



UNIVERSIDAD MICHUACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECHNIA

**“TEMPERATURA CORPORAL Y PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS
CON DIFERENTES PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN EN POLLO
DE ENGORDA”**

TESIS QUE PRESENTA:
BRISEIDA GAMIÑO CRUZALEY

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECHNISTA

Asesor

Dr. José Arce Menocal

Co-asesor

M en C. Luis Garibay Torres

Morelia, Michoacán. Enero del 2020

DEDICATORIA

A mis padres, José Fernando Gamiño Fernández y Patricia Cruzaley Díaz Barriga, quienes con cariño, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño más. Gracias por su constante e incondicional apoyo, por siempre creer en mi, alentarme en las situaciones más difíciles y mostrarme lo realmente importante de la vida.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por abrirme sus puertas y permitirme adquirir conocimientos en beneficio de mi superación personal y profesional.

A mis hermanos, Brenda y Brandon, que aun siendo tan diferentes en muchos aspectos, siempre encontraron la forma de alentarme y apoyarme cuando los necesité.

A mi novio Enrique Pintor, mi compañero durante la carrera y la realización de este trabajo, por su compañía, apoyo incondicional y constante motivación.

A Wendy, fiel compañera que en paz descanse, por acompañarme siempre.

A mis amigos, principalmente Dulce Sánchez, Katia Tinoco y Alejandra Guzmán, por apoyarme siempre y hacer de la Universidad una etapa inolvidable.

A mi asesor, Dr. José Arce Menocal, por la confianza que depositó en mí y brindarme la oportunidad de realizar esta tesis profesional, por el tiempo dedicado y su motivación para crecer profesionalmente.

A mi co-asesor MC. Luis Garibay Torres y a la MVZ Sujey Ayala López por su apoyo, amistad, colaboración y conocimientos inculcados.

Índice

No.	Pág.
1. Introducción.....	1
2. Marco teórico.....	2
2.1 Bienestar animal en avicultura.....	2
2.2 Temperatura ambiental.....	3
2.2.1 Efecto de la temperatura ambiental alta.....	4
2.2.2 Efecto de la temperatura ambiental baja.....	7
2.3 Temperatura corporal	7
2.3.1 Regulación de la temperatura corporal	8
2.3.2 Factores que alteran la temperatura corporal	11
2.4 Humedad de la cama.....	12
2.5 Temperatura del agua.....	12
2.6 Consumo de agua	13
2.7 Restricción de alimento.....	16
3. Objetivo	19
3.1 Objetivo general.....	19
3.2 Objetivos específicos	19
4. Material y métodos	20
5. Resultados	24
6. Discusión.....	26
7. Conclusiones.....	29
8. Bibliografía	30
9. Anexos	36

INDÍCE DE CUADROS

No.

Cuadro 1. Temperatura y humedad adecuada a la altura de las aves	4
Cuadro 2. Influencia de la temperatura ambiental en los pollos de carne	6
Cuadro 3. Consumo del agua para pollos de engorda mantenidos en ambiente de termoneutralidad	14
Cuadro 4. Relación temperatura ambiental y tasa de consumo de agua y alimento	15
Cuadro 5. Temperatura ambiental a la altura de las aves	22
Cuadro 6. Resultados de peso corporal (Kg) en pollo de engorda Macho con y sin programa de restricción de alimento	36
Cuadro 7. Resultados de porcentaje de la Uniformidad en pollo de engorda Macho con y sin programa de restricción de alimento	36
Cuadro 8. Resultados en el consumo de alimento (Kg) en pollo de engorda Macho con y sin programa de restricción de alimento	37
Cuadro 9. Resultados en la conversión de alimento (Kg/Kg) en pollo de engorda Macho con y sin programa de restricción de alimento	37
Cuadro 10. Resultados del consumo de agua (Litros) en pollo de engorda Macho con y sin programa de restricción de alimento	38
Cuadro 11. Resultados en la mortalidad general (%) en pollo de engorda Mcho con y sin programa de restricción de alimento	38
Cuadro 12. Resultados en la mortalidad por Síndrome Ascítico (%) en pollo de engorda Macho con y sin programa de restricción de alimento	39
Cuadro 13. Resultados de humedad de cama (%) en pollo de engorda Macho con y sin programa de restricción de alimento	39
Cuadro 14. Resultados de temperatura ambiental (°C), humedad relativa (%) y agua de consumo (°C) durante los horarios del día	40

Cuadro 15. Resultados de temperatura corporales (°C) en pollos de engorda machos con y sin programa de restricción de alimento durante los horarios del día	42
Cuadro 16. Número de horas de diferentes temperaturas corporales de aves en tratamiento de control y restricción	44
Cuadro 17. Número de horas de temperatura ambiental	45
Cuadro 18. Parámetros ambientales registrados dentro de la caseta durante la prueba.....	45
Cuadro 19. Parámetros ambientales registrados dentro de la caseta durante la prueba.....	46
Cuadro 20. Dieta utilizada para la prueba	47
Cuadro 21. Análisis calculado de la dieta	48

ÍNDICE DE GRÁFICAS

No.

Gráfica 1. Temperatura ambiental (°C) a través del tiempo.....	40
Gráfica 2. Humedad relativa (%) a través del tiempo	41
Gráfica 3. Temperatura del agua de consumo a través del tiempo	41
Gráfica 4. Temperatura de pollos de engorda Macho con y sin programa de restricción de alimento	43
Gráfica 5. Temperatura corporal (°C) del tratamiento control a través del tiempo	43
Gráfica 6. Temperatura corporal (°C) del tratamiento de restricción de alimento a través del tiempo	44

RESUMEN

Se compararon dos programas de alimentación sobre parámetros zootécnicos, humedad de cama y temperaturas corporales. Se utilizaron 470 pollitos machos de la estirpe Ross 308, manteniéndose hasta los 42 días de edad distribuidos en 2 tratamientos con 5 réplicas de 47 pollitos cada uno. Los tratamientos consistieron en: un control, con alimentación *ad libitum*; y otro con restricción de alimento (20% menos de cantidad de alimento que el control a partir del día 14 a 42 de edad). Las medias se compararon bajo un análisis de varianza. Para las temperaturas corporales se realizó un factorial 2 tratamientos x 3 horarios del día. El programa de restricción ($p < 0.01$) disminuyó 17.37% el peso corporal, 18.34% el consumo de alimento, 18.8% la mortalidad general, 12.40% la mortalidad por síndrome ascítico y 14.65% el consumo de agua, con relación al tratamiento control al final de la prueba. El programa de restricción de alimento disminuyó la temperatura corporal en 2.8% y aumentó en 18% la humedad de la cama, con relación al tratamiento control. Se concluye que la restricción de alimento estudiada ocasionó una descompensación energética, con las consecuencias negativas en los parámetros zootécnicos, lo que explica el bajo porcentaje de uniformidad, el bajo peso corporal y el no tener el beneficio en la conversión de alimento, que se obtiene cuando se aplica un programa de restricción de alimento moderado.

PALABRAS CLAVE: Pollo de engorda/ Restricción de alimento/ Temperaturas/ Parámetros zootécnicos/ Humedad de cama

ABSTRACT

Two feeding programs were compared on zootechnical parameters, bedding moisture and body temperatures. We used 470 male chicks of the Ross 308 lineage, kept until 42 days of age, distributed in 2 treatments with 5 replicates of 47 chicks each. The treatments consisted of: one control, with ad libitum feeding; and another with feed restriction (20% less feed amount than the control from day 14 to 42 of age). Means were compared under an analysis of variance. For body temperatures a factorial 2 treatments x 3 day schedules was performed. The restriction program ($p < 0.01$) decreased body weight by 17.37%, feed consumption by 18.34%, overall mortality by 18.8%, mortality by ascitic syndrome by 12.40% and water consumption by 14.65% in relation to the control treatment at the end of the test. The feed restriction program decreased body temperature by 2.8% and increased bed moisture by 18%, in relation to the control treatment. It was concluded that the feed restriction study caused an energy imbalance, with negative consequences on zootechnical parameters, which explains the low percentage of uniformity, low body weight and not having the benefit in feed conversion, which is obtained when a moderate feed restriction program is applied.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la avicultura es uno de los sectores estratégicos para la alimentación en México; toda vez que los productos avícolas juegan un papel importante, 6 de cada 10 personas incluyen en su dieta huevo y pollo, esto se debe en parte, a que ambos productos se encuentran al alcance de las familias mexicanas, y también a su alto contenido nutricional, accesibilidad y versatilidad. Para el cierre de 2018 el consumo per cápita nacional de carne de pollo fue de 28.42 kg por habitante (UNA, 2018). En la avicultura se debe considerar el comportamiento de las aves y las variables ambientales dentro de las casetas para proporcionar un ambiente confortable y alcanzar el nivel óptimo de rendimiento. La temperatura, la calidad del aire, la humedad y la luz, son factores críticos a considerar para lograr este objetivo (Pantoja, 2014).

La temperatura ambiental es un factor crítico desde la incubación de los pollitos y hasta finalizar el proceso de engorda, debido a que influye directamente en la temperatura corporal de las aves, la cual está regulada por el equilibrio entre la producción y la pérdida de calor. El pollo puede estresarse fácilmente si su temperatura corporal disminuye o aumenta tan solo un grado. Una vez que cambia su temperatura corporal, el ave tratará de compensarla y en muchos casos esto significa que tendrá un efecto negativo en el rendimiento (Fairchild, 2010). Existen algunos factores que inciden en la temperatura corporal; entre ellos se encuentra cualquier alteración que ocasione estrés al ave, la densidad de población, la humedad relativa, la velocidad del aire y los periodos de oscuridad, principalmente (Czarick, 2018). Por otro lado, una práctica muy común en la producción de las aves de engorda son los programas de restricción de alimento que pueden tener consecuencias en la reducción de la eficiencia y digestibilidad de los alimentos, lo que hace que se comprometan los parámetros zootécnicos del ave. La humedad de la cama, junto con los factores ambientales, pueden causar modificaciones en la temperatura corporal, parámetros zootécnicos, salud y/o bienestar de las aves, motivo del presente estudio.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Bienestar animal en avicultura

El concepto de bienestar animal, se refiere al estado del animal y al modo en que afronta las condiciones de su entorno. Un animal cuenta con buenas condiciones de bienestar si está sano, cómodo, bien alimentado, seguro, si puede expresar formas innatas de comportamiento y si no padece sensaciones desagradables de dolor, miedo, desasosiego. Para mantener el bienestar de los animales es necesario que se prevengan sus enfermedades y que se les administren tratamientos veterinarios apropiados. Además, es importante que se les proteja, maneje y alimente correctamente y que se les manipule y sacrifique de manera compasiva (SAG, 2018). Las aves no han dejado de evolucionar, así como la avicultura que aprovecha el potencial para mejorar cada año, con parámetros productivos más exigentes y competitivos derivado del mejoramiento genético que se va adaptando a las necesidades del mercado.

Para que un ave manifiesten fenotípicamente el potencial genético, es necesario mayor cuidado, prestar atención en los detalles como son: calidad de alimento (nutritivo e inocuo), hidratación (potable, fresca y el volumen adecuado de acuerdo a la edad), calidad de aire (niveles de amoníaco, oxígeno, bióxido de carbono aceptables), temperatura (sin importar el cambio climático con frío o calor extremo las aves deberán encontrarse en su zona de confort), manejos zootécnicos menos estresantes (sexado, vacunación, pesaje, cosecha, transporte, aturdido, sacrificio, etc.).

En la avicultura, un programa de bienestar animal no busca evitar el sacrificio de las aves, pero aboga por el sentido común en su cuidado y además promueve evitar el maltrato y el abuso. Un adecuado programa de bienestar animal debe documentar las condiciones que les permitan a las aves, a lo largo de su vida, un sano desarrollo físico y comportamiento natural, encaminadas a proporcionar comodidad, tranquilidad, protección y seguridad a los animales durante su crianza, desarrollo, transporte y sacrificio. Las aves bien cuidadas alcanzan en forma consistente niveles de alta productividad, rentabilidad y calidad (Álvarez, 2019).

A menudo se piensa que una producción satisfactoria es de por sí garantía de unas adecuadas condiciones de bienestar animal, pero la relación entre la producción y el bienestar animal es, sin embargo, mucho más compleja pues es necesario evaluar muchas variantes y criterios como: mortalidad, morbilidad, alteraciones de la marcha, estado de las plumas, incidencia de enfermedades, comportamiento, consumo de agua y alimento, rendimiento, tasa de lesiones, vocalización, entre otras. Por lo tanto, las recomendaciones más importantes son la constante revisión en áreas de bioseguridad, sanidad animal, manejo y entorno (OIE, 2019).

2.2 Temperatura ambiental

La temperatura ambiental en pollos de engorda es esencial desde la incubación, la manipulación de los parámetros en esta etapa puede influenciar las respuestas fisiológicas de las aves después del nacimiento, entre ellas se destaca la resistencia al estrés térmico de aves adultas. El manejo de temperatura en granja se diferencia en dos etapas, la crianza durante los primeros 21 días de vida, periodo en el cual los pollitos no pueden regular su temperatura corporal y dependen de una fuente de calor externa, y la etapa de engorda y finalización, a partir de los 22 días, momento en el cual los pollos pueden controlar su temperatura, proceso acompañado por el crecimiento de plumas (Pantoja, 2014).

Es esencial conocer los efectos generados por la variación de la temperatura ambiental o la calidad de aire. Por ejemplo, se sabe que durante los episodios de estrés calórico las aves aumentan su consumo de agua y disminuyen el consumo de alimento, lo que eventualmente resulta en disminución del crecimiento y productividad (Kusnadi y Djulardi, 2011). Por otro lado, las temperaturas ambientales bajas ocasionan hipotermia, y parece ser un factor importante que causa la alta incidencia del síndrome de hipertensión pulmonar (ascitis) en pollos de engorda criados en clima frío (Malheiros, 2000).

Entre 15 y 25 °C se encuentra la zona de neutralidad térmica de las aves; a menos de 10 °C las aves comen más y requieren mayores niveles de energía para mantener la temperatura del organismo; con una temperatura de más de 20 °C disminuye la necesidad de utilizar energía del organismo; y con una temperatura superior a 30 °C,

las aves son cada vez más incapaces de afrontar la situación de baja humedad y ocurre evaporación, lo cual produce un efecto refrescante en las aves. Cuando la temperatura ambiental es alta, las aves salen de la zona de termoneutralidad, por lo que necesitan realizar cambios metabólicos para mantener su temperatura corporal. Los mecanismos que tienen las aves para eliminar calor al ambiente son: radiación, conducción, convección y evaporación (Quintana, 2011).

Cuadro 1. Temperatura y humedad adecuada a la altura de las aves*

Edad	Temperatura en °C	Humedad en %
1º - 2º día	32-33	50-55
3º - 7º día	29-30	50-60
2da semana	27-29	55-60
3ra semana	25-27	60-70
4ta semana	23-25	65-70
5ta semana en adelante	21-23	65-70

*Quintana, 2011

La temperatura operativa se define como la temperatura mínima dentro del galpón más dos tercios de la diferencia entre las temperaturas internas mínima y máxima. Este concepto es importante cuando existen fluctuaciones significativas en la temperatura durante el día.

2.2.1 Efecto de la temperatura ambiental alta

Un estrés por calor agudo, así como un estrés crónico son perjudiciales para el rendimiento productivo.

Entre los efectos negativos del estrés calórico que afectan directamente la productividad del lote, se encuentran:

- Consumo de alimento: A medida que la temperatura ambiente y/o humedad relativa se eleva por encima de la zona termoneutra o zona de confort, disminuye drásticamente la capacidad de las aves para disipar el calor. Por lo tanto, durante el estrés calórico hay una reducción en la eficiencia de los

alimentos, esta reducción también puede ser debida a la menor digestibilidad de los alimentos.

Las aves sometidas a estrés por calor no tienen la misma tasa de crecimiento que las aves mantenidas en ambiente termoneutro. Los procesos tales como jadeo y apertura de las alas en un intento de disipar el calor requieren el gasto de energía extra, lo que conlleva a una reducción en la eficiencia de utilización de los alimentos, resultando generalmente en una mayor tasa de conversión en pollos de engorda sometidos al calor (Dai y Buttow, 2015).

- **Inmunidad:** Cuando hay un estrés por calor prolongado, la concentración de corticosterona siempre está elevada, el perjuicio de que esta hormona esté por encima de los valores normales es que suprime las funciones inmunológicas, por lo que existe inmunodeficiencia, que se traducirá en una mayor predisposición a enfermedades y en el aumento de mortalidad.
- **Salud intestinal:** El estrés por calor afecta a la mucosa, a la microbiota, a la microarquitectura y a la permeabilidad intestinal. La mucosa intestinal es importante para que se dé la máxima absorción de nutrientes, y una microbiota adecuada sirve como barrera para la invasión de microorganismos patógenos. Se ha demostrado que un cambio de temperatura brusco es tan perjudicial como un cambio de ingredientes en la dieta, en ambos casos existe un desequilibrio en la microflora y se rompe la tolerancia inmunológica. En estados tempranos de estrés por calor, el desarrollo del páncreas se ve afectado. Si no hay buena salud intestinal, la pigmentación puede verse afectada.
- **Balance electrolítico:** En el estrés por calor, el balance de sodio y potasio es negativo y por lo tanto se produce un efecto adverso en cuanto a la osmolaridad y función celular. Sin un balance adecuado, ninguna reacción bioquímica tendrá una buena eficacia.
- **Desórdenes metabólicos:** El estrés por calor está asociado a un mayor porcentaje de acumulación de grasa en el cuerpo del ave. En aves criadas a una temperatura por encima de su zona de confort, se incrementó la concentración de la enzima "lipoproteína lipasa" en el tejido adiposo

abdominal, por lo tanto, se incrementó la capacidad de recibir y almacenar los triglicéridos que vienen en los quilomicrones luego de la digestión y absorción del alimento en el intestino. Hay un efecto negativo sobre el metabolismo de carbohidratos y proteínas.

- Desórdenes endocrinos: La corticosterona u hormona del estrés, se encuentra en concentraciones elevadas, esta hormona provoca degradación del tejido muscular, existe un predominio hacia la síntesis de grasas y se favorece su acumulación en el tejido adiposo.
- Estrés oxidativo: La exposición al calor provoca mayor generación de radicales libres e interfiere con los sistemas encargados de regular el choque oxidativo. En un estado de estrés oxidativo, se incrementa la peroxidación de lípidos, la actividad de la enzima creatina quinasa se ve disminuida y se incrementa la oxidación de proteína muscular (Uculmana, 2017).

Cuadro 2. Influencia de la temperatura ambiental en los pollos de carne*

Temperatura ambiente °C	Consumo relativo de alimento %	Crecimiento relativo %
24	100	100
29	78	84
32	53	53

*Quintana, 2011

Los niveles en plasma de las hormonas tiroideas triyodotironina (T3) y tiroxina (T4), disminuyen durante el estrés por el calor. Estos cambios están asociados con el aumento de la utilización de la glucosa y una mayor deposición de lípidos por el tejido adiposo. Además, la disminución en el contenido de proteína indica cambios en la síntesis o degradación de la misma. Los cambios en el metabolismo de la grasa y la proteína también están asociados a un aumento del nivel de corticosterona en plasma durante el estrés por calor. Este aumento también se ha asociado con inmuno-supresión, que resulta en un aumento de la relación heterófilos:linfocitos, esto se debe a los efectos del estrés por calor por sí mismo y no a la disminución del consumo provocada por el mismo.

Para aumentar la pérdida de calor, los pollos aumentan la frecuencia respiratoria, lo que requiere una cantidad de energía considerable, este es otro factor que explica el aumento del índice de conversión por el estrés por calor. Además, puede inducir una alcalosis respiratoria, debido a que se emplea más H^+ en el cuerpo, junto con HCO_3^- para formas H_2O y CO_2 . A mayor frecuencia respiratoria, más CO_2 se exhala. El empleo extra de H^+ para producir CO_2 resulta en un incremento el pH sanguíneo, que puede ocasionar un aumento de la mortalidad cuando las aves no son capaces de controlar el pH y la temperatura corporal.

Por otra parte, el estrés por calor origina balances de sodio y potasio negativos. En concreto, la excreción de potasio aumenta con el estrés por calor. El potasio y el sodio son importantes para mantener el pH plasmático y el volumen de fluido corporal (Valdes y Enting, 2012).

2.2.2 Efecto de la temperatura ambiental baja

Los pollitos sometidos a una temperatura fría tienen dificultades en sus sistemas inmunológico y digestivo. Como resultado, pollitos estresados por el frío crecen menos y tienen mayor susceptibilidad a las enfermedades. Los animales estresados por el frío exhibirán una mayor incidencia de ascitis, un trastorno metabólico que se traduce en menor rendimiento, mayor mortalidad y mayores decomisos en la planta de procesamiento.

Los pollos expuestos a bajas temperaturas de crianza tienen menores tasas de crecimiento, además de consumir más alimento para mantenerse calientes, reduciendo la eficiencia de los nutrientes y aumentando los costos de alimentación (Fairchild, 2010).

2.3 Temperatura corporal

Las temperaturas óptimas para garantizar el máximo confort, consumo de alimento y adecuado desarrollo de órganos y tejidos varían a medida que las aves crecen (Oviedo, 2017).

La temperatura orgánica de las aves presenta una mayor variabilidad que los mamíferos. Durante la fase embrionaria el pollito es un animal poiquilotermo, es decir, no regula adecuadamente su temperatura corporal y depende de la del medio

ambiente para mantener la suya. Tras el nacimiento, gradualmente van transformándose en animales homeotermos (Villa, 2010). El pollito desarrolla la capacidad de regular su temperatura corporal alrededor de los 12 y 14 días de edad. La temperatura corporal de un pollito de un día de edad es de aproximadamente 39°C, pero para cuando tiene cinco días de edad la temperatura corporal es de 41°C, igual que el adulto (Fairchild, 2010).

En el ave adulta la temperatura fluctúa entre 40.5 y 41.9 °C, los pollitos de un día de edad poseen una temperatura corporal de entre 37.6 y 39 °C, si la temperatura de incubación es de 37.6 °C. La capacidad de termorregulación es claramente inferior en los pollitos de un día y depende fundamentalmente de su aislamiento, del grado de desarrollo muscular y del grado de su control nervioso central. Por lo tanto, durante los días de crianza es importante que estén bajo una fuente de calor brindando un ambiente adecuado, ya que temperaturas elevadas causan deshidratación y afectan el desarrollo, y por otro lado, temperaturas inferiores interfieren con la absorción del saco vitelino evitando protección inmunitaria durante los primeros días de vida (Estrada *et. al.*, 2007).

2.3.1 Regulación de la temperatura corporal

La temperatura corporal está regulada por el equilibrio entre la producción y la pérdida de calor. La producción de calor es un subproducto del metabolismo y casi todo el calor producido en el organismo se genera en los tejidos profundos, la velocidad con que se pierde el calor depende de la velocidad con que es conducido a través de la piel y desde aquí hacia el entorno.

La temperatura de los tejidos profundos, o temperatura central, se mantiene constante a pesar de las fluctuaciones de la temperatura ambiental.

Las pérdidas de calor desde la piel al entorno ocurren mediante la radiación, conducción, convección y evaporación.

- La radiación hace perder calor en forma de rayos infrarrojos. Todos los objetos situados por encima del cero absoluto irradian ondas infrarrojas en todas las direcciones. Si la temperatura corporal excede la del entorno, el cuerpo irradia calor al exterior. Por el contrario, si la temperatura corporal es inferior a la del

entorno, este irradia calor al cuerpo. Aproximadamente un 60% del calor corporal se pierde habitualmente mediante radiación.

- Las pérdidas de calor por conducción tienen lugar mediante el contacto directo con el objeto. El cuerpo suele perder un 3% de su calor a través de la conducción hacia objetos. Otro 15% adicional del calor corporal se pierde por conducción aérea; el aire en contacto con la superficie de la piel se calienta hasta casi la temperatura corporal. Este aire caliente tiende a alejarse de la piel.
- La pérdida de calor por convección se debe al movimiento del aire. El aire próximo a la superficie cutánea se calienta por conducción. Cuando se elimina este aire caliente, la piel conduce el calor hasta la siguiente capa no calentada de aire. La pérdida de calor por convección es el mecanismo por el que refrigera el viento. El efecto refrigerante del agua es similar. Como el agua posee un calor específico alto, la piel no puede, sin embargo, calentar una delgada capa de agua próxima al cuerpo. En consecuencia, el calor desaparece continuamente del cuerpo si el agua se encuentra a una temperatura inferior a la corporal.
- La evaporación es un mecanismo imprescindible para la pérdida de calor a temperaturas muy altas. A medida que se evapora el agua, por cada gramo de agua que se convierte al estado gaseoso se pierden 0.58 calorías. La energía que transforma el agua líquida en gas proviene de la temperatura corporal. La evaporación suele justificar un 22% de la pérdida corporal de calor (Guyton y Hall, 2012).

La pérdida total del calor metabólico consiste en calor sensible y calor latente. Mientras el calor sensible es la transferencia de calor desde un animal por el flujo del aire sobre la superficie, el calor latente está asociado con la fase de cambio del agua (el jadeo remueve calor por evaporación). Dado su carácter endotérmico, las aves pueden balancear la energía corporal, reduciendo la producción de calor, incrementando la pérdida de calor sensible (conducción, convección y radiación), las pérdidas de calor por evaporación (jadeando), o la combinación de estas.

En los pollos el incremento de la pérdida de calor sensible no incide negativamente en el comportamiento productivo del ave y por el contrario, mejora la eficiencia en crecimiento, debido a que el calor latente requiere un mayor gasto de energía, y así, estaría disponible menos energía para el crecimiento. Cuando todas las respuestas de comportamiento y fisiológicas al alcance del ave resultan insuficientes para eliminar calor metabólico (radiación, convección, conducción y evaporación a ritmo respiratorio normal) su temperatura interior corporal se eleva por encima de las 42 °C (Estrada *et al.*, 2007).

La pérdida de calor sensible es efectiva cuando la temperatura ambiental está por debajo o dentro de la zona neutral térmica del ave. La proporción de calor perdido a través de la radiación, la conducción y la convección depende de la diferencia de temperatura entre el ave y su entorno. El ave pierde calor de las superficies, como las barbas, las extremidades y las áreas sin plumas debajo de las alas. Para mantener la temperatura corporal a través de la pérdida de calor sensible, el ave no necesita alterar drásticamente sus patrones de comportamiento normal, la ingesta de alimento o el metabolismo.

Una vez que la temperatura ambiental aumenta, el método de pérdida de calor comienza a pasar de la pérdida de calor sensible a la evaporativa, lo que requiere que el ave gaste energía jadeando o hiperventilando, esto elimina el calor por la evaporación del agua del revestimiento húmedo del tracto respiratorio. Sin embargo, el jadeo genera calor en el cuerpo y hace que las aves eliminen el agua del cuerpo lo que puede inducir alcalosis respiratoria, que se produce porque el ave elimina el exceso de dióxido de carbono cuando jadea. Como resultado, los fluidos corporales se vuelven más alcalinos, lo que hace que los riñones excreten cantidades excesivas de varios electrolitos. A medida que se produce el cambio en el pH del fluido corporal, la ingesta de alimento se reduce cada vez más, lo que afecta negativamente el crecimiento, la producción y el rendimiento general del ave.

Durante los periodos de calor, la pérdida de calor por evaporación generalmente se convierte en el método principal por el cual las aves regula su temperatura

corporal, a menos que se proporcione la ventilación adecuada y se tomen otras medidas para reducir el estrés por calor (Bhadauria, *et al.*, 2016).

2.3.2 Factores que alteran la temperatura corporal

- La densidad de alojamiento de las aves es un factor importante que contribuye a la presencia de estrés por calor, pues una mayor densidad reduce el movimiento del aire entre las aves, resultado de una menor disipación del calor. La reducción del movimiento de aire alrededor de las aves conduce a un incremento en la temperatura y humedad del aire en sus proximidades, reduciendo aún más su capacidad para disipar el calor.

La densidad origina una elevación de la temperatura corporal, por lo tanto puede tener un impacto elevado sobre el confort térmico de las aves, incluso mayor que el tamaño de las aves o la temperatura de la nave (Czarick *et al.*, 2018).

- Incremento de la humedad. Conforme se incrementa la humedad, el ave perderá calor a través de la respiración y continuará sintiendo calor aun cuando la temperatura de los galpones no haya cambiado.
- Incremento de la velocidad del aire. Conforme se incrementa la velocidad del aire las aves sentirán mayor confort aunque la temperatura del aire no haya cambiado significativamente
- Humedad relativa. Para que una temperatura de 24°C llegue a ser excesiva para aves en edad de comercialización tiene que haber otros factores que acompañen a esta temperatura, como es la humedad relativa.

Una temperatura de 24°C en ausencia de movimiento de aire y con una humedad de 90% muy probablemente causará estrés calórico en las aves, mientras que una velocidad de aire de 200 metros por minuto y una humedad del 20% probablemente causarán estrés por frío en las aves.

- Periodo de oscuridad. Conforme aumenta el tiempo en que las aves se postran, mayor será la temperatura corporal acumulada al pasar las aves más tiempo postradas durante las horas de oscuridad que en cualquier otro

periodo, siendo el periodo de oscuridad el más crítico en cuanto al efecto sobre la temperatura corporal (Czarick, 2018).

2.4 Humedad de la cama

En las granjas de pollos las principales fuentes de humedad son las deyecciones de las aves, los derrames de los bebederos, las condensaciones y el mismo vapor de agua del aire. Cuando uno o varios de estos factores son mayores de lo normal, puede presentarse un problema de cama húmeda. El agua en las excretas es una de las primordiales fuentes de adición de agua a la cama, la cantidad de agua acrecentada a la cama por esta causa, incluyendo los derrames normales al beber, varía de 1.5 a 3.2 lt/m²/día en la mayoría de las crianzas de polos promedio y en la primera semana de vida es del orden de 0.5 a 1.2 lt/m²/día. En el transcurso de un engorda, la cantidad total de agua añadida a la cama es de más de 100 lt/m², una cantidad muy superior que la que puede sostener, por lo que prevalece la necesidad de eliminarla mediante la ventilación.

Los niveles de humedad de la cama deben estar entre 20 y 35%. Una cama con contenido de humedad por debajo del 20% resulta en el incremento de la concentración de polvo dentro de la instalación, irritando el sistema respiratorio de las aves y predisponiéndolas al desarrollo de infecciones. Por otro lado, el exceso de humedad de la cama está por encima de 35% causando problemas de salud y/o del bienestar en las aves, aumentando la incidencia de lesiones en el pecho, quemaduras cutáneas, pododermatitis y decomisos (Secien, 2017)

2.5 Temperatura del agua

La temperatura ideal del agua para pollitos menores a una semana es de unos 20 °C, por lo que es importante llenar los bebederos unas horas antes del ingreso de los pollitos a la nave con el fin de evitar que esté muy fría, sobre todo en invierno, lo que provocaría una reducción del consumo y problemas digestivos (Oviedo, 2017).

La temperatura ideal del agua para consumo es entre 15 y 21 °C (Manual Ross 308, 2014).

La temperatura de agua tiene una relación directa con el consumo: muy fría o muy caliente, los pollos beben menos.

En climas tropicales aún es más importante que la temperatura del agua no exceda los 25 °C. Agua de una temperatura más fresca ayudará a bajar la temperatura corporal del ave (Nilipour, 2010)

2.6 Consumo de agua

En la producción avícola, el agua es el nutriente más importante para las aves. Además de ser un nutriente, también sirve para digerir y transportar otras sustancias nutritivas, ayudar en la digestión y absorción de nutrientes, funciona como regulador de la temperatura corporal de las aves. Asimismo, el agua ayuda a remover las toxinas, lubricar las articulaciones, es el mayor componente de la sangre, y es el medio indispensable para muchas reacciones químicas que ayudan para la producción tanto de carne como de huevos. El uso de una fuente de agua adecuada y segura, es la más importante prioridad para salvaguardar la salud y bienestar de los animales de producción, especialmente las aves (Revolledo, 2017).

El agua representa aproximadamente el 70% del peso de las aves, de este el 70% se encuentra dentro de la célula y el 30% en el espacio intersticial y la sangre.

Tres son los mecanismos que inducen al consumo de agua:

- a) Deshidratación celular. - En condiciones normales cualquier organismo experimenta una inevitable pérdida de fluidos, ya sea por la respiración o la excreción, cuando estas pérdidas no son compensadas a través de la ingesta de agua, sea de bebida o a través de los alimentos, se produce una disminución en el volumen sanguíneo reflejando inicialmente una deshidratación intersticial, lo que conlleva a salida de líquido de la célula por medio de su membrana, causando deshidratación celular.
- b) Deshidratación extracelular. - Se debe a la disminución de sodio fuera de la célula, lo que conlleva a la pérdida progresiva del agua, esto se debe especialmente a pérdidas por procesos diarreicos.
- c) Sistema renina angiotensina. - Cuando se produce una disminución del volumen circulante se estimulan los barorreceptores situados en las arterias

carótidas que están inervadas por fibras nerviosas simpáticas. La activación de estas fibras provoca la liberación de renina de estas células granulares, una vez que es liberada, esta renina actúa sobre el angiotensinógeno haciendo que se libere la angiotensina I, la cual estimula la liberación de enzima de conversión o cinasa II, produciendo angiotensina II, la cual actúa estimulando los receptores de la sed, provocando la ingestión de líquidos y estimula la liberación de hormona diurética.

Los principales factores que intervienen en el consumo de agua son:

- Edad. - El consumo de agua es proporcional a la edad de los pollos, el consumo puede ser previsto multiplicando la edad de los pollos, en días por 5,28 ml.

Cuadro 3. Consumo del agua para pollos de engorda mantenidos en ambiente de termoneutralidad*

Edad (semanas)	Consumo (ml/pollo/semana)
1	225
2	480
3	725
4	1000
5	1250
6	1500
7	1750
8	2000

*Chango, 2016

- Sexo. - Los machos consumen más agua que las hembras, debido al peso, la edad y la composición de los tejidos.

- Temperatura del ambiente. - Probablemente este es el principal factor que provoca consumo de agua. EL consumo de agua aumenta de 6-7% por cada grado por encima de 21 grados centígrados

Cuadro 4. Relación temperatura ambiental y tasa de consumo de agua y alimento*

Temperatura °C	Tasa de agua : alimento	
4 °C	1.7	1
20 °C	2	1
26°C	2.5	1
37 °C	5	1

*Chango, 2016

- Temperatura del agua. - El consumo de agua depende de su temperatura, y normalmente esta tiende a ser la temperatura del ambiente, lo que se debería tomar en cuenta para tratar de mantener al agua fría en un ambiente caliente. En galpones calientes donde los pollitos viven sus primeros días, el agua termina equilibrándose con la temperatura del ambiente. Los pollitos entran en estrés por exceso de temperatura, beben agua caliente y se deshidratan. La apariencia de los pollitos es que están mojados, lo cual es correcto pues ellos se mojan para intercambiar calor, sin beber agua y por lo tanto continúan deshidratados por lo que se recomienda un incremento en el flujo de agua.
- Composición nutricional del alimento. - Cualquier nutriente que provoque un aumento en la excreción de minerales por los riñones también provoca un aumento del consumo de agua. Mayor contenido de proteína es la dieta eleva el consumo de agua y la relación agua : alimento. Un aumento de sal en la dieta, así como ingredientes ricos en potasio como la soya y la melaza causan un incremento en el consumo de agua.
- Tipo y regulación de los bebederos. - En los bebederos de tipo canal y pendular o de campana es importante tomar en cuenta la altura y la cantidad de agua. La altura debe ser regulada de acuerdo a la altura del dorso de los

pollos. Por otro lado, en los bebederos tipo niple, la altura debe ajustarse de tal forma que cuando los pollos beban agua, el ángulo de la cabeza esté a 45 grados (Chango, 2016).

2.7 Restricción de alimento

Los primeros programas de restricción alimenticia como paliativo para el control del síndrome ascítico fueron desarrollados comercialmente en México a principios de 1980 en reproductoras pesadas y evaluados experimentalmente en pollos de engorda, demostrando en estos el beneficio en la reducción de la mortalidad y la conversión alimenticia así como la desventaja sobre la baja ganancia de peso (Uribe, 2011).

El aumento del costo de la alimentación y el depósito temprano de grasa son algunos de los problemas de los criadores de aves de corral. En general, se supone que cuando las aves comen más, tienen un mayor peso corporal en la edad de mercado. Las estrategias de alimentación en aves de engorda en crecimiento deben apuntar a optimizar el tejido magro de la canal, la tasa de conversión de alimento y el aumento de peso corporal. La restricción de nutrientes generalmente se emplea para abordar problemas que acompañan la tasa de crecimiento rápido de la vida temprana en aves de engorda, como el aumento de la deposición corporal, la alta incidencia de trastornos metabólicos, el aumento de la mortalidad y la alta incidencia de enfermedades esqueléticas (Omosebi *et al.*, 2014).

La restricción de alimento es un método de alimentación que tiene un impacto sobre si un ave es capaz de alcanzar el mismo peso corporal que las aves sin restricción.

Los programas de restricción alimenticia se pueden clasificar en 5 áreas:

1. Restricción del consumo de alimento. Se caracteriza por proporcionar a las aves una menor cantidad de alimento en los comederos, dejando el consumo a libre acceso. La restricción puede ser durante un periodo definido, desde la etapa de iniciación o con un periodo de crecimiento compensatorio. Con estos tres programas se observa una baja de la mortalidad, pero también en la ganancia de peso. El consumo de alimento compensatorio no es suficiente

para obtener al final del ciclo un adecuado peso corporal, además de que no se presenta un beneficio sobre la conversión alimenticia

2. Menor densidad nutritiva de la dieta. Con dietas de menor densidad, la disminución del síndrome ascítico no es tan marcada como en los programas de restricción de alimento, y existe una respuesta negativa hacia la conversión alimenticia. El concepto para aplicar este programa es muy variable, siendo los más comunes la modificación de la curva de crecimiento y la menor densidad nutritiva durante un largo periodo.
3. Restricción del tiempo de acceso al consumo de alimento. El fundamento de estos programas está basado en que el animal consuma la misma cantidad de alimento que si lo tuviera a libre acceso, pero en menor tiempo. El acceso al alimento es entre 8 a 9.5 horas, iniciando el programa de acuerdo a la edad de presentación, pudiendo ser tan temprano como a los diez días de edad. En los últimos días se proporciona el alimento a libertad buscando el crecimiento compensatorio. En la medida que se tiene menor número de horas de acceso al alimento, la mortalidad disminuye así como el peso corporal; de igual manera cuando se inicia a una edad temprana las aves se adaptan mejor a comer en menor tiempo. Con esta restricción se observa un marcado beneficio sobre la conversión alimenticia. Actualmente este es el programa utilizado con mayor frecuencia.
4. Modificación de la velocidad de crecimiento. La modulación de la curva de crecimiento mediante una disminución del peso inicial seguida de un aumento en las últimas semanas, es una medida efectiva para el control de síndrome ascítico.
5. Utilización de nutrientes “protectores” del sistema cardiovascular y digestivo. Se utilizan vitaminas E, C, piridoxina y rivo flavina, los complejos de minerales inorgánicos como Zn, Cu y Se y la ubiquinona que han demostrado una disminución sobre la incidencia de síndrome ascítico, cada uno de ellos tiene mecanismos específicos, actuando en términos generales como protectores de la integridad celular hacia el proceso de oxidación o bien en el metabolismo mitocondrial (López *et al.*, 2005).

Los programas de restricción temprana de alimentos utilizados para reducir la grasa abdominal y en canal en los pollos de engorda dependen del fenómeno denominado crecimiento compensatorio o crecimiento de recuperación para producir un peso corporal de mercado similar al de los grupos de control. El crecimiento compensatorio o de recuperación se define como un crecimiento anormalmente rápido en relación con el tiempo. Una tasa de crecimiento mejorada, excede la tasa de ganancia normal, se produce cuando el crecimiento se ha visto retrasado por la privación nutricional y seguido por la alimentación a libre acceso (Mahmood, 2012).

Con los programas de restricción se llega a observar una baja de la mortalidad, de la ganancia de peso y el consumo de alimento compensatorio no es suficiente para obtener al final del ciclo un adecuado peso corporal, además de que no se presenta un beneficio sobre la conversión alimenticia. Existe el riesgo de picaje o laceraciones por la falta de alimento; es frecuente observar parvadas desuniformes y coccidiosis subclínica, siendo sumamente difícil calcular el consumo diario de alimento por ave, y que este sea homogéneo en la parvada, existiendo la posibilidad de graves errores tanto por exceso como por deficiencia. Por estas razones este tipo de sistema ha caído en desuso a pesar de que fue de los primeros en utilizarse (López *et al.*, 2005).

3. OBJETIVO

3.1 Objetivo general

Evaluar la temperatura corporal, así como los parámetros zootécnicos en pollos de engorda machos sometidos a dos programas de alimentación.

3.2 Objetivos específicos

- Evaluar a partir de los 14 días de edad la temperatura corporal de aves bajo dos programas de alimentación.
- Evaluar el peso corporal, uniformidad, consumo de alimento y agua, conversión alimenticia, mortalidad general y por síndrome ascítico, bajo dos programas de alimentación.
- Evaluar la temperatura ambiental, humedad relativa y humedad de la cama

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un trabajo de investigación en una granja avícola ubicada en el municipio de Tarímbaro Michoacán en las coordenadas 19°46' de latitud norte y 101°07' de longitud oeste, a una altura de 1,940 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con los municipios de Copándaro y Cuitzeo, al este con Álvaro Obregón, al sur con Morelia y Charo, y al oeste con Chucándiro. Su distancia a la capital del Estado es de 12 Kms. Su temperatura mínima promedio es de 2.5 °C y la máxima promedio de 25.1 °C. Predomina el clima templado con lluvias en verano, tiene una precipitación pluvial de 609.0 milímetros (INAFED, 2018).

Se utilizaron 470 pollitos machos de 1 día de edad de la estirpe Ross 308, los cuales se mantuvieron en producción hasta los 42 días de edad, y se distribuyeron aleatoriamente en dos tratamientos, con cinco réplicas de 47 aves cada uno.

Los tratamientos consistieron en:

- Tratamiento 1: Control, en donde se administró una dieta elaborada de acuerdo al Manual Ross 308 (2014), esta fue proporcionada a libre acceso.
- Tratamiento 2: Se utilizó el mismo alimento que se administró al tratamiento Control. Del día 1 al 13 se ofreció el alimento a libre acceso, y del día 14 al 42 se proporcionó 20% menos de la cantidad de alimento reportado un día antes por el tratamiento Control. A partir del día 14 el alimento se sirvió en su totalidad diariamente a las 8:00 horas.

El alimento fue preparado en la granja avícola cubriendo las necesidades establecidas para el pollo de engorda de acuerdo al Manual Ross 308 (2014) y se proporcionó en tres fases: Iniciación de 1 a 21 días, crecimiento de 22 a 35 días y finalizador de 36 a 42 días (Cuadro 20). En ambos tratamientos el agua se suministró a libre acceso.

Las aves se mantuvieron con un fotoperiodo de luz natural durante el día y con 3 horas de luz artificial durante la noche con ayuda de un Timer (9-10 pm. 12-1 am. y 5-6 am). Se tuvo una densidad de población de 10 aves/m².

Para la realización del trabajo se contó con una caseta de ambiente natural de 11 metros de ancho x 20 metros de largo con techo de lámina galvanizada recubierta

con aislamiento térmico, la cual está dividida en 10 lotes de 2 x 2.5 m, en donde se usó cama única de aserrín de madera, 4 criadoras de gas convencional distribuidas en los lotes, equipo de iniciación: bebederos manuales de 2 litros y charolas de plástico (2/47 aves) y equipo de finalización: bebederos automáticos de campana (1/47 aves) y comederos manuales de tolva (2/47 aves) con capacidad de 10 kg cada uno, los cuales se distribuyeron de acuerdo con lo propuesto por Quintana (2011), para permitir el fácil acceso de agua y alimento a las aves.

En el interior de la caseta y a la altura de las aves se colocó al inicio de la prueba un termómetro higrómetro digital (EXTECH RHT10), para evaluar los efectos ambientales (temperatura ambiental, humedad relativa y punto de rocío), el cual se programó para obtener datos durante cada hora por el tiempo de estudio. A partir de los datos de la temperatura ambiental se obtuvo la temperatura operativa mediante la fórmula = $((\text{Máxima}-\text{Mínima}) \times 0.666) + \text{Mínima}$

En cada lote se acondicionó un recipiente con capacidad de 20 litros, los cuales se conectaron a los bebederos automáticos de campana, para evaluar el consumo de agua.

Al día 10 de edad de las aves se realizó una cirugía a 2 aves, una de cada tratamiento, para colocar un termómetro subcutáneo (Thermo buttons), lo que permitió tener 4 días de adaptación y evaluar la temperatura corporal cada hora a partir de los 14 a 42 días de edad.

Para el procedimiento quirúrgico se utilizó una dosis de ketamina de 2.2 mg/kg de peso vivo, aplicado vía intramuscular. Posteriormente se colocó el ave sobre un campo estéril y se realizó una limpieza con yodo espuma y alcohol a la altura de las vértebras cervicales y lateral a la tráquea, en donde se aplicó vía subcutánea lidocaína al 2% a dosis efecto. Se realizó una incisión de craneal a caudal de 3 cm en esta área, permitiendo introducir un termómetro subcutáneo, posteriormente se suturó con 2 puntos en cruz, utilizando sutura Catgut 2-0. Para finalizar, se aplicó licor de Forje en spray como un antiséptico y cicatrizante, y se aisló al ave aproximadamente por 2 horas, hasta su recuperación de la anestesia, posteriormente

fue marcado con aerosol vegetal de color azul e ingresado de nuevo a su respectiva réplica.

Mediante el mismo procedimiento quirúrgico, los termómetros de ambos tratamientos fueron retirados al final de la prueba para su posterior lectura, utilizando el software de PC Themotracker.

Para el análisis de las temperaturas corporales se tomó como referencia a Estrada *et al.*, (2007) quien señala que la temperatura corporal ideal de las aves a partir de los 14 días es de 40.5 a 41.9 °C, siendo este parámetro el establecido como confort. Por lo tanto, valores superiores a lo establecido son considerados como calientes, mientras que valores inferiores son fríos.

Respecto a la evaluación de la temperatura ambiental, se tomó como referencia el Cuadro 5.

Cuadro 5. Temperatura ambiental a la altura de las aves*

	1	2	3	4	5	6
Temperatura (°C)	Semanas					
Frío	≤29.9	≤26.9	≤24.9	≤22.9	≤20.9	≤20.9
Confort	30-33	27-29	25-27	23-25	21-23	21-23
Caliente	≥33.1	≥29.1	≥27.1	≥25.1	≥23.1	≥23.1

*Quintana, 2011

Los parámetros evaluados en la prueba fueron:

- Peso corporal de las aves (kg): Se pesó la totalidad de las aves semanalmente, calculando el peso corporal promedio por pollo de acuerdo con el número de aves vivas durante el pesaje obteniendo la ganancia de peso semanal.
- Uniformidad del peso corporal (%): Se identificaron 5 aves de cada réplica y se pesaron individualmente cada semana (25 por tratamiento). Se obtuvo el porcentaje a través de la media $\pm 10\%$ de los valores superiores e inferiores
- Consumo de alimento (kg): Se pesó el alimento ofrecido al inicio y el sobrante al final de cada semana. Se calculó el consumo promedio por ave semanal de acuerdo con el número de aves vivas al final de la semana.

- d) Conversión alimenticia (kg/kg): Se obtuvo al dividir el consumo de alimento entre la ganancia de peso corporal.
- e) Consumo de agua (L): Se realizó un registro del agua ofrecida al inicio y la sobrante al final de cada semana. Se calculó el consumo promedio de agua por ave semanal de acuerdo con la cantidad de aves vivas al final de la semana.
- f) Humedad de la cama (%): Se evaluó la humedad de la cama a los 21, 28, 35 y 42 días de edad por medio de un termohigrómetro marca Farmex mod. HMT-2
- g) Mortalidad (%): Las aves muertas se pesaron y registraron en la bitácora de cada réplica, con la fecha del acontecimiento, para realizar correcciones en consumo de agua y alimento así como en la conversión alimenticia. Se obtuvo el porcentaje de mortalidad con la cantidad de aves muertas, multiplicándolo por 100, entre el número de aves iniciadas cada semana.

Las medias resultantes de los parámetros zootécnicos y humedad de la cama se compararon bajo un análisis de varianza con mediciones repetidas, empleando las semanas de edad como variable de tiempo. El análisis de las temperaturas corporales, se realizó por un análisis factorial 2 x 3; en donde los factores fueron los tratamientos y periodos del día (mañana, tarde y noche). Para los valores de temperatura ambiental, agua y humedad relativa, se realizó un análisis de varianza, considerando los periodos del día (mañana, tarde y noche). Los valores de la uniformidad se obtuvieron mediante un análisis descriptivo (StatSoft. Statistica 10.0, 2011).

Para la obtención de los resultados de la prueba fueron consideradas las cinco libertades del bienestar animal, respetando densidades de población, cantidad de equipo necesario y el ambiente de la caseta.

5. RESULTADOS

En el Cuadro 6, se muestran los promedios del peso corporal de los tratamientos evaluados, observando diferencias significativas ($p < 0.01$), a partir de los 21 hasta los 42 días de edad, siendo el tratamiento control el que mostró pesos corporales más elevados (3.270 vs 2.702 kg) al final de la prueba. En el Cuadro 8, se observaron diferencias significativas ($p < 0.01$) en el consumo de alimento a partir del día 21 al 42 de edad, esto debido a la restricción de alimento aplicado a uno de los tratamientos, a partir de los 14 días de edad; no obstante, en los resultados de la conversión de alimento (Cuadro 9), no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$), entre los tratamientos evaluados debido principalmente al bajo peso corporal reportado por el tratamiento en donde se aplicó la restricción de alimento.

Los promedios de la mortalidad general de ambos tratamientos, se muestra en el Cuadro 11, en el cual se observan diferencias significativas ($p < 0.01$), siendo el tratamiento control el que registró mayor porcentaje de mortalidad a partir del día 14 manteniendo el mayor porcentaje hasta el final de la prueba (20.0 vs 1.2%). La mayor causa de mortalidad en el tratamiento control fue debida al problema del síndrome ascítico (12.8 vs 0.4%), como se muestra en el Cuadro 12, sin embargo las diferencias estadísticas se muestran a partir del día 35 de edad.

Los resultados de la uniformidad del peso corporal se muestran en el Cuadro 7, y con excepción de los 14 y 35 días de edad, los porcentajes de la uniformidad fueron más bajos en el tratamiento en donde se aplicó la restricción de alimento, mostrando un promedio final más bajo que el tratamiento control (92 vs 87.2%).

En el Cuadro 10 se muestran los resultados obtenidos del consumo de agua a través del tiempo, mostrando diferencias estadísticas ($p < 0.01$) a partir de la tercera semana de edad entre los tratamientos evaluados. Fue el control el que registró los mayores consumos al final de la prueba (14.26 vs 12.17 litros), con relación a las aves que estuvieron bajo el programa de restricción de alimento.

Los porcentajes de la humedad de la cama se presentan en el Cuadro 13, en donde se observan diferencias significativas ($p < 0.01$) únicamente a los 42 días de edad (29.56 vs 36.1 %), registrando los menores porcentajes de humedad la cama del control con relación a los del programa de restricción.

Las promedios de los valores de las temperaturas corporales se presentan en el Cuadro 15, mostrando diferencias significativas ($p < 0.01$), entre los tratamientos evaluados (40.3 vs 39.2 °C), registrando el tratamiento control las temperaturas más altas con relación a las aves que estuvieron bajo el programa de restricción de alimento. Los promedios de los horarios del día también mostraron diferencias ($p < 0.01$), el horario descrito en la tarde (14:00 a 19:00 hrs), fue el que registró la mayor temperatura corporal (39.7, 39.7 y 39.9 °C), sin presentar efectos ($p > 0.05$) en la interacción entre los tratamientos y horarios del día.

Al realizar un análisis descriptivo (Cuadro 16), tomando en cuenta la media descrita por Estrada *et al.*, (2007), se observó que las aves que estuvieron con el programa de restricción de alimento mantuvieron una temperatura corporal por abajo (100%), de la clasificación de confort; a diferencia de las aves del tratamiento control, las cuales mantuvieron un 38% dentro de la clasificación de Confort y 62% por abajo. Los porcentajes de la temperaturas ambiental dentro de las clasificaciones establecidas (Frio, Confort, Caliente), se muestran en el Cuadro 17, obteniendo valores para Confort de 38.5%, Frio 28.0 % y Caliente de 33.5%.

Las medias de los resultados de la temperatura ambiental (°C), humedad relativa ambiental (%) y temperatura del agua (°C), se presentan en el Cuadro 14, observando diferencias ($p < 0.01$), entre los horarios del día en la ambiental (25.7, 26.4 y 25.3 °C), siendo más alta la temperatura ambiental en el horario de la mañana (7:00 a 13:00 hrs). También se registraron diferencias ($p < 0.01$) en la humedad relativa ambiental (61.8, 59.3 y 63.2%), siendo el horario de la tarde (14:00 a 19:00 hrs), el que registró la mayor humedad relativa. La temperatura del agua de consumo mostró un promedio general de 22.3 °C, sin efectos entre los horarios.

6. DISCUSIÓN

La evolución genética de las aves de engorda ha traído beneficios a la industria, como el mejorar el índice de conversión alimenticia, la reducción en el tiempo de finalización, entre otros. Sin embargo, también se crea la necesidad de alimentar a las aves de manera constante, lo que posteriormente provoca problemas de origen metabólico. Hoy en día, la aplicación de programas de restricción de alimento se utiliza para mejorar criterios de selección como la grasa abdominal, peso corporal, eficiencia alimentaria, disminución de problemas locomotores y control de enfermedades metabólicas. (Suárez *et al.*, 2004).

La evaluación de la temperatura corporal en el modelo de alimentación *ad libitum* y en un programa de restricción severo indica las variaciones fisiológicas que puede tener el ave y con esto explicar algunos beneficios zootécnicos y económicos.

De acuerdo con el Manual Ross 308 (2014), los pesos corporales a la edad de 42 días son de 3.023 kg en machos, peso superado en la prueba en 0.247 kg por las aves de control, mientras que las aves en restricción tuvieron una disminución de 0.321 kg a la misma edad. Este comportamiento se mostró desde la tercera semana de edad, es decir, desde que se inició el programa de restricción en las aves. Los resultados coinciden parcialmente con Uribe (2011) que marca la baja ganancia de peso como una desventaja de los programas de restricción de alimento en aves, pero como una compensación más significativa el ahorro en el alimento y por ende una mejora en la conversión alimenticia. Este último criterio, en la presente investigación, no mostró diferencias significativas ($p > 0.05$) entre ambos tratamientos, debido al bajo peso corporal alcanzado en el programa de restricción de alimento, el cual representó ser un programa severo.

López *et al.*, (2014) señala la baja mortalidad y control del síndrome ascítico al utilizar programas de restricción de alimento, lo que coincide con los resultados obtenidos en la prueba, en donde se encontraron diferencias significativas ($p < 0.01$) en el porcentaje de mortalidad a partir del día 14 y hasta el final de la prueba. Lo

mismo sucedió en las últimas dos semanas de edad con respecto al porcentaje de mortalidad por síndrome ascítico.

Pietsch (2014), indica que el estrés fisiológico asociado a una alimentación restringida generalmente conduce en desordenes de comportamiento del consumo de agua, situación que se observó en la prueba experimental. Los consumos de agua fueron menores en el tratamiento de restricción de alimento a partir de los 21 días de edad. Esto es debido que el consumo de agua está en función del consumo de alimento. En los tiempos con presencia de alimento después de una restricción, el ave consume más agua que el control, disminuyendo su consumo cuando está en restricción, por lo que el promedio de consumo disminuye notablemente. Este desbalance del consumo de agua, hace que el ave elimine el exceso de agua consumida cuando se reinicia el consumo de alimento, ya sea por vía digestiva o renal. Esto explica el mayor porcentaje de la humedad de la cama, encontrado en las aves que estuvieron con el programa de restricción de alimento.

La temperatura ambiental registrada durante la prueba experimental se comportó con un porcentaje de 38.5 % en zona de confort, lo que se podría considerar dentro de los límites tolerables por el ave (Quintana, 2011). La mayor temperatura se mostró por la tarde (14:00 a 19:00), siendo el promedio de 26.5 °C.

Estrada *et al.*, (2007) menciona que la temperatura corporal de las aves adultas fluctúa entre 40.5 y 41.9 °C, siendo este rango superior a lo encontrado durante la prueba en el tratamiento control (40.3 vs 39.2 °C) y a las aves del programa de restricción. El comparativo de los dos tratamientos indica que las aves sometidas a un tratamiento de restricción de alimento reducen los recursos metabólicos y por ende, disminuyen la producción de calor, esto a su vez conlleva a una reducción en la velocidad de crecimiento ocasionando pérdidas económicas (Valls, 2019).

La temperatura del agua y el porcentaje de humedad relativo ambiental, estuvieron dentro de lo establecido y recomendado por el Manual Ross 308 (2014).

En las aves en donde se llevó a cabo el programa de restricción de alimento, mostraron bajas temperaturas corporales lo que modifica los recursos metabólicos con una disminución en la producción de calor, que conlleva a una reducción en la velocidad de crecimiento debido a una baja capacidad de absorción de nutrientes, lo que explica el bajo porcentaje de uniformidad, el bajo peso corporal y el no tener el beneficio en la conversión de alimento, que se obtiene, cuando se aplica un programa de restricción de alimento moderado.

7. CONCLUSIONES

- El programa de restricción disminuyó 17.37 % el peso corporal, 18.34 % el consumo de alimento, 18.8 % la mortalidad general, 12.40 % la mortalidad registrada por el síndrome ascítico y 14.65% el consumo de agua, mientras que la humedad de la cama aumentó 18% con relación al tratamiento control al final de la prueba.
- No se encontraron diferencias en la conversión de alimento durante y al final de la prueba entre los tratamientos evaluados.
- El programa de restricción de alimento disminuyó la temperatura corporal en un 2.8 % con relación al programa control, suficiente para ocasionar una descompensación energética, con las consecuencias negativas en los parámetros zootécnicos.
- El propósito de esta investigación cubrió los objetivos de desarrollo sostenible propuestos por la ONU, entre los cuales se encuentra el poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y mejora de la nutrición. Esta investigación es una referencia importante que puede orientar a los productores a la hora de aplicar programas de restricción, mostrando las consecuencias o beneficios de su aplicación y su impacto en la temperatura corporal de las aves que con ello alterará los parámetros zootécnicos y consecuentemente la cantidad de alimentos producidos para la población.

8. BIBLIOGRAFÍA

Álvarez Villegas, Alfonso. 2019. Bienestar animal en avicultura. Los avicultores y su entorno. 128 : 58-60.

Aviagen. Objetivos de rendimiento, pollo de engorda. ROSS 308. [En línea] 2014.<
<https://www.avesca.com.ec/wp-content/uploads/2017/03/Ross-308-Objetivos.pdf>>
[Consulta: Septiembre de 2019]

Aviagen. Manual de manejo, pollo de engorda. ROSS 308. [En línea] 2014.
<http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossBroilerHandbook2014-ES.pdf> [Consulta: Enero de 2019].

Bhadauria, P.; Keshava; Mangai, P.; Murai, A. y Jadoun, Y.S. 2016. Management of heat stress in poultry production system. ICAR-Agricultural Technology Application Research Institute. India. 41 Pp.

Chango, M. Agua de bebida, principal nutriente. Engormix. [En línea] 2015.
<<https://www.engormix.com/avicultura/articulos/agua-bebida-principal-nutriente-t32634.htm>> [Consulta: Noviembre de 2018].

Chango, M. Agua de bebida, principal nutriente-2. Sitio avícola [En línea] 2016.
<<http://www.elsitioavicola.com/articles/2859/agua-de-bebida-principal-nutriente-2/>>
[Consulta: Noviembre de 2018].

COBB-VANTRESS. Guía de manejo del pollo de engorda. [En línea] 2012. <
www.cobb-vantress.com> [Consulta: Noviembre de 2018].

Czarick, M. Densidad de aves y su influencia sobre la temperatura. Avinews. [En línea] 2018. <
<https://avicultura.info/densidad-de-aves-y-su-influencia-sobre-la-temperatura/>> [Consulta: Marzo de 2019].

Czarick, M.; Hicks, M. y Fairchild, B. Temperatura ambiental durante la noche, cuando las luces están apagadas. Avinews. [En línea] 2016.<<https://avicultura.info/download/Temperatura-noche-czarick.pdf>> [Consulta: Septiembre de 2019].

Czarick, M.; Teo, M. y Fairchild B. 2018. La densidad puede afectar más a la temperatura corporal que la temperatura del aire. Avinews. Georgia. 19-32 Pp.

Dai Pra, M. y Buttow Roll, V. 2015. Estrés calórico en la producción de pollos. AMEVEA. Seminario internacional de manejo y sistemas operativos en pollo de engorda. Colombia

Duran, R. Medidas de alimentación para combatir el estrés térmico en pollos de engorda. Comité Nacional Sistema Producto Aves. [En línea]. 2014.<http://sistemaproductoaves.org.mx/aves/articulos/Medidas_Alimentacion_Combatir_Estres_Termico_Pollos_Engorda.html> [Consulta: Septiembre de 2019]

Estrada, M.; Márquez, S. y Restrepo, L., 2007. Efecto de la temperatura y la humedad relativa en los parámetros productivos y la transferencia de calor en pollos de engorda. Revista colombiana de ciencias pecuarias. Colombia. Pp. 288-303.

Fairchild, B. Control de factores ambientales en la crianza de pollitos. El sitio avícola. [En línea]. 2010. <<http://www.elsitioavicola.com/articles/2187/control-de-factores-ambientales-en-la-crianza-de-pollitos-1>> [Consulta: Noviembre 2018].

Guyton, A. y Hall, J., 2012. Compendio de fisiología médica. Elsevier. 12va edición. Estados Unidos. 740 Pp.

INAFED. Instituto Nacional de la Federación y el Desarrollo Municipal. [En línea] 2018

<<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16088a.html>> [Consulta: Noviembre de 2018].

Kusnadi, E. y Djulardi, A., 2011. Physiological dynamic of broiler at various environmental temperatures. International journal of poultry science. Estados Unidos. Pp. 19-22.

López, C.; Arce, J. y Ávila, E. Consideraciones al aplicar un programa de restricción alimenticia como paliativo para el control del síndrome ascítico. Engormix. [En línea] 2005. < <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/consideraciones-aplicar-programa-restriccion-t26153.htm>> [Consulta: 18 de Noviembre de 2018].

López, C.; Arce, J. y Ávila E. El síndrome ascítico en pollos: 1. [En línea]. 2014. <<http://www.elsitioavicola.com/articles/2641/el-sandrome-ascatico-en-pollos-1/>> [Consulta: Septiembre de 2019]

Mahmood, S. 2012. Feed restriction in broiler chickens production. Global Veterinaria, Pp. 449-458.

Malheiros, R. 2000. Environmental temperature and cloacal and surface temperature of broiler chicks in first week post-hatch. Applied poultry science. Pp. 112-117.

Nilipour, A. Conceptos de la cría de pollo: agua. El sitio avícola. [En línea] 2010. <<http://www.elsitioavicola.com/articles/1793/conceptos-de-la-craa-del-pollo-agua/>> [Consulta: Noviembre de 2018].

OIE, Organización Mundial de Sanidad Animal. Bienestar animal y sistemas de producción de pollos de engorda. [En línea] 2019. <https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/current/chapitre_aw_broiler_chicken.pdf> [Consulta: Julio de 2019]

Omosebi, D.; Adeyemi, O.; Sogunle, M; Idowu, O. y Njoku, C. 2014. Effects of duration and level of feed restriction on performance and meat quality of broiler chickens. Nigeria.

Oviedo, E., Efecto de la temperatura y de la velocidad del aire en los galpones. Actualidad Avipecuaria. [En línea] 2017. <<http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/temperatura-efecto-velocidad-aire-galpones.html>> [Consulta: Noviembre de 2018].

Paguay, Z.; Parra, C.; Rodríguez, S.; Torres, I. y Astudillo, R. Efecto de la restricción alimenticia en la incidencia de síndrome ascítico. Sitio avícola. [En línea] 2016. <<http://www.elsitioavicola.com/articles/2841/efecto-de-la-restriccion-alimenticia-la-incidencia-de-sandrome-ascatico/>> [Consulta: Noviembre de 2018].

Pantoja, D. Manejo de temperatura ambiental y calidad de aire, su influencia en líneas de pollo de engorda. Engormix. [En línea] 2014. <<https://www.engormix.com/avicultura/articulos/manejo-temperatura-ambiental-calidad-t31776.htm>> [Consulta: Noviembre de 2018].

Paquete estadístico StatSoft. Statistica 10.0, 2011

Pietsch, M., La importancia de la fibra en la nutrición de reproductoras broilers. Engormix. [En línea] 2015. <<https://www.engormix.com/avicultura/articulos/importancia-fibra-nutricion-reproductoras-t32303.htm>> [Consulta: Septiembre de 2019]

Quintana, J. 2011. Avitecnia. Trillas. 4ta edición. México. 406 Pp.

Quintana J. 2019. Manejo del pollito de engorda durante su primera semana de vida. Los avicultores y su entorno. 128 : 81-91.

Revolledo, L. El agua en la producción avícola. Actualidad avipecuaria. [En línea] 2017. <<http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/agua-en-la-produccion-avicola.html>> [Consulta: Noviembre de 2018].

SAG. Bienestar animal. Servicio Agrícola y ganadero. [En línea] 2018. <<http://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/bienestar-animal>> [Consulta: Septiembre de 2019]

Secien, O. Principios afines con el microambiente y sus participaciones en las camas húmedas. Engormix. [En línea] 2017. <<https://www.engormix.com/avicultura/articulos/principios-afines-microambiente-sus-t41159.htm>> [Consulta: Noviembre de 2018].

Sistemas agropecuarios JAT. Producción avícola: Pasado, presente y futuro. Engormix. [En línea] 2016. <<https://www.engormix.com/avicultura/articulos/produccion-avicola-pasado-presente-t38959.htm>> [Consulta: Noviembre de 2018].

Suárez, L.; Fuentes J.; Torres, M. y López S. 2004. Efecto de la restricción alimenticia sobre el comportamiento productivo en el pollo de engorda. Revista agraria. 3 : 24-30.

Uculmana, C. Estrés calórico en pollos: teoría, recomendaciones, prácticas y análisis económico. Actualidad avipecuaria. [En línea] 2017. <<http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/estres-calorico-en-pollos-teoria-recomendaciones-practicas-y-analisis-economico.html>> [Consulta: Noviembre de 2018].

UNA. Unión nacional de avicultores. [En línea] 2018. <<http://www.una.org.mx/index.php/panorama/situacion-de-la-avicultura-mexicana>> [Consulta: Noviembre de 2018].

Uribe, Á. 2011. Restricción alimenticia en pollos. XXII Congreso Latinoamericano de Avicultura. Argentina

Valdes, V. y Enting, H. Estrategias para disminuir el estrés por el calor en el pollo de engorda. Engormix. [En línea] 2012. <<https://www.engormix.com/avicultura/articulos/estrategias-disminuir-estres-calor-t29516.htm>> [Consulta: Noviembre de 2018].

Valls, José. Efectos del estrés por calor en pollos de engorda. Avinews. [En línea]. 2019. <<https://avicultura.info/preparandonos-para-el-calor-efectos-del-estres-por-calor-en-pollos/>> [Consulta: Septiembre de 2019].

Villa, A., 2010. La primera semana de vida del pollo. Selecciones avícolas, Marzo. Pp. 7-12.

9. ANEXOS

Cuadro 6. Resultados de peso corporal (Kg) en pollo de engorda Macho con y sin programa de restricción de alimento

	7	14	21	28	35	42
	Días de edad					
Control	0.167	0.485	1.034 a	1.723 a	2.571 a	3.270 a
Restricción	0.166	0.481	0.913 b	1.481 b	2.132 b	2.702 b
Probabilidad	0.832	0.627	0.001	0.001	0.001	0.001
Promedio	0.166	0.483	0.973	1.602	2.351	2.986
EEM	0.002	0.004	0.023	0.041	0.074	0.095

EEM = Error estándar de la media

a, b = Literales distintas marcan diferencias significativas ($P < 0.01$)

Cuadro 7. Resultados de porcentaje de la Uniformidad en pollo de engorda Macho con y sin programa de restricción de alimento

	14	21	28	35	42	Promedio
	Días de edad					
Control	90	95	100	85	90	92
Restricción	96	76	84	92	88	87.2
Promedio	93	85.5	92	88.5	89	89.6

Cuadro 8. Resultados en el consumo de alimento (Kg) en pollo de engorda Macho con y sin programa de restricción de alimento

	7	14	21	28	35	42
	Días de edad					
Control	0.134	0.505	1.217 a	2.246 a	3.511 a	4.940 a
Restricción	0.137	0.509	1.100 b	1.924 b	2.916 b	4.034 b
Probabilidad	0.676	0.737	0.001	0.001	0.001	0.001
Promedio	0.135	0.507	1.159	2.085	3.213	4.487
EEM	0.003	0.005	0.021	0.055	0.100	0.152

EEM = Error estándar de la media

a, b = Literales distintas marcan diferencias significativas (P<0.01)

Cuadro 9. Resultados en la conversión de alimento (Kg/Kg) en pollo de engorda Macho con y sin programa de restricción de alimento

	7	14	21	28	35	42
	Días de edad					
Control	1.083	1.144	1.230	1.337	1.389	1.531
Restricción	1.109	1.163	1.265	1.338	1.396	1.517
Probabilidad	0.232	0.252	0.171	0.984	0.590	0.483
Promedio	1.096	1.153	1.247	1.338	1.392	1.524
EEM	0.010	0.008	0.013	0.007	0.006	0.009

EEM = Error estándar de la media

Cuadro 10. Resultados del consumo de agua (Litros) en pollo de engorda Macho con y sin programa de restricción de alimento

	7	14	21	28	35	42
	Días de edad					
Control	0.370	1.282	2.959 a	6.123	9.725 a	14.26 a
Restricción	0.361	1.250	2.832 b	5.798	8.912 b	12.17 b
Probabilidad	0.409	0.372	0.030	0.064	0.021	0.006
Promedio	0.366	1.266	2.895	5.961	9.318	13.21
EEM	0.005	0.017	0.031	0.089	0.191	0.439

EEM = Error estándar de la media

a, b = Literales distintas marcan diferencias significativas (P<0.01)

Cuadro 11. Resultados en la mortalidad general (%) en pollo de engorda Macho con y sin programa de restricción de alimento

	7	14	21	28	35	42
	Días de edad					
Control	1.60	2.80 a	3.20 a	5.60 a	10.00 a	20.00 a
Restricción	0.40	0.40 b	0.80 b	1.20 b	1.20 b	1.20 b
Probabilidad	0.195	0.005	0.009	0.001	0.001	0.001
Promedio	1.00	1.60	2.00	3.40	5.60	10.60
EEM	0.447	0.499	0.516	0.846	1.572	3.156

EEM = Error estándar de la media

a, b = Literales distintas marcan diferencias significativas (P<0.01)

Cuadro 12. Resultados en la mortalidad por Síndrome Ascítico (%) en pollo de engorda Macho con y sin programa de restricción de alimento

	7	14	21	28	35	42
	Días de edad					
Control	0	0	0.40	2.00	4.80 a	12.80 a
Restricción	0	0	0.40	0.40	0.40 b	0.40 b
Probabilidad	0	0	1.000	0.064	0.003	0.001
Promedio	0	0	0.40	1.20	2.60	6.60
EEM	0	0	0.266	0.442	0.897	2.212

EEM = Error estándar de la media

a, b = Literales distintas marcan diferencias significativas (P<0.01)

Cuadro 13. Resultados de humedad de cama (%) en pollo de engorda Macho con y sin programa de restricción de alimento

	21	28	35	42
	Días de edad			
Control	21.76	33.84	30.29	29.56 b
Restricción	22.19	34.73	31.29	36.05 a
Probabilidad	0.371	0.174	0.278	0.001
Promedio	21.97	34.28	30.79	32.80
EEM	0.225	0.318	0.439	1.224

EEM = Error estándar de la media

a, b = Literales distintas marcan diferencias significativas (P<0.01)

$\bar{X}$ = Promedio de humedad de la cama durante la prueba

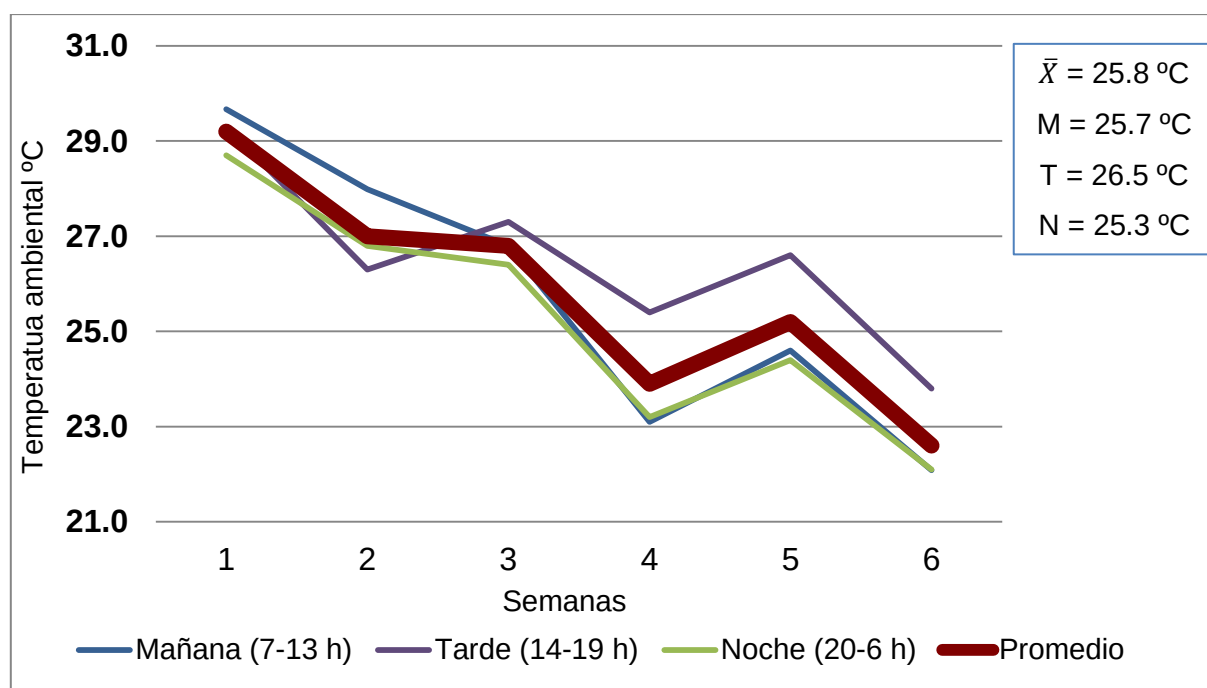
Cuadro 14. Resultados de temperatura ambiental (°C), humedad relativa (%) y agua de consumo (°C) durante los horarios del día

	Ambiental (°C)	Humedad (%)	Agua (°C)
Horarios			
Mañana	26.4 b	59.3 c	22.3
Tarde	25.3 a	63.2 a	22.4
Noche	25.7 a	61.8 b	22.1
Probabilidad	0.001	0.001	0.343
Promedio	25.7	61.9	22.3
EEM	0.099	0.215	0.093

EEM = Error estándar de la media

a, b, c = Literales distintas marcan diferencias significativas ($P < 0.01$)

Gráfica 1. Temperatura ambiental (°C) a través del tiempo



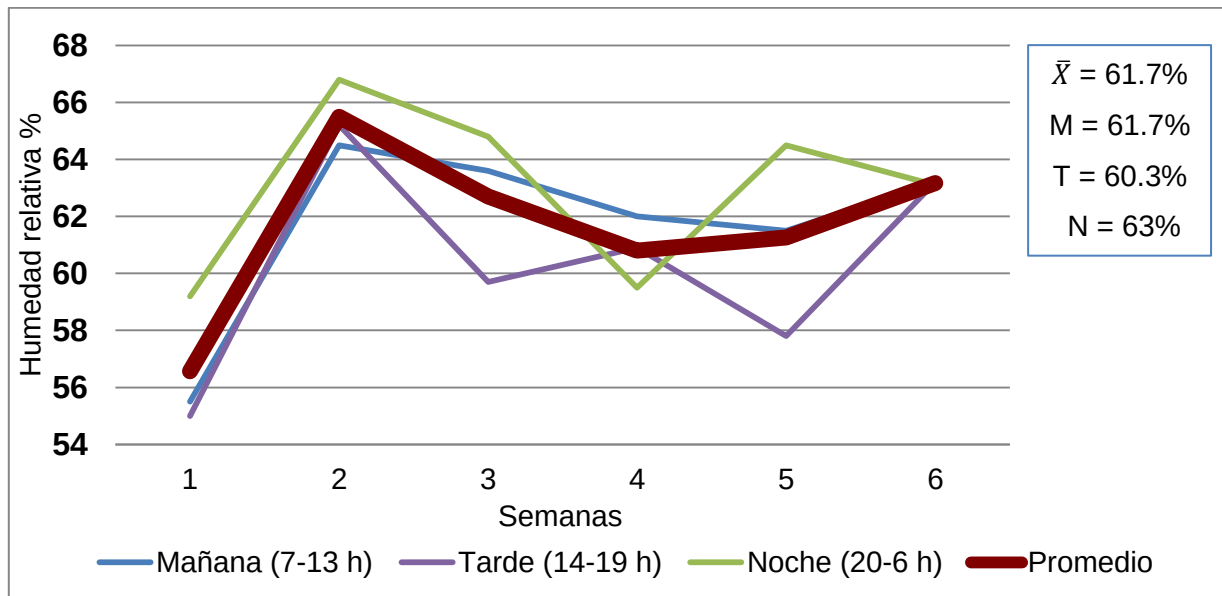
$\bar{X}$ = Promedio de temperatura ambiental durante la prueba

M = Promedio de temperatura ambiental durante la mañana

T = Promedio de temperatura ambiental durante la tarde

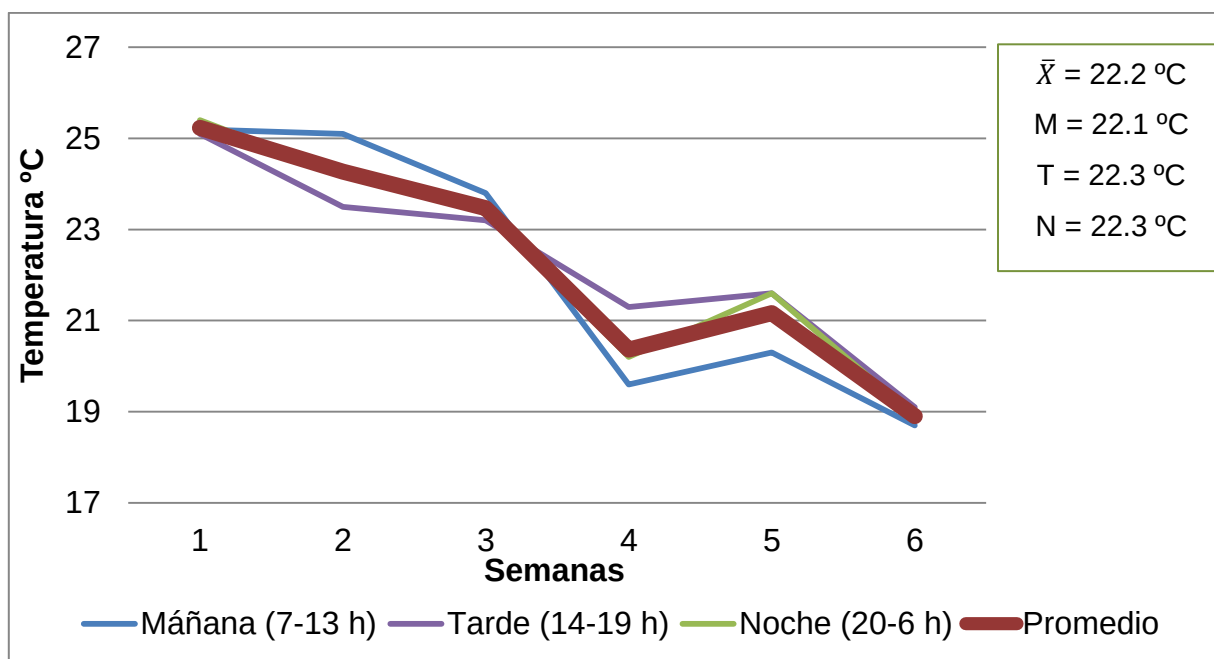
N = Promedio de temperatura ambiental durante la noche

Gráfica 2. Humedad relativa (%) a través del tiempo



$\bar{X}$ = Promedio de humedad relativa durante la prueba
 M = Promedio de humedad relativa durante la mañana
 T = Promedio de humedad relativa durante la tarde
 N = Promedio de humedad relativa durante la noche

Gráfica 3. Temperatura del agua de consumo a través del tiempo

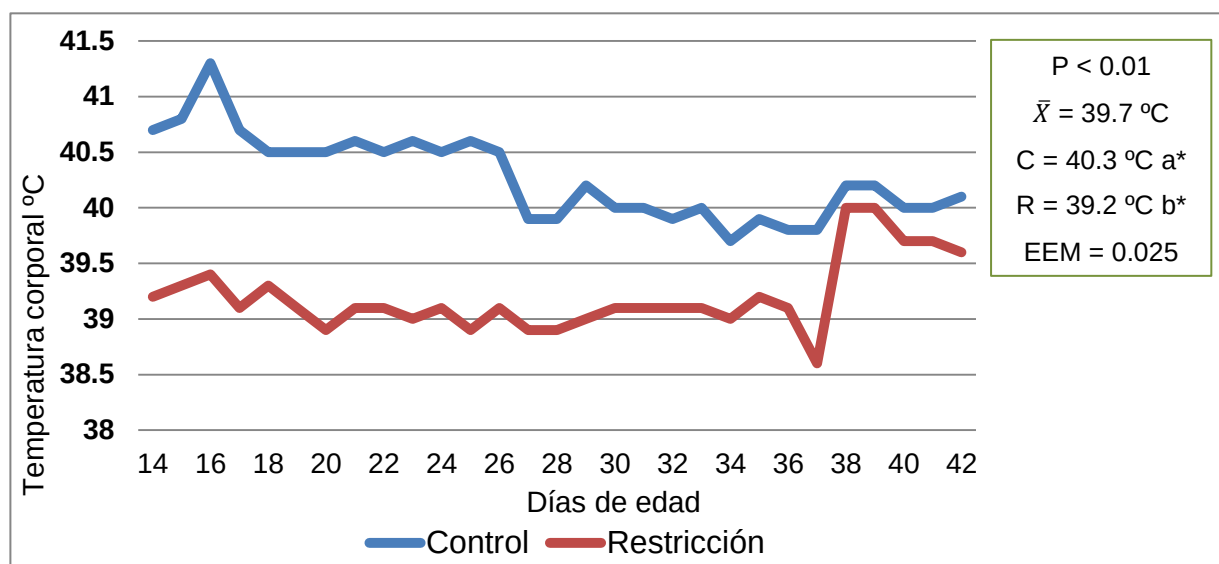


$\bar{X}$ = Promedio de temperatura del agua durante la prueba
 M = Promedio de temperatura del agua durante la mañana
 T = Promedio de temperatura del agua durante la tarde
 N = Promedio de temperatura del agua durante la noche

Cuadro 15. Resultados de temperatura corporales (°C) en pollos de engorda machos con y sin programa de restricción de alimento durante los horarios del día

		Temperatura corporal (°C)
Tratamiento		
Control		40.3 a
Restricción		39.2 b
Probabilidad		0.001
Horarios		
Mañana		39.7 b
Tarde		39.9 a
Noche		39.7 b
Probabilidad		0.001
Tratamiento	Horarios	
Control	Mañana	40.2
Control	Tarde	40.4
Control	Noche	40.3
Restricción	Mañana	39.1
Restricción	Tarde	39.4
Restricción	Noche	39.2
Probabilidad		0.237
Promedio		39.7
EEM		0.025

Gráfica 4. Temperatura de pollos de engorda Macho con y sin programa de restricción de alimento



* a, b = Literales distintas marcan diferencias significativas ($p < 0.01$)

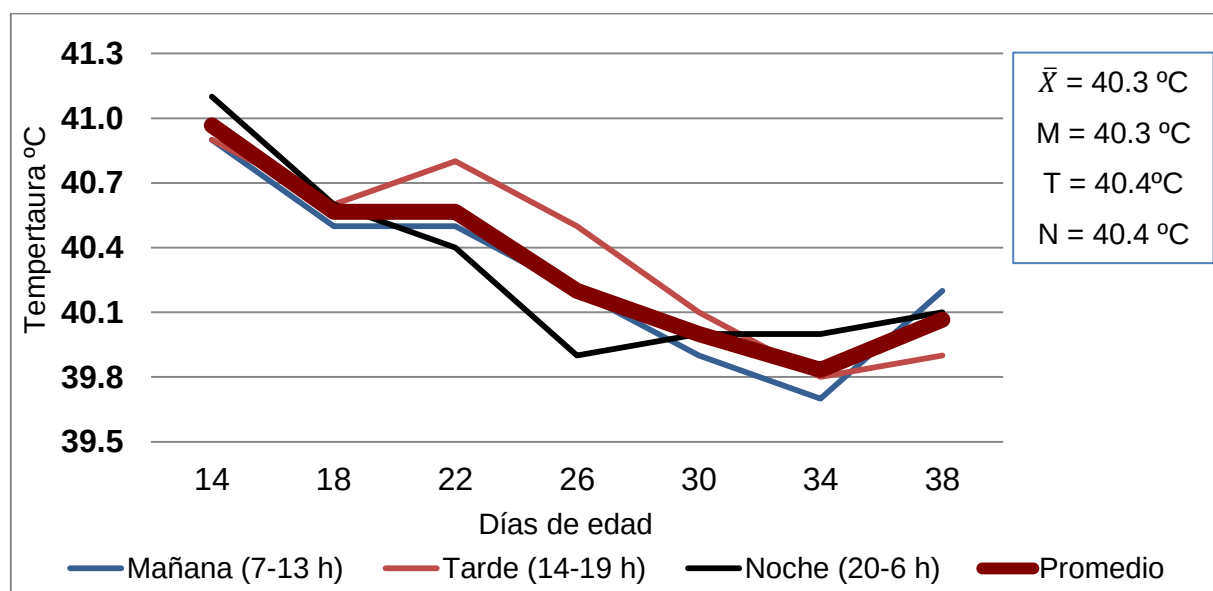
$\bar{X}$ = Promedio de temperaturas corporales de ambos tratamientos durante el periodo

C = Temperatura promedio del tratamiento control durante el periodo

R = Temperatura promedio del tratamiento restricción durante el periodo

EEM = Error estándar de la media

Gráfica 5. Temperatura corporal (°C) del tratamiento control a través del tiempo



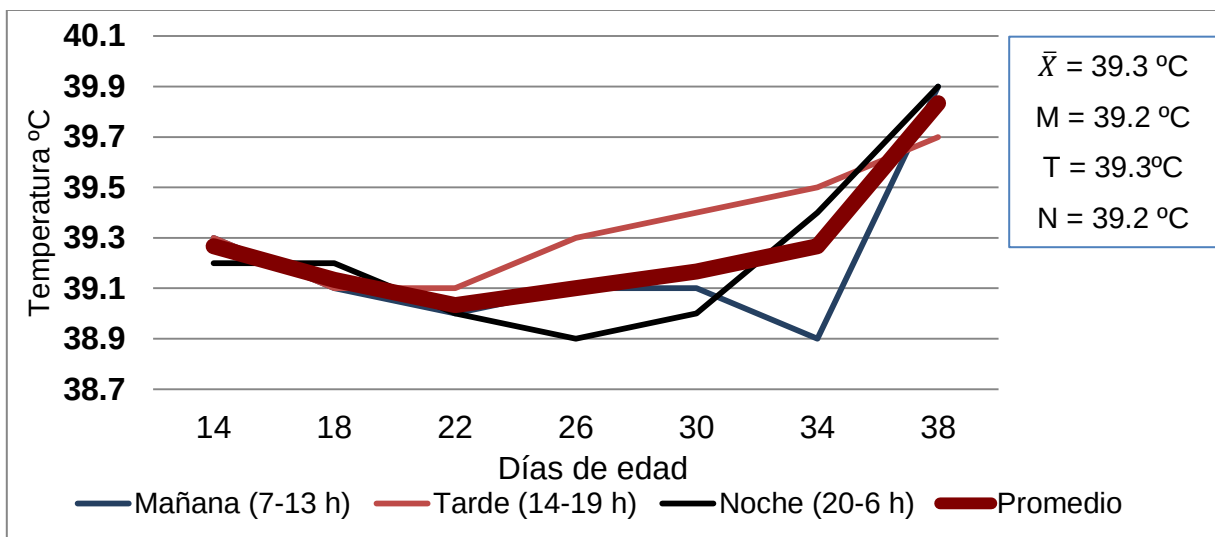
$\bar{X}$ = Promedio de temperatura corporal durante la prueba

M = Promedio de temperatura corporal durante la mañana

T = Promedio de temperatura corporal durante la tarde

N = Promedio de temperatura corporal durante la noche

Gráfica 6. Temperatura corporal (°C) del tratamiento de restricción de alimento a través del tiempo



$\bar{X}$ = Promedio de temperatura corporal durante la prueba
 M = Promedio de temperatura corporal durante la mañana
 T = Promedio de temperatura corporal durante la tarde
 N = Promedio de temperatura corporal durante la noche

Cuadro 16. Número de horas de diferentes temperaturas corporales de aves en tratamiento de control y restricción

	3	4	5	6	Total	%
Semana						
Tratamiento control (número de horas)						
Frio	40	76	153	148	417	62.0
Confort	128	92	15	20	255	38.0
Caliente	0	0	0	0	0	0
					672	100
Tratamiento restricción (número de horas)						
Frio	168	168	168	168	672	100
Confort	0	0	0	0	0	0
Caliente	0	0	0	0	0	0
					672	100

Cuadro 17. Número de horas de temperatura ambiental

	1	2	3	4	5	6	Total	%
	Semana							
	Temperatura ambiental (número de horas)							
Frio	92	57	18	56	5	54	282	28
Confort	76	101	82	67	22	40	388	38.5
Caliente	0	10	68	45	141	74	338	33.5
							1008	100

Cuadro 18. Parámetros ambientales registrados dentro de la caseta durante la prueba

	Temperatura °C	Humedad relativa (%)	Punto de Rocío °C
Primera semana			
Media	29.1	57.3	19.6
Máxima	32.6	70.4	23.2
Mínima	20.8	46.5	15.2
Desviación estándar	2.8	6.2	1.7
Coeficiente Variación (%)	9.6	10.8	8.4
Operativa	28.7	62.4	20.5
Segunda semana			
Media	27.0	65.9	20.0
Máxima	30.4	70.0	22.7
Mínima	20.9	53.9	13.8
Desviación estándar	2.1	3.3	2.1
Coeficiente Variación (%)	7.8	5.0	10.3
Operativa	27.2	64.6	19.7
Tercera semana			
Media	26.7	63.0	18.9
Máxima	29.7	68.9	22.0
Mínima	19.9	47.0	13.1
Desviación estándar	1.4	5.8	2.0
Coeficiente Variación (%)	5.4	9.1	10.5
Operativa	26.4	61.6	19.0

Cuadro 19. Parámetros ambientales registrados dentro de la caseta durante la prueba

	Temperatura °C	Humedad relativa (%)	Punto de Rocío °C
Cuarta semana			
Media	23.7	60.7	15.6
Máxima	29.8	70.0	22.7
Mínima	16.6	46.0	9.7
Desviación estándar	2.4	5.9	2.5
Coeficiente Variación (%)	10.2	9.8	16.1
Operativa	25.4	62.0	18.4
Quinta semana			
Media	25.0	61.9	17.1
Máxima	29.1	69.6	22.0
Mínima	19.9	38.7	12.1
Desviación estándar	1.9	6.3	1.8
Coeficiente Variación (%)	7.6	10.2	10.6
Operativa	26.0	59.3	18.7
Sexta semana			
Media	22.2	63.2	14.6
Máxima	26.4	70.6	18.9
Mínima	15.9	26.6	5.4
Desviación estándar	2.7	8.9	2.4
Coeficiente Variación (%)	12.3	14.0	16.7
Operativa	22.9	55.9	14.4

Cuadro 20. Dieta utilizada para la prueba

Ingredientes	1 a 21 días	22 a 35 días	36 a 42 días
	Kg		
Sorgo (8.5%)	558.2	569.2	617.1
Soya 46%	354.0	321.0	277.0
Aceite vegetal	35.0	60.0	58.0
Ortofosfato (18/21%)	18.7	15.9	14.1
Carbonato de Calcio 38%	14.8	14.1	13.4
Sal refinada	3.3	2.7	2.7
Metionina	3.8	3.6	3.1
Lisina	3.2	2.1	2.8
Bicarbonato de sodio	2.2	2.0	2.0
Colina 60%	1.0	1.0	0.7
Premezcla Mineral	1.0	1.0	1.0
Premezcla vitaminas	3.0	3.0	2.50
Nicarbazina	0.5	0.0	0.0
Treonina	1.0	0.6	0.8
Antioxidante	0.15	0.15	0.15
Pigmento (20 kg)	0.00	3.0	4.0
Carophil rojo (1%)	0.00	0.003	0.003
Salinomicina	0	0.55	0.55
TOTAL KG de alimento	1000	1000	1000

Cuadro 21. Análisis calculado de la dieta

Nutrientes	1-21 días	22-35 días	36-42 días
Proteína Cruda (%)	21.50	20.000	18.500
Calcio (%)	1.00	0.850	0.800
Fosforo Disponible (%)	0.45	0.410	0.390
EM. Kcal./Kg.	3.00	3.147	3.227
Sodio (%)	0.19	0.190	0.180
Cloro (%)	0.30	0.228	0.258
Na+K-Cl	220.06	220.055	192.715
Metionina Digestible (%)	0.48	0.456	0.434
Met + Cistina Digestible (%)	0.79	0.750	0.710
Lisina Digestible (%)	1.10	1.000	0.950
Treonina Digestible (%)	0.70	0.660	0.630