restricción por tiempo; 6, 12, 18 y 24 corresponden a los períodos de ayuno. *Niveles que difieren en literal son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

Cuadro 13. Valoración y comparación del coeficiente de variación y la uniformidad.

Índice	Coeficiente de variación	Uniformidad
Superior	6 ó menos	91 ó más
Excelente	6.1 a 7.4	84 a 90
Bueno	7.5 a 8.8	77 a 83
Promedio	8.9 a 10.3	70 a 76
Regular	10.4 a 11.5	63 a 69
Malo	11.6 a 12.9	56 a 62
Muy malo	13 ó más	55 ó menos

*Modificación del cuadro de Hy line internacional.²⁸

8. FIGURAS



Figura 2. La imagen muestra la ausencia de contenido en el tracto gastrointestinal proveniente de un ave alimentada *ad libitum* y sometida a un período de ayuno de 24 horas.



Figura 3. Tracto gastrointestinal proveniente de un ave sometida a restricción por cantidad y con un ayuno de 24 horas. Se observan residuos de alimento en ingluvies y estómago muscular.



Figura 4. Residuos de alimento en estómago muscular y duodeno en el tracto gastrointestinal proveniente de un ave sometida a restricción por tiempo con un ayuno de 24 horas.

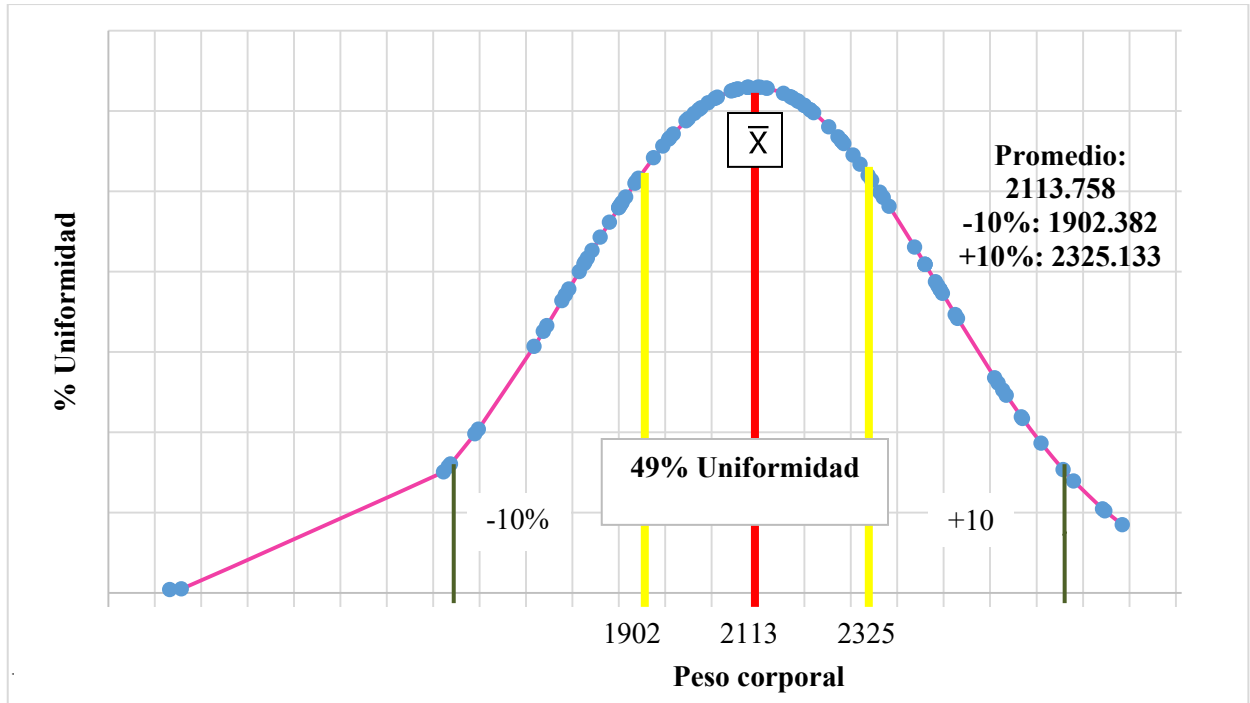


Figura 5. La gráfica muestra el porcentaje de uniformidad para el tratamiento *ad libitum* al día 42 del ciclo productivo, así como el promedio de peso (\bar{X}).

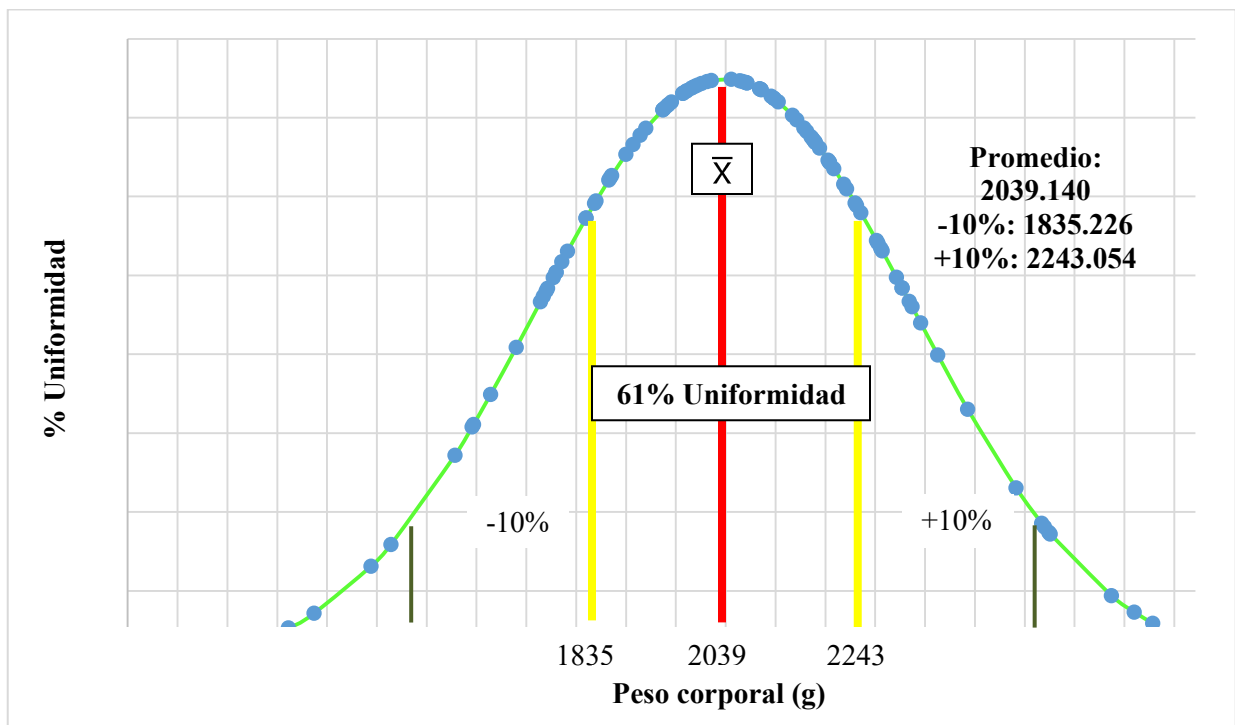


Figura 6. La gráfica muestra el porcentaje de uniformidad para el tratamiento de restricción por cantidad al día 42 del ciclo productivo, así como el promedio de peso (\bar{X}).

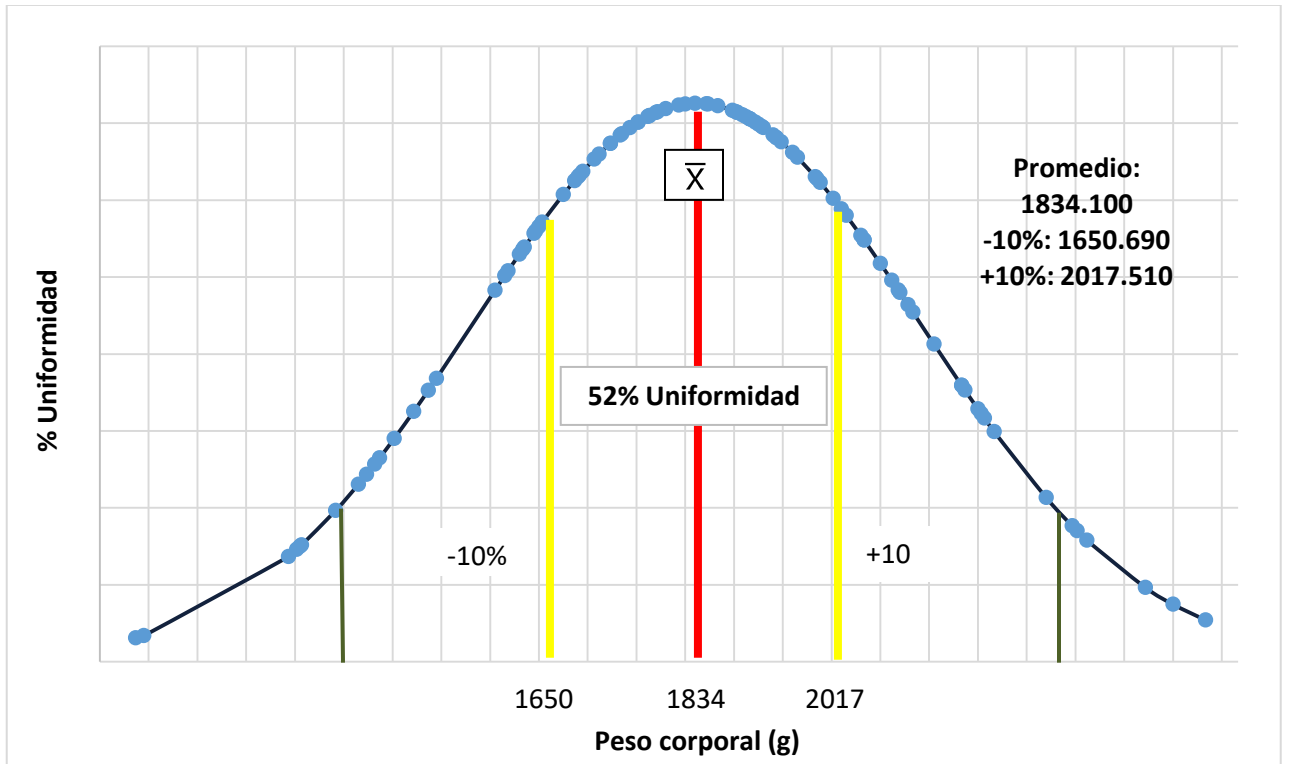


Figura 7. La gráfica muestra el porcentaje de uniformidad para el tratamiento de restricción por tiempo al día 42 del ciclo productivo, así como el promedio de peso (\bar{X}).