



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CONKAL**

**ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL Y ÁREA DE LIBRE  
ACCESO EN LA ENGORDA DE PAVOS Y SUS  
REPERCUSIONES SOBRE EL BIENESTAR Y  
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO**

**TESIS**

Que presenta:

**Felipe Antonio González Zapata**

Como requisito parcial para obtener el grado de:

**Maestro en Ciencias en Producción Pecuaria Tropical**

Director de tesis:

**Dr. José Roberto Sanginés García**

Conkal, Yucatán, México

**Noviembre, 2020**



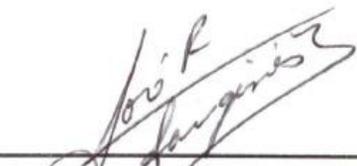
**TecNM**



Conkal, Yucatán, México, a 23 de noviembre de 2020.

El comité de tesis del candidato a grado Felipe Antonio González Zapata, constituido por los CC. José Roberto Sanginés García, Alfonso Juventino Chay Canul, Ángel Trinidad Piñeiro Vázquez, Pablo Alfonso Velázquez Madrazo y Mateo Fabián Itzá Ortiz, habiéndose reunido con el fin de evaluar el contenido teórico-metodológico y de verificar la estructura y formato de la tesis titulada: **Enriquecimiento ambiental y área de libre acceso en la engorda de pavos y sus repercusiones sobre el bienestar y comportamiento productivo**, que presenta como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en ciencia en Producción pecuaria tropical, según lo establece el Capítulo 2, inciso 2.13.3, de los Lineamientos para la Operación de los Estudios de Posgrado en el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos, dictaminaron su aprobación para que pueda ser presentada en el examen de grado correspondiente.

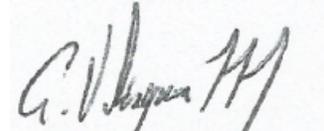
**ATENTAMENTE**

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Roberto Sanginés García  
Director de Tesis



\_\_\_\_\_  
Dr. Ángel Trinidad Piñeiro  
Vázquez  
Asesor de Tesis

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Alfonso Juventino Chay Canul  
Co director de Tesis



\_\_\_\_\_  
M.C. Pablo Alfonso Velázquez  
Madrazo  
Asesor de Tesis

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Mateo Fabián Itzá Ortiz  
Asesor de Tesis

Conkal, Yucatán, México, a 23 de noviembre de 2020.

## **DECLARATORIA DE PROPIEDAD**

Declaro que la información contenida en las secciones de materiales y métodos, resultados y discusión de este documento, es producto del trabajo de investigación realizado durante mis estudios de posgrado y con base en los términos de la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial le pertenece patrimonialmente al Instituto Tecnológico de Conkal. En virtud de lo manifestado reconozco que los productos intelectuales o desarrollos tecnológicos que se deriven de lo correspondiente a dicha información son propiedad de la citada institución educativa.

A handwritten signature in black ink that reads "Felipe Gonzalez". The signature is written in a cursive style with a large initial 'F'.

---

Felipe Antonio González Zapata

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi comité, conformado por el Dr. José Roberto Sanginés García, el Dr. Alfonso Juventino Chay Canul, el Dr. Ángel Trinidad Piñeiro Vázquez, el M.C. Pablo Alfonso Velázquez Madrazo y el Dr. Mateo Fabián Itzá Ortiz, por haberme brindado asesoría a lo largo de la maestría, por su paciencia, por su conocimiento y, por haberme apoyado a concluir este documento.

A mis compañeros, Karen, María y Carlos, por haberme apoyado durante todo este trayecto, grandes amigos, con los que siempre pude contar.

A todas las personas que me ayudaron a recolectar la información y me apoyaron durante todo el experimento.

Por último, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme brindado el apoyo económico para lograr realizar mis estudios de Maestría en Ciencia en Producción Pecuaria Tropical en el Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán.

## DEDICATORIA

*“A mis padres, Felipe Antonio González Canché y Lourdes Ermila Zapata Alonzo, a mi esposa Norma Airaly Basto Martell e hija Sophia Amaya González Basto, que por ellos di este gran paso”*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Índice de cuadros .....	ii
Índice de figuras .....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
CAPÍTULO 1 .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.2 ANTECEDENTES .....	3
1.2.1 Etología de los pavos de engorda .....	3
1.2.2 Sistemas de manejo durante la engorda de pavos .....	4
1.2.2 Factores ambientales durante la engorda de pavos .....	6
1.2.3 Comportamiento productivo y rendimiento de la canal.....	7
1.3 HIPÓTESIS .....	8
1.4 OBJETIVOS.....	8
1.4.1 Objetivo general .....	8
1.4.2 Objetivos específicos .....	8
1.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL .....	9
1.6 LITERATURA CITADA .....	10
CAPÍTULO 2 .....	22
2.1 RESUMEN Y ABSTRACT .....	22
2.2 INTRODUCCIÓN .....	24
2.3 MATERIALES Y METODOS .....	27
2.3.1 Ubicación. ....	27
2.3.2 Aves, alojamiento y tratamientos. ....	27
2.3.3 Observaciones de comportamiento.....	28
2.3.4 Productividad .....	29
2.3.5 Características de la canal.....	29
2.3.6 Condiciones climáticas.....	30
2.3.7 Análisis estadístico .....	30
2.4 RESULTADOS .....	31
2.4.1 Respuestas de conducta .....	31
2.4.2 Crecimiento y productividad .....	32

<b>2.4.2 Características de la canal.....</b>	<b>32</b>
<b>2.5 DISCUSIÓN .....</b>	<b>32</b>
<b>2.6 CONCLUSIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>2.7 LITERATURA CITADA .....</b>	<b>36</b>
<b>CONCLUSIONES GENERALES .....</b>	<b>50</b>

## Índice de cuadros

### CAPÍTULO 2.

Tabla 2.1. Composición nutrimental en las dietas del alimento Lorgam®.....	43
Tabla 2.2. Etograma utilizado durante las observaciones (Modificado de Rodríguez-Aurrekoetxea et al., 2015 e Irfan et al., 2016) .....	44
Tabla 2.3. Efecto del día sobre la temperatura (°C), humedad relativa (%) y los promedios del índice de temperatura y humedad (ITH), entre el 11 de junio y el 5 de septiembre, 2019. ....	45
Tabla 2.4. Efecto del uso de percha o acceso al aire libre sobre el peso corporal (PC), alimento consumido (AC), eficiencia alimenticia (EA) en pavos en varias etapas del crecimiento. . ....	46
Tabla 2.5. Efecto del uso de percha o acceso al aire libre sobre las características de la canal en pavos sacrificados a diferentes edades.. ....	47

## Índice de figuras

### CAPÍTULO 1.

Figura 1.1. Producción de toneladas de carne de guajolote en el estado de Yucatán de 2007 a 2019 (SIACON, 2019).....	1
--	---

### CAPÍTULO 2.

Figura 2.1. Efecto del día sobre el Índice de Temperatura y Humedad entre el 11 de junio y el 5 de septiembre de 2019. La línea roja indica el límite de la zona de confort, por encima de ella se manifiesta estrés por calor. ....	48
Figura 2.2. Curva de crecimiento de pavos machos Nicholas 700 ajustado por la función de Gompertz en promedio fue: $PC = 18.91 \exp[-0.021 \exp(-81.79 * \text{age})]$ , $R^2=0.999$ .....	49

## RESUMEN

El objetivo fue incrementar el bienestar de los pavos con el uso de perchas y área de libre acceso, con la finalidad de reducir el estrés calórico y mejorar el comportamiento productivo. Se utilizaron 240 pavos machos Nicholas 700 de veintinueve días de edad con peso inicial  $500 \pm 20$  g, criados en corrales con piso de concreto (1.75 x 5 m), equipados con comederos y bebederos de campana. Se suministró alimento comercial *ad libitum* de acuerdo con su fase productiva. Fueron alojados en interior hasta los 62 d de edad. El área de libre acceso fue de  $8.75 \text{ m}^2$  por corral, con sombra natural (con acceso de 07:00 a 19:00 h). La densidad final fue de  $10.33 \pm 0.22 \text{ kg/m}^2$ . Se distribuyeron según un diseño completamente al azar con arreglo factorial (2 x 2) con o sin percha y, con o sin acceso al exterior (rango libre). Entre las 10:00 y 19:00 h el ITH estuvo por encima del nivel crítico de confort (estrés calórico). Los pavos del alojamiento interno disminuyeron su alimento consumido (AC) y aumentaron su consumo de agua, y se observó jadeo, y tuvieron un peso corporal (PC) y AC final significativamente más bajo que en pavos con libre acceso ( $P < 0.05$ ). La disponibilidad de la percha tuvo un efecto significativo sobre e PC y CA final ( $P < 0.05$ ). Las diferencias en las características de la canal, el peso relativo de pechuga, alas, o muslos entre ambos fueron insignificantes. El uso de percha se limitó a las primeras semanas en pesos menores a  $6.05 \pm 0.10$  kg y, tuvo una mejor eficiencia alimenticia durante la primera etapa. En los sistemas con área de libre acceso se mejoró el bienestar animal, se observó una disminución en los efectos del estrés calórico y mejoró el rendimiento de los pavos. Las características de la canal fueron similares en todos los tratamientos.

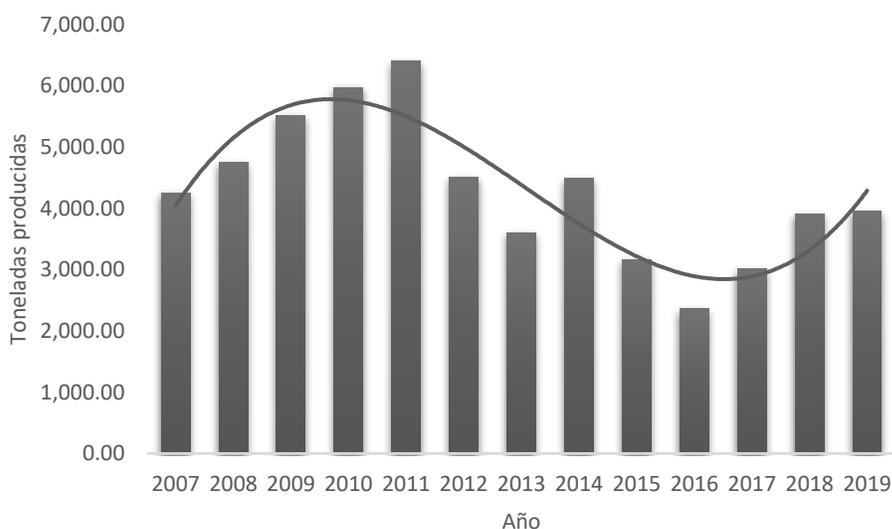
## ABSTRACT

The objective was to increase the welfare with the perch use and outdoor access, to reduce heat stress and improve turkey performance. In total, 240 twenty-day old male Nicholas 700 turkeys with similar body weight  $500 \pm 20$  g, were selected and raised in indoor floor pens that measured (1.75 x 5 m), all pens were equipped with feeders and bell drinkers. A standard commercial turkey diet was fed *ad libitum* according productive phase. All poults were housed indoors until 62 d of age. Free-range area for replicate was 8.75 m<sup>2</sup>, with natural shadow (access from 07:00 to 19:00 h). Final density was  $10.33 \pm 0.22$  kg/m<sup>2</sup>. Treatments were a combination of a factorial arrangement (2 x 2) with or without perches and, with or without access to outdoors (free-range). From 10:00 and 19:00 THI was above critic level of comfort (heat stress). In indoors turkeys feed intake (FI) decrease and water intake increase, and was observed paiting, and had a significantly lower final BW and FI than turkeys in outdoors (P<0.05). Perch availability had a significantly effect on final BW and FI (P<0.05). Differences in carcass traits relative weight of breast meat, wings, or thighs between were negligible. Perch use was limited to the first weeks in weights less than  $6.05 \pm 0.10$  kg and had a better feed efficiency during the first stage. The welfare was improved in treatments with outdoor access, a decrease in the effects of heat stress and turkey performance improved was observed. The carcass traits were similar in all treatments.

## CAPÍTULO 1

### 1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL

Según la base de datos de SIACON (2019), la producción de carne de ave ligera en el ámbito nacional aumentó de 2,580,779.01 a 3,476,622.18 millones de toneladas entre 2008 y 2019, mientras que, en el mismo periodo, la producción de carne de pavo fue de 229,811.92 t y, los estados con mayor producción en los tiempos mencionados fueron: Puebla, México, Chihuahua y Yucatán, (28,337, 29,898, 35,385 y 51,631 t, respectivamente). Con respecto a la producción en el estado de Yucatán, se observó un incremento de 50.7 % en la producción entre el 2007 y 2011, pero ésta disminuyó 63.1 % entre 2011 y 2016 año con el menor nivel de producción, para 2019 la producción aumentó de 2,361 a 3,954 t (Figura 1).



**Figura 1.** Producción de toneladas de carne de guajolote en el estado de Yucatán de 2007 a 2019 (SIACON, 2019).

Uno de los objetivos de las empresas productoras de aves para carne es la obtención de mayor cantidad de carne en el menor tiempo posible, para lograrlo, utilizan aves de líneas genéticas modernas (Rauw *et al.*, 1998), con un mejor comportamiento productivo optimizando el espacio construido para su alojamiento. En los sistemas intensivos donde no se considera el bienestar de las aves se utilizan densidades de población superior a los 29.3 kg/m<sup>2</sup> (Oke *et al.*, 2020); cuando éstas, se encuentran en la fase final de la engorda, el espacio vital por kg dentro del galpón (caseta) disminuye y genera un estrés permanente en las aves, con perturbaciones durante el descanso y un aumento en la agresividad (Erasmus, 2017;

Beaulac y Schwean-Lardner, 2018; Freihold *et al.*, 2019), que origina lesiones internas que pueden incrementar la mortalidad (Imaeda, 2000). Además, se impide el libre movimiento y la huida de los pavos de menor rango, lo que provoca lesiones por picoteo de los machos dominantes (Buchwalder y Huber-Eicher, 2004) y, en casos más graves el canibalismo y la muerte. Aunado a lo anterior, la sobrepoblación modifica el microambiente, situación que se agudiza en épocas cálidas en las regiones con clima tropical en donde el índice de temperatura y humedad (ITH) supera los límites de confort, lo que induce a un estrés calórico, un menor consumo de alimento (Rockwell *et al.*, 2012; Carvalho *et al.*, 2014; Carroll *et al.*, 2015b; Rakowski *et al.*, 2019) y, un mayor consumo de agua; esto último favorece el incremento en la humedad de la cama, con mayor concentración de amoníaco e incremento de pododermatitis (Youssef *et al.*, 2011; Wu y Hocking, 2011; Bergmann *et al.*, 2013).

Con la finalidad de mejorar la productividad y reducir agresividad de las aves se requiere de la adopción de estrategias de manejo que mejoren el bienestar de las aves (Nicol y Davies, 2013), como mantener una densidad de población adecuada de 25 kg de carne por m<sup>2</sup> (Hafez *et al.*, 2016) y en temporadas calidas aumentar el espacio vital de 2 a 2.5 pavos por m<sup>2</sup> (Jankowski *et al.*, 2015), para mitigar los efectos negativos del estrés calórico como son el incremento en: el picoteo agresivo y el índice de mortalidad. Por otra parte, el enriquecimiento ambiental dentro del galpón ha mostrado beneficios dentro de los sistemas de producción, en donde el uso de perchas permitiría manejar densidades de población un poco más elevadas (Martrenchar *et al.*, 2001). Dicha hipótesis se basa en que la acción de perchar en ramas de los árboles es una conducta generalizada en las aves silvestres, lo que les permite descansar fuera del alcance de los depredadores (Blokhuys, 1984; Liu *et al.*, 2018). Es probable que el uso de perchas ayude a disminuir la incidencia de pododermatitis y las perturbaciones durante el descanso (Pettit-Riley y Estevez, 2001; Ventura *et al.*, 2012), al reducirse la densidad a nivel del piso habría una mejor circulación del aire reduciendo la temperatura dentro del galpón (Kiyama *et al.*, 2016).

Otra estrategia de manejo es el uso de áreas de libre acceso (pastoreo), la cual permite que las aves durante las temporadas cálidas se refugien en áreas más frescas cubiertas con vegetación (Rakowski *et al.*, 2019), y sombra de árboles (Dawkins *et al.*, 2003), promoviendo el descanso sin perturbaciones, socializar, realizar el picoteo del suelo y disponer de otras fuentes de alimento como semillas, forrajes e insectos (Fanatico *et al.*, 2005; Sarica *et al.*, 2009), lo que incrementa el consumo de alimento y mejora la eficiencia

alimenticia (Tong *et al.*, 2015). Con base en lo anterior, se planteó el objetivo del presente trabajo: incrementar el bienestar de los pavos con el uso de perchas y área de libre acceso, con la finalidad de reducir el impacto negativo del estrés calórico en la engorda de pavos durante el verano y mejorar la respuesta productiva en pavos de la línea Nicholson 700.

## 1.2 ANTECEDENTES

### 1.2.1 Etología de los pavos de engorda

Los pavos en estado silvestre son animales gregarios y crean grupos donde establecen jerarquías, los machos subordinados prefieren estar cerca del macho dominante (Buchholz, 1997) y, los dominantes son más agresivos con aquellos machos que no pertenecen a la parvada (Buchwalder y Huber-Eicher, 2003). Además, se ha observado que la agresividad es mayor en grupos pequeños con respecto a los grandes, dado que pueden distinguir fácilmente a los animales que no pertenecen a la parvada (Buchwalder y Huber-Eicher, 2005a), así mismo, la protuberancia carnosa de la cabeza en los machos dominantes es más pronunciada (Buchholz, 1997) y, la región de la cabeza y el cuello es utilizada como atrayente sexual y como auxiliar en la termorregulación (Buchholz, 1996).

Por el contrario, el comportamiento de los pavos en cautiverio depende de diversos factores entre los que se incluyen: el espacio vital, la edad y de las condiciones ambientales dentro del galpón (caseta); las cuales a su vez influyen con las diversas interacciones sociales y, cuando se incrementa el tamaño del grupo, las aves adoptan diversas estrategias para establecer las jerarquías (Estevez *et al.*, 2002, 2003). Las aves incorporadas a la parvada o las de rango inferior no puedan evitar a los agresores dominantes cuando el espacio vital es reducido, situación que puede provocar diferentes tipos de lesiones en las aves subordinadas (Buchwalder y Huber-Eicher, 2004) e incluso su muerte; ya que, evita el libre movimiento de las aves aumentando los disturbios (Ventura *et al.*, 2012). Por otra parte, las líneas genéticas modernas de pavos tienen un crecimiento acelerado, con mayores ganancias de peso respecto a sus ancestros, por lo que las condiciones de manejo descritas favorecen la mayor incidencia en lesiones de las patas (Buchwalder y Huber-Eicher, 2005b) y conforme aumenta la edad y el peso de las aves se observa la tendencia a reducir su actividad física, en especial su movimiento (Bokkers y Koene, 2004).

Con respecto a la conducta de socialización, es probable que el picoteo amistoso este asociado con el picoteo agresivo y, al no existir el espacio vital suficiente se induce un estrés permanente favoreciendo respuestas agresivas como el picoteo de las plumas y la piel de otras aves causándoles lesiones graves e induciendo el canibalismo (Busayi *et al.*, 2006; Dalton *et al.*, 2013). Además, en los sistemas de producción intensivo, existen otras condicionantes de estrés entre las cuales se encuentran: las condiciones ambientales adversas, la temperatura y humedad extrema, restricción de alimento y de movimiento (Morgan y Tromborg, 2007), o la deficiencia de uno o más nutrientes en la dieta (Marchewka *et al.*, 2013). Al respecto, Mirabito *et al.* (2003) indican que la composición del alimento no tiene un efecto sobre el picoteo de los pavos, mientras que la restricción del alimento induce a un aumento en el picoteo de la cama (Hocking *et al.*, 1999).

### **1.2.2 Sistemas de manejo durante la engorda de pavos**

En los sistemas de producción intensiva, los pavos permanecen en instalaciones cerradas con piso de concreto a partir de los 20 d de edad (500 g) hasta alcanzar el peso de mercado, el cual es acordado por la empresa y los consumidores. La superficie destinada por animal se define al momento de introducir a los animales dentro del galpón, considerando las condiciones ambientales, así durante la temporada cálida se amplía el espacio vital con respecto a la época menos cálida y puede variar entre dos y tres pavos por m<sup>2</sup> (Jankowski *et al.*, 2015), o 25 kg por m<sup>2</sup> (Hafez *et al.*, 2016). Al incrementar la densidad de población, esto es, mayor o igual a 29.3 kg/m<sup>2</sup>, el comportamiento productivo y bienestar de las aves disminuye (Oke *et al.*, 2020), aumentan los disturbios con alteración en el comportamiento (Erasmus, 2017; Beaulac y Schwean-Lardner, 2018; Freihold *et al.*, 2019) y en casos más severos los índices de mortalidad aumentan (Imaeda, 2000). Además, la calidad de la cama disminuye, al aumentar la humedad por incremento en la cantidad de excretas, situación que repercute sobre la salud de las patas con mayor incidencia en pododermatitis (Youssef *et al.*, 2011; Wu y Hocking, 2011; Bergmann *et al.*, 2013). Finalmente, estos aspectos tienen repercusiones negativas en el comportamiento productivo de los pavos (Martrenchar *et al.*, 1999; Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011).

Por otra parte, el enriquecimiento ambiental dentro del sistema de producción como son el uso de perchas aumenta el espacio vital y podría ayudar en el desarrollo de comportamientos naturales de las aves (Martrenchar *et al.*, 2001) y disminuir los

comportamientos agresivos (Bergmann *et al.*, 2017). En estado silvestre, los pavos usan las ramas de los árboles para perchar y resguardarse de los predadores, esta conducta la conservan las aves de granja y se ha observado que durante el día usan las perchas para descansar y aumenta su uso durante la noche para dormir (Blokhuys, 1984; Liu *et al.*, 2018). Las aves, al disponer de perchas a temprana edad y, entre comederos y bebederos promueve la interacción y uso durante el desarrollo (Heikkilä *et al.*, 2006). Su uso se encuentra asociado a la posición dentro del galpón, su altura y su color (Pettit-Riley y Estevez, 2001; Chen y Bao, 2012; Bailie y O'Connell, 2015; Norring *et al.*, 2016). En tanto que una disposición inadecuada de la percha disminuye su uso, y puede funcionar como obstáculo y reducir el espacio vital de las aves (Heckert *et al.*, 2002). El uso de perchas elevadas ayuda a las aves durante el descanso, reduciendo las perturbaciones (Pettit-Riley y Estevez, 2001; Ventura *et al.*, 2012) y, en densidades de población elevadas, su uso incrementa el espacio vital a nivel de piso (Kiyama *et al.*, 2016). Además, permite que las aves subordinadas puedan huir de las dominantes y, ayuda en la ejercitación de las patas. Sin embargo, en gallinas ponedoras el uso de la percha induce el picoteo en varias partes del cuerpo (Bilčík y Keeling, 2000). En pollos de engorda se ha implementado el uso de perchas frías (esto es, perchas tubulares por las que circula agua fría) que permiten la disipación de calor por convección (Zhao *et al.*, 2013) y, en las gallinas de postura, al reducir los factores inductores de estrés calórico, con lo que se mejora la eficiencia de la muda bajo condiciones de calor cíclico diario (Hu *et al.*, 2019b), mejorando el consumo de alimento, el rendimiento de la producción y características del huevo (Hu *et al.*, 2019a).

Con respecto al área de libre acceso (o pastoreo) permite que las aves dispongan de mayor espacio para caminar, y exploren un espacio nuevo (Rodríguez-Aurrekoetxea *et al.*, 2015), en donde puedan realizar sus baños y favorecer las conductas naturales (Stadig *et al.*, 2016) las cuales son indicadores de buena salud (Irfan *et al.*, 2016), ciertos tipos de vegetación favorecen ambientes más confortables (Rakowski *et al.*, 2019), de preferencia, deben contar con sombra natural aportada por árboles que crean un microclima más favorable (Dawkins *et al.*, 2003) y, pasto que sirva de cama y realizar el picoteo de esta (Sherwin *et al.*, 1999; Lewis *et al.*, 2000). Al interactuar con el ambiente y puedan disponer de otras fuentes de alimento como: forrajes o herbáceas, semillas, insectos, gusanos, etc. brindando una dieta mixta (Fanatico *et al.*, 2005; Sarica *et al.*, 2009), con mayor consumo de alimento y ganancia de peso (Tong *et al.*, 2015). Además, durante las horas más cálidas las aves podrán refugiarse

del calor (Carroll *et al.*, 2015a) para disminuir el efecto del estrés calórico (Moyle *et al.*, 2014; Sanchez-Casanova *et al.*, 2019), conforme aumenta la temperatura ambiental, aumenta el uso de las áreas de pastoreo (Stadig *et al.*, 2017), al permanecer dentro del área de confort el bienestar animal aumenta logrando reducir la mortalidad (Taskin *et al.*, 2018). Una desventaja es que bajo ciertas condiciones el comportamiento productivo se reduce (Wang *et al.*, 2009), pero depende de ciertas condiciones como la edad de las aves cuando inician la interacción con dicha área (Chen *et al.*, 2013) y, en conclusión, el enriquecimiento ambiental mejora el bienestar y el comportamiento productivo de las aves de corral (Philippe *et al.*, 2020).

### **1.2.2 Factores ambientales durante la engorda de pavos**

Las condiciones adversas de temperatura y humedad ambiental provocan estrés por calor el cual afectan directamente el comportamiento productivo y el bienestar animal (Rockwell *et al.*, 2012; Carvalho *et al.*, 2014; Carroll *et al.*, 2015b; Rakowski *et al.*, 2019). En las aves el estrés por calor también impacta negativamente el sistema inmunológico e induce respuestas fisiológicas indeseables (Frag *et al.*, 2018), además causa hipertermia dando lugar al “golpe de calor”, aumenta el consumo de agua y el jadeo, así como los picoteos agresivos y se reduce la calidad de la carne (Yahav *et al.*, 1995; Brown-Brandl *et al.*, 1997; Rocha *et al.*, 2010; Goo *et al.*, 2019; Liebers *et al.*, 2019). Para el caso particular del estado de Yucatán el período más crítico se observa entre los meses de abril a septiembre (CONAGUA, 2018). Por lo que las condiciones ambientales dentro de las instalaciones son fundamentales, cuando el ITH es adecuado se obtiene crecimiento y desarrollo óptimos al aprovechar mejor los nutrientes del alimento consumido (Modrey y Nichelmann, 1992; Mayes *et al.*, 2015) y, se pueden manejar densidades de población elevada al estar en una zona termoneutral (Ryder *et al.*, 2004), considerando así de mayor importancia a la temperatura, humedad ambiental, humedad de la cama y, la calidad y velocidad del aire (Martrenchar, 1999; Dawkins *et al.*, 2004). Por otra parte, cuando se incrementa el ITH se inhiben los comportamientos naturales y en casos extremos de humedad relativa alta asociada con temperaturas ambientales elevadas y baja velocidad del aire se inducen comportamientos agresivos en las aves y disminuye el comportamiento productivo (Yahav *et al.*, 1995; Yahav *et al.*, 1998; Yahav *et al.*, 2008; Mendes *et al.*, 2020).

En condiciones climáticas desfavorables es necesario modificar el galpón para mantener el bienestar de las aves y lograr satisfacer sus necesidades (Nicol y Davies, 2013), debido a que las aves carecen de glándulas sudoríparas y en dichos climas les es difícil realizar la termorregulación, la cual realizan por la respiración, conducción y convección (Saeed *et al.*, 2019). Con la finalidad para mitigar los efectos negativos del microclima se han implementado entre otras prácticas, el uso de una cama de viruta de madera para realizar baños y excavar para estar en contacto con el piso frío (Farghly *et al.*, 2018) y, el uso de aparatos eléctricos que ayuden con la ventilación, si bien dichas estrategias mejoran el bienestar de las aves incrementan los costos de producción (Nieves, 2009) por lo que es necesario adoptar estrategias sustentables para mejorar el bienestar de las aves y la productividad y rentabilidad del sistema.

### **1.2.3 Comportamiento productivo y rendimiento de la canal**

El comportamiento productivo y el rendimiento de la canal son variables muy importantes en las líneas modernas de pavo de engorda donde se buscan estirpes con crecimiento acelerado, mayor ganancia de peso y una mejor eficiencia alimenticia (Rauw *et al.*, 1998). En la actualidad, existen diferentes líneas de pavos comerciales las cuales poseen un mejor comportamiento productivo, rendimiento de la canal y calidad de la carne (Barbour y Lilburn, 1995; Roberson *et al.*, 2003; Sarica *et al.*, 2011; McCrea *et al.*, 2012), por lo que la empresa debe determinar la mejor línea y el sexo de las aves conforme a sus objetivos de venta (Leeson y Summers, 1979; Roberson *et al.*, 2004; Cartoni Mancinelli *et al.*, 2020). Sin embargo, estas estirpes presentan ciertos aspectos patológicos durante la engorda como la discondroplasia tibial y debilidad de las patas (Su *et al.*, 1999), así como problemas de cadera que afectan la salud y comportamiento de las aves (Duncan *et al.*, 1991), aspectos negativos que, junto a densidades de población elevada, repercuten sobre el comportamiento productivo, rendimiento de la canal y bienestar de las aves (Beaulac *et al.*, 2019). Por lo tanto, la empresa debe determinar la línea de pavo y el sistema de manejo adecuado para aprovechar las ventajas de las líneas comerciales manteniendo en primer plano el bienestar de los pavos.

### **1.3 HIPÓTESIS**

El uso de perchas dentro del galpón a una altura de 40 cm y su interacción con un área de libre acceso mejora el bienestar en pavos de engorda, con lo que se incrementa el comportamiento productivo y se reduce la mortalidad en la última fase de engorda.

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 Objetivo general**

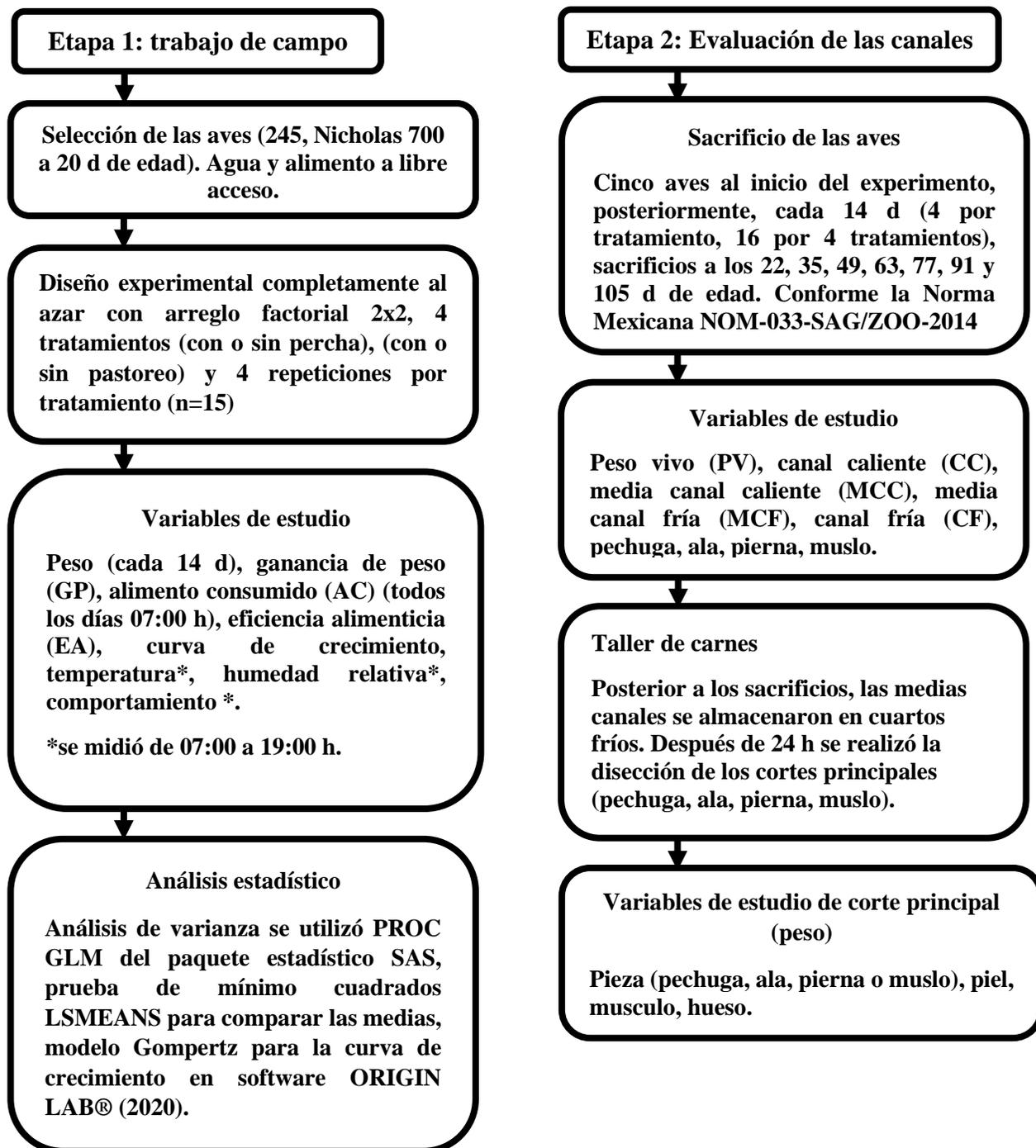
Incrementar el bienestar de los pavos con el uso de perchas y área de libre acceso, con la finalidad de reducir el estrés calórico y la mortalidad por golpe de calor en la fase final del ciclo de engorda, para mejorar el comportamiento productivo.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Evaluar el uso de perchas y su interacción con área de libre acceso sobre el comportamiento productivo y mortalidad en pavos de engorda de la línea Nicholas 700.
- Evaluar el sistema de manejo sobre el rendimiento de la canal en pavos de engorda de la línea Nicholas 700.

## 1.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El presente estudio se realizó en dos etapas: 1) inició el 11 de junio y finalizó el 5 de septiembre del 2019, en una explotación ubicada en Komchén, comisaria de la ciudad de Mérida, Yucatán (21° 6' N, 89° 39' W). 2) Posterior a los sacrificios las medias canales fueron almacenadas en neveras, se realizaron las mediciones de los cortes principales en el taller de carnes ubicado en la posta, área de Producción e Investigación Pecuaria del Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán (21° 05' N, 89° 29' O).



## 1.6 LITERATURA CITADA

- Bailie, C. L., and O'Connell, N. E. (2015). The influence of providing perches and string on activity levels, fearfulness and leg health in commercial broiler chickens. *Animal*, 9(4), 660–668. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731114002821>
- Barbour, G. W., and Lilburn, M. S. (1995). Characterization of carcass development from 14 to 145 days of age in turkey hens from two strains. *Poultry science*, 74(10), 1650-1658.
- Beaulac, K., and Schwean-Lardner, K. (2018). Assessing the effects of stocking density on turkey tom health and welfare to 16 weeks of age. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 213. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00213>
- Beaulac, K., Classen, H. L., Gomis, S., Sakamoto, K. S., Crowe, T. G., and Schwean-Lardner, K. (2019). The effects of stocking density on turkey tom performance and environment to 16 weeks of age. *Poultry science*, 98(7), 2846-2857. DOI: <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez087>
- Bergmann, S., Schwarzer, A., Wilutzky, K., Louton, H., Bachmeier, J., Schmidt, P., Erhard, M., and Rauch, E. (2017). Behavior as welfare indicator for the rearing of broilers in an enriched husbandry environment—A field study. *Journal of Veterinary Behavior*, 19, 90-101. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jveb.2017.03.003>
- Bergmann, S., Ziegler, N., Bartels, T., Hübel, J., Schumacher, C., Rauch, E., Brandl, S., Bender, A., Casalicchio, G., Krautwald-Junghanns, M.-E., and Erhard, M. H. (2013). Prevalence and severity of foot pad alterations in German turkey poult during the early rearing phase. *Poultry science*, 92(5), 1171-1176. DOI: <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02851>
- Bilčík, B., and Keeling, L. J. (2000). Relationship between feather pecking and ground pecking in laying hens and the effect of group size. *Applied Animal Behaviour Science*, 68(1), 55–66. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00089-7)
- Blokhuis, H. J. (1984). Rest in poultry. *Applied Animal Behaviour Science*, 12(3), 289–303. DOI: [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(84\)90121-7](https://doi.org/10.1016/0168-1591(84)90121-7)

- Bokkers, E. A., and Koene, P. (2004). Motivation and ability to walk for a food reward in fast- and slow-growing broilers to 12 weeks of age. *Behavioural Processes*, 67(2), 121–130. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2004.03.015>
- Brown-Brandl, T. M., Beck, M. M., Schulte, D. D., Parkhurst, A. M., and DeShazer, J. A. (1997). Physiological responses of tom turkeys to temperature and humidity change with age. *Journal of Thermal Biology*, 22(1), 43-52.
- Buchholz, R. (1996). Thermoregulatory role of the unfeathered head and neck in male wild turkeys. *The Auk*, 113(2), 310–318. DOI: <https://doi.org/10.2307/4088897>
- Buchholz, R. (1997). Male dominance and variation in fleshy head ornamentation in wild turkeys. *Journal of Avian Biology*, 223-230. DOI: 10.2307/3676973
- Buchwalder, T., and Huber-Eicher, B. (2003). A brief report on aggressive interactions within and between groups of domestic turkeys (*Meleagris gallopavo*). *Applied Animal Behaviour Science*, 84(1), 75–80. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(03\)00149-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(03)00149-7)
- Buchwalder, T., and Huber-Eicher, B. (2004). Effect of increased floor space on aggressive behaviour in male turkeys (*Meleagris gallopavo*). *Applied Animal Behaviour Science*, 89(3–4), 207–214. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.07.001>
- Buchwalder, T., and Huber-Eicher, B. (2005)a. Effect of group size on aggressive reactions to an introduced conspecific in groups of domestic turkeys (*Meleagris gallopavo*). *Applied Animal Behaviour Science*, 93(3–4), 251–258. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.11.020>
- Buchwalder, T., and Huber-Eicher, B. (2005)b. Effect of the analgesic butorphanol on activity behaviour in Turkeys (*Meleagris gallopavo*). *Research in Veterinary Science*, 79(3), 239–244. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2004.11.013>
- Busayi, R. M., Channing, C. E., and Hocking, P. M. (2006). Comparisons of damaging feather pecking and time budgets in male and female turkeys of a traditional breed and a genetically selected male line. *Applied Animal Behaviour Science*, 96(3–4), 281–292. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.06.007>

- Carroll, J. M., Davis, C. A., Elmore, R. D., Fuhlendorf, S. D., and Thacker, E. T. (2015)a. Thermal patterns constrain diurnal behavior of a ground-dwelling bird. *Ecosphere*, 6(11), 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1890/ES15-00163.1>
- Carroll, J. M., Davis, C. A., Elmore, R. D., and Fuhlendorf, S. D. (2015)b. A ground-nesting galliform's response to thermal heterogeneity: implications for ground-dwelling birds. *PLoS ONE*, 10(11). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143676>
- Cartoni Mancinelli, A., Mattioli, S., Dal Bosco, A., Aliberti, A., Guarino Amato, M., and Castellini, C. (2020). Performance, Behavior, and Welfare Status of Six Different Organically Reared Poultry Genotypes. *Animals*, 10(4), 550. DOI: [10.3390/ani10040550](https://doi.org/10.3390/ani10040550)
- Carvalho, C. D., Santos, T. C. D., Silva, G. C. D., Santos, L. V., Moreira, S. D. J., and Botelho, L. F. (2014). Conforto térmico animal e humano em galpões de frangos de corte no semiárido mineiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(7), 769-773.
- Chen, D. H., and Bao, J. (2012). General behaviors and perching behaviors of laying hens in cages with different colored perches. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 25(5), 717. DOI: <https://dx.doi.org/10.5713/ajas.2011.11366>
- Chen, X., Jiang, W., Tan, H. Z., Xu, G. F., Zhang, X. B., Wei, S., and Wang, X. Q. (2013). Effects of outdoor access on growth performance, carcass composition, and meat characteristics of broiler chickens. *Poultry Science*, 92(2), 435-443. DOI: <https://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02360>
- Comisión Nacional del Agua, (2018). <https://smn.conagua.gob.mx/es/>
- Dalton, H. A., Wood, B. J., and Torrey, S. (2013). Injurious pecking in domestic turkeys: development, causes, and potential solutions. *World's Poultry Science Journal*, 69(4), 865–876. DOI: <https://doi.org/10.1017/S004393391300086X>
- Dawkins, M. S., Cook, P. A., Whittingham, M. J., Mansell, K. A., and Harper, A. E. (2003). What makes free-range broiler chickens range? In situ measurement of habitat preference. *Animal Behaviour*, 66(1), 151-160. DOI: <https://doi.org/10.1006/anbe.2003.2172>

- Dawkins, M. S., Donnelly, C. A., and Jones, T. A. (2004). Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density. *Nature*, 427(6972), 342-344. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature02226>
- Duggan, G., Widowski, T., Quinton, M., and Torrey, S. (2014). The development of injurious pecking in a commercial turkey facility. *Journal of Applied Poultry Research*, 23(2), 280-290. DOI: <https://doi.org/10.3382/japr.2013-00860>
- Duncan, I. J. H., Beatty, E. R., Hocking, P. M., and Duff, S. R. I. (1991). Assessment of pain associated with degenerative hip disorders in adult male turkeys. *Research in Veterinary Science*, 50(2), 200–203. DOI: [https://doi.org/10.1016/0034-5288\(91\)90106-X](https://doi.org/10.1016/0034-5288(91)90106-X)
- Erasmus, M. A. (2017). A review of the effects of stocking density on turkey behavior, welfare, and productivity. *Poultry Science*, 96(8), 2540-2545. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pex075>
- Estevez, I., Keeling, L. J., and Newberry, R. C. (2003). Decreasing aggression with increasing group size in young domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science*, 84(3), 213–218. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2003.08.006>
- Estevez, I., Newberry, R. C., and Keeling, L. J. (2002). Dynamics of aggression in the domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science*, 76(4), 307–325. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00013-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00013-8)
- Fanatico, A. C., Pillai, P. B., Cavitt, L. C., Owens, C. M., and Emmert, J. L. (2005). Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: growth performance and carcass yield. *Poultry Science*, 84(8), 1321–1327. DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/84.8.1321>
- Farag, M. R., and Alagawany, M. (2018). Physiological alterations of poultry to the high environmental temperature. *Journal of thermal biology*, 76, 101-106. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.07.012>
- Farghly, M. F., Mahrose, K. M., Cooper, R. G., Ullah, Z., Rehman, Z., and Ding, C. (2018). Sustainable floor type for managing turkey production in a hot climate. *Poultry Science*, 97(11), 3884-3890. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pey280>

- Freihold, D., Bartels, T., Bergmann, S., Berk, J., Deerberg, F., Dressel, A., Erhard, M. H., Ermakow, O., Huchler, M., Krautwald-Junghanns, M.-E., Spindler, B., Thieme, S., and Hafez, H. M. (2019). Investigation of the prevalence and severity of foot pad dermatitis at the slaughterhouse in fattening turkeys reared in organic production systems in Germany. *Poultry science*, 98(4), 1559-1567. DOI: <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey473>
- Goo, D., Kim, J. H., Park, G. H., Delos Reyes, J. B., and Kil, D. Y. (2019). Effect of heat stress and stocking density on growth performance, breast meat quality, and intestinal barrier function in broiler chickens. *Animals*, 9(3), 107. DOI: 10.3390/ani9030107
- Hafez, H. M., Hagen, N., and Allam, T. S. (2016). Influence of stocking density on health condition in meat turkey flocks under field conditions. *Pakistan Veterinary Journal*, 36, 134–139.
- Heckert, R. A., Estevez, I., Russek-Cohen, E., and Pettit-Riley, R. (2002). Effects of density and perch availability on the immune status of broilers. *Poultry Science*, 81(4), 451-457.
- Heikkilä, M., Wichman, A., Gunnarsson, S., and Valros, A. (2006). Development of perching behaviour in chicks reared in enriched environment. *Applied Animal Behaviour Science*, 99(1–2), 145–156. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.09.013>
- Hocking, P. M., Maxwell, M. H., and Mitchell, M. A. (1999). Welfare of food restricted male and female turkeys. *British Poultry Science*, 40(1), 19–29. DOI: <https://doi.org/10.1080/00071669987782>
- Hu, J. Y., Hester, P. Y., Makagon, M. M., Xiong, Y., Gates, R. S., and Cheng, H. W. (2019)a. Effect of cooled perches on performance, plumage condition, and foot health of caged White Leghorn hens exposed to cyclic heat. *Poultry science*, 98(7), 2705-2718. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pez039>
- Hu, J. Y., Hester, P. Y., Xiong, Y., Gates, R. S., Makagon, M. M., and Cheng, H. W. (2019)b. Effect of cooled perches on the efficacy of an induced molt in White Leghorn laying hens previously exposed to heat stress. *Poultry science*, 98(10), 4290-4300. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pez317>

- Imaeda, N. (2000). Influence of the stocking density and rearing season on incidence of sudden death syndrome in broiler chickens. *Poultry Science*, 79(2), 201-204. DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/79.2.201>
- Irfan., Javid, A., Ashraf, M., Mahmud, A., Altaf, M., Hussain, S. M., Azmat, H., and Iqbal, K. J. (2016). Time-Budgets of turkeys (*Maleagris gallopavo*) reared under confinement and free range rearing systems. *Pakistan Journal of Zoology.*, 48(6), 1951-1956.
- Jankowski, J., Mikulski, D., Tatar, M. R., and Krupski, W. (2015). Effects of increased stocking density and heat stress on growth, performance, carcass characteristics and skeletal properties in turkeys. *Veterinary Record*, 176: 21. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/vr.102216>
- Kiyama, Z., Küçükyılmaz, K., and Orojpour, A. (2016). Effects of perch availability on performance, carcass characteristics, and footpad lesions in broilers. *Archives Animal Breeding*, 59(1), 19. DOI: doi:10.5194/aab-59-19-2016
- Krautwald-Junghanns, M. E., Ellerich, R., Mitterer-Istyagin, H., Ludewig, M., Fehlhaber, K., Schuster, E., Berk, J., Petermann, S., and Bartels, T. (2011). Examinations on the prevalence of footpad lesions and breast skin lesions in British United Turkeys Big 6 fattening Turkeys in Germany. Part I: Prevalence of footpad lesions. *Poultry Science*, 90(3), 555–560. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01046>
- Leeson, S., and Summers, J. D. (1980). Production and carcass characteristics of the Large White turkey. *Poultry Science*, 59(6), 1237-1245.
- Lewis, P. D., Perry, G. C., Sherwin, C. M., and Moinard, C. (2000). Effect of ultraviolet radiation on the performance of intact male turkeys. *Poultry Science*, 79(6), 850–855. DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/79.6.850>
- Liebers, C. J., Schwarzer, A., Erhard, M., Schmidt, P., and Louton, H. (2019). The influence of environmental enrichment and stocking density on the plumage and health conditions of laying hen pullets. *Poultry science*, 98(6), 2474-2488. DOI: <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez024>
- Liu, K., Xin, H., Shepherd, T., and Zhao, Y. (2018). Perch-shape preference and perching behaviors of young laying hens. *Applied animal behaviour science*, 203, 34-41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.02.009>

- Marchewka, J., Watanabe, T. T. N., Ferrante, V., and Estevez, I. (2013). Review of the social and environmental factors affecting the behavior and welfare of turkeys (*Meleagris gallopavo*). *Poultry Science*, 92(6), 1467–1473. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02943>
- Martrenchar, A. (1999). Animal welfare and intensive production of turkey broilers. *World's Poultry Science Journal*, 55(2), 143–152. DOI: <https://doi.org/10.1079/WPS19990010>
- Martrenchar, A., Huonnic, D., Cotte, J. P., Boilletot, E., and Morisse, J. P. (1999). Influence of stocking density on behavioural, health and productivity traits of turkeys in large flocks. *British Poultry Science*, 40(3), 323–331. DOI: <https://doi.org/10.1080/00071669987403>
- Martrenchar, A., Huonnic, D., and Cotte, J. P. (2001). Influence of environmental enrichment on injurious pecking and perching behaviour in young turkeys. *British Poultry Science*, 42(2), 161-170. DOI: <https://doi.org/10.1080/00071660120048393>
- Mayes, S. L., Strawford, M. L., Noble, S. D., Classen, H. L., and Crowe, T. G. (2015). Cloacal and surface temperatures of tom turkeys exposed to different rearing temperature regimes during the first 12 weeks of growth. *Poultry Science*, 94(6), 1105-1114. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/peu058>
- McCrea, B. A., Leslie, M. A., Stevenson, L. M., Macklin, K. S., Bauermeister, L. J., and Hess, J. B. (2012). Live Performance Characteristics, Pathogen Load and Foot Pad Lesions in Range-Reared Heritage vs. Conventional Turkeys (*Meleagris gallopavo*). *International Journal of Poultry Science*, 11(7), 438.
- Mendes, A. S., de Moura, D. J., Nunes, I. B., Dos Santos, I. L., de Souza, C., Morello, G. M., and Takahashi, S. E. (2020). Behavioral responses of turkeys subjected to different climatic conditions. *Tropical Animal Health and Production*, 1-8. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02106-7>
- Mirabito, L., Andre, L., and Bouvarel, L. (2003). Effect of providing ‘whole wheat’ in the diet on pecking behaviour in turkeys. *British poultry science*, 44(5), 776-778.

- Modrey, P., and Nichelmann, M. (1992). Development of autonomic and behavioural thermoregulation in turkeys (*Meleagris gallopavo*). *Journal of thermal Biology*, *17*(6), 287-292.
- Morgan, K. N., and Tromborg, C. T. (2007). Sources of stress in captivity. *Applied animal behaviour science*, *102*(3-4), 262-302. DOI: 10.1016/j.applanim.2006.05.032
- Moyle, J. R., Arsi, K., Woo-Ming, A., Arambel, H., Fanatico, A., Blore, P. J., Clark, F. D., Donoghue, D. J., and Donoghue, A. M. (2014). Growth performance of fast-growing broilers reared under different types of production systems with outdoor access: Implications for organic and alternative production systems. *Journal of Applied Poultry Research*, *23*(2), 212-220. DOI: <https://doi.org/10.3382/japr.2013-00882>
- Nicol, C. J., and Davies, A. (2013). Bienestar de las aves de corral en los países en desarrollo. In *Revisión del desarrollo agrícola*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <http://www.fao.org/docrep/019/i3531s/i3531s.pdf>. Accessed September 2015.
- Nieves, A. (2009). Conceptos generales sobre sistemas de ventilación en galpones de pollos de engorde.
- Norring, M., Kaukonen, E., and Valros, A. (2016). The use of perches and platforms by broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, *184*, 91-96. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2016.07.012>
- Oke, O. E., Oso, A., Iyasere, O. S., Adebowale, T., Akanji, T., Odusami, O., Udehi, S., and Daramola, J. O. (2020). Growth performance and physiological responses of helmeted guinea fowl (*Numida meleagris*) to different stocking densities in humid tropical environment. *Agricultura Tropica et Subtropica*, *53*(1), 5-12. DOI: 10.2478/ats-2020-0001
- Pettit-Riley, R., and Estevez, I. (2001). Effects of density on perching behavior of broiler chicken. *Applied Animal Behaviour Science*, *71*(2), 127-140. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00174-X](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00174-X)
- Philippe, F. X., Mahmoudi, Y., Cinq-Mars, D., Lefrançois, M., Moula, N., Palacios, J., Pelletier, F., and Godbout, S. (2020). Comparison of egg production, quality and

- composition in three production systems for laying hens. *Livestock Science*, 232, 103917. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.103917>
- Rakowski, A. E., Elmore, R. D., Davis, C. A., Fuhlendorf, S. D., and Carroll, J. M. (2019). Thermal refuge affects space use and movement of a large-bodied galliform. *Journal of Thermal Biology*, 80, 37–44. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.12.024>
- Rauw, W. M., Kanis, E., Noordhuizen-Stassen, E. N., and Grommers, F. J. (1998). Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livestock Production Science*, 56(1), 15–33. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(98\)00147-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(98)00147-X)
- Roberson, K. D., Kalbfleisch, J. L., and Dransfield, D. (2004). Comparison of growth performance and carcass component yield of a new strain of tom turkeys to other commercial strains. *International Journal of Poultry Science*.
- Roberson, K. D., Rahn, A. P., Balander, R. J., Orth, M. W., Smith, D. M., Booren, B. L., Booren, A. M., Osburn, W. N., and Fulton, R. M. (2003). Evaluation of the growth potential, carcass components and meat quality characteristics of three commercial strains of tom turkeys. *Journal of applied poultry research*, 12(2), 229-236.
- Rocha, H. P. D., Furtado, D. A., do Nascimento, J. W., and Silva, J. H. (2010). Índices bioclimáticos e produtivos em diferentes galpões avícolas no semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14(12), 1330-1336.
- Rockwell, S. M., Bocetti, C. I., and Marra, P. P. (2012). Carry-over effects of winter climate on spring arrival date and reproductive success in an endangered migratory bird, Kirtland's Warbler (*Setophaga kirtlandii*). *The Auk*, 129(4), 744–752. DOI: <https://doi.org/10.1525/auk.2012.12003>
- Rodriguez-Aurrekoetxea, A., Leone, E. H., and Estevez, I. (2015). Effects of panels and perches on the behaviour of commercial slow-growing free-range meat chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 165, 103-111. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2015.02.004>
- Ryder, A. A., Feddes, J. J. R., and Zuidhof, M. J. (2004). Field study to relate heat stress index to broiler performance. *Journal of applied poultry research*, 13(3), 493-499.

- Saeed, M., Abbas, G., Alagawany, M., Kamboh, A. A., Abd El-Hack, M. E., Khafaga, A. F., and Chao, S. (2019). Heat stress management in poultry farms: A comprehensive overview. *Journal of thermal biology*, 84, 414-425. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.07.025>
- SAGARPA. (2015). Poder Ejecutivo Secretaria De Agricultura , Ganaderia , Desarrollo Rural , Pesca Y Alimentacion. Diario Oficial, 1–128.
- Sanchez-Casanova, R., Sarmiento-Franco, L., Segura-Correa, J., and Phillips, C. J. C. (2019). Effects of Outdoor Access and Indoor Stocking Density on Behaviour and Stress in Broilers in the Subhumid Tropics. *Animals*. 9,(12), 1016. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani9121016>
- Sarica, M., Ocak, N., Karacay, N., Yamak, U., Kop, C., and Altop, A. (2009). Growth, slaughter and gastrointestinal tract traits of three turkey genotypes under barn and free-range housing systems. *British Poultry Science* 50(4), 487–494. DOI: <https://doi.org/10.1080/00071660903110919>
- Sarica, M., Ocak, N., Turhan, S., Kop, C., and Yamak, U. S. (2011). Evaluation of meat quality from 3 turkey genotypes reared with or without outdoor access. *Poultry Science*, 90(6), 1313-1323. DOI: 10.3382/ps.2009-00600
- Sherwin, C. M., Lewis, P. D., and Perry, G. C. (1999). The effects of environmental enrichment and intermittent lighting on the behaviour and welfare of male domestic turkeys. *Applied Animal Behaviour Science*, 62(4), 319–333. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(98\)00215-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(98)00215-9)
- SIACON (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta). 2019. “Base de datos” <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
- Stadig, L. M., Rodenburg, T. B., Ampe, B., Reubens, B., and Tuytens, F. A. M. (2016). Effects of shelter type, early environmental enrichment and weather conditions on free-range behaviour of slow-growing broiler chickens. *Animal*, 11(6), 1046-1053. DOI: [doi:10.1017/S1751731116002172](https://doi.org/10.1017/S1751731116002172)
- Stadig, L. M., Rodenburg, T. B., Ampe, B., Reubens, B., and Tuytens, F. A. M. (2017). Effect of free-range access, shelter type and weather conditions on free-range use and

- welfare of slow-growing broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 192, 15-23. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2016.11.008>
- Su, G., Sorensen, P., and Kestin, S. C. (1999). Meal feeding is more effective than early feed restriction at reducing the prevalence of leg weakness in broiler chickens. *Poultry Science*, 78(7), 949–955. DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/78.7.949>
- Taskin, A., Karadavut, U., and Çayan, H. (2018). Behavioural responses of white and bronze turkeys (*Meleagris gallopavo*) to tonic immobility, gait score and open field tests in free-range system. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 1253-1259. DOI: [10.1080/09712119.2018.1495642](https://doi.org/10.1080/09712119.2018.1495642)
- Tong, H. B., Cai, J., Lu, J., Wang, Q., Shao, D., and Zou, J. M. (2015). Effects of outdoor access days on growth performance, carcass yield, meat quality, and lymphoid organ index of a local chicken breed. *Poultry Science*, 94(6), 1115–1121. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pev032>
- Ventura, B. A., Siewerdt, F., and Estevez, I. (2012). Access to barrier perches improves behavior repertoire in broilers. *PloS one*, 7(1). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029826>
- Wang, K. H., Shi, S. R., Dou, T. C., and Sun, H. J. (2009). Effect of a free-range raising system on growth performance, carcass yield, and meat quality of slow-growing chicken. *Poultry Science*, 88(10), 2219-2223. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00423>
- Wu, K., and Hocking, P. M. (2011). Turkeys are equally susceptible to foot pad dermatitis from 1 to 10 weeks of age and foot pad scores were minimized when litter moisture was less than 30%. *Poultry science*, 90(6), 1170-1178. DOI: [10.3382/ps.2010-01202](https://doi.org/10.3382/ps.2010-01202)
- Yahav, S., Goldfeld, S., Plavnik, I., and Hurwitz, S. (1995). Physiological responses of chickens and turkeys to relative humidity during exposure to high ambient temperature. *Journal of Thermal Biology*, 3(20), 245-253.
- Yahav, S., Plavnik, I., Rusal, M., and Hurwitz, S. (1998). Response of turkeys to relative humidity at high ambient temperature. *British poultry science*, 39(3), 340-345. DOI: [10.1080/00071669888872](https://doi.org/10.1080/00071669888872)

- Yahav, S., Rusal, M., and Shinder, D. (2008). The effect of ventilation on performance body and surface temperature of young turkeys. *Poultry science*, 87(1), 133-137. DOI: doi:10.3382/ps.2007-00359
- Youssef, I. M. I., Beineke, A., Rohn, K., and Kamphues, J. (2011). Effects of litter quality (moisture, ammonia, uric acid) on development and severity of foot pad dermatitis in growing turkeys. *Avian Diseases*, 55(1), 51-58. DOI: <https://doi.org/10.1637/9495-081010-Reg.1>
- Zhao, J. P., Jiao, H. C., Jiang, Y. B., Song, Z. G., Wang, X. J., and Lin, H. (2013). Cool perches improve the growth performance and welfare status of broiler chickens reared at different stocking densities and high temperatures. *Poultry Science*, 92(8), 1962-1971. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02933>

## CAPÍTULO 2

### EFECTO DEL ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL Y AREAS DE LIBRE ACCESO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL EN PAVOS CRIADOS EN CONDICIONES TROPICALES CALIDAS

Felipe Antonio González-Zapata<sup>1</sup> , José Roberto Sanginés-García<sup>1</sup> \*, Alfonso Juventino Chay Canul<sup>2</sup> , Ángel Trinidad Piñeiro-Vázquez<sup>1</sup> , Pablo Alfonso Velázquez-Madrazo<sup>1</sup>, Edgar Aguilar-Urquizo<sup>1</sup>, Mateo Fabián Itzá Ortiz<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/ Campus Conkal, División de Estudios de Posgrado e Investigación. Km 16.3 antigua carretera Mérida-Motul, Conkal, Yucatán, México. C.P. 97345.

<sup>2</sup>División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Teapa, Km 25, Villahermosa, Tabasco. C.P. 86280.

<sup>3</sup>Departamento de Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

\*Autor de correspondencia: José Roberto Sanginés-García. jose.sg@conkal.tecnm.mx

#### 2.1 RESUMEN Y ABSTRACT

Este estudio examina el efecto del uso de percha y su interacción con acceso al exterior sobre el rendimiento, el comportamiento y las características de la canal en pavos en un índice de temperatura y humedad (ITH) elevada. En total, fueron seleccionados 240 pavos machos Nicholas 700 de veintiún días de edad con un peso similar ( $500 \pm 20$  g), y criados en corrales de piso que median 1.75 x 5 m. Todos los corrales fueron equipados con comederos y bebederos de campana. Se suministró una dieta *ad libitum* con alimento comercial para pavo de acuerdo a su fase productiva. Todos los pavitos fueron alojados en interior hasta los 62 d

de edad. El área de libre acceso fue de 8.75 m<sup>2</sup> por corral, con sombra natural (con acceso de 07:00 a 19:00 h). La densidad final fue de 10.33 ± 0.22 kg/m<sup>2</sup>. Los tratamientos fueron una combinación de un arreglo factorial (2 x 2) con o sin percha y, con o sin acceso al exterior (rango libre). Entre las 10:00 y 19:00 h el ITH estuvo por encima del nivel crítico de confort (estrés calórico). Los pavos del alojamiento interno disminuyeron su consumo de alimento (CA) y aumentaron su consumo de agua, y se observó jadeo, y tuvieron un peso corporal (PC) y CA final significativamente más bajo que en pavos con libre acceso (P<0.05). La disponibilidad de la percha tuvo un efecto significativo sobre e PC y CA final (P<0.05). Las diferencias en las características de la canal, el peso relativo de pechuga, alas, o muslos entre ambos fueron insignificantes. Estos datos indican que existe una diferencia substancial del rendimiento y rendimiento del crecimiento entre los sistemas alternativos, especialmente en regiones donde el calor extremo puede afectar la producción. Las aves criadas con libre acceso de 62 d de edad tuvieron un mayor rendimiento.

**Palabras clave:** Estrés calórico, Uso de percha, Área libre.

This study examines the effect of perch use and its interaction with outdoor access on turkey performance, welfare, and carcass traits in high environmental temperature humidity index (THI). In total, 240 twenty-day old male Nicholas 700 turkeys with similar body weight (500 ± 20 g), were selected and raised in indoor floor pens that measured 1.75 x 5 m. All pens were equipped with feeders and bell drinkers. A standard commercial turkey diet was fed *ad libitum* according productive phase. All poults were housed indoors until 62 d of age. Free-range area for replicate was 8.75 m<sup>2</sup>, with natural shadow (access from 07:00 to 19:00 h). Final density was 10.33 ± 0.22 kg/m<sup>2</sup>. Treatments were a combination of a factorial arrangement (2 x 2) with or without perches and, with or without access to outdoors (free-

range). From 10:00 and 19:00 THI was above critic level of comfort (heat stress). In indoors turkeys feed intake (FI) decrease and water intake increase, and was observed paiting, and had a significantly lower final BW and FI than turkeys in outdoors ( $P<0.05$ ). Perch availability had a significantly effect on final BW and FI ( $P<0.05$ ). Differences in carcass traits relative weight of breast meat, wings, or thighs between were negligible. These data indicate that substantial growth performance and yield differences exist among alternative systems. especially in regions where extreme heat may affect production. birds reared with outdoor access from 62 d of age had better performance.

**Key Words:** Heat stress, perch use, free range.

## 2.2 INTRODUCCIÓN

El crecimiento óptimo se alcanza cuando los animales se crían en la zona termo neutral (ZTN). Esto se debe a que utilizan menor cantidad de energía para el metabolismo basal y de mantenimiento, como la termorregulación (Mayes *et al.*, 2015). A temperaturas ambientales elevadas, el estrés calórico es el resultado de la combinación de la temperatura ambiental y la humedad relativa (Yahav *et al.*, 1995). En ambientes con elevada humedad relativa se incrementa la dificultad de las aves más grandes para disipar el calor latente (Brown-Brandl *et al.*, 1997). Así, la capacidad de enfriamiento de las aves para disipar el calor metabólico por evaporación está limitada. La ausencia de plumas en cabeza y cuello y, posiblemente las estructuras carnosas de la cabeza contribuyen a la disipación del calor por mecanismos no evaporativos con temperaturas ambientales elevadas (Buchholz, 1996). Por otro lado, Rakowski *et al.* (2019) observaron en los pavos silvestres que en los días más calurosos ( $\geq 35$  °C), movimiento disminuye tres veces durante el pico de calor, con respecto al movimiento en los días más fríos ( $< 30$  °C), el cual fue más uniforme. Durante las horas del día con mayor índice de temperatura y humedad (ITH), los pavos mantenidos en un clima cálido intentan

enfriar sus cuerpos excavando en la cama para entrar en contacto con un piso frío (Farghly *et al.*, 2018), además intentarán refugiarse en las áreas más frescas dentro de las instalaciones, para evitar los efectos nocivos sobre el consumo de alimento y tasa de crecimiento. Los pavos jóvenes de cuatro semanas de vida toleran mejor el incremento de la densidad de población y la temperatura ambiental con respecto a las aves en crecimiento entre las 5 y 18 semanas de vida (Jankowski *et al.*, 2015). La tasa creciente de consumo de agua tiene un efecto nocivo sobre la calidad de la cama, que también se ve afectada por la densidad de individuos por unidad de superficie. La calidad de la cama tiene un gran impacto en la salud y bienestar de las aves; el contenido de amoníaco en la cama varía de acuerdo a la cantidad de excreta y la calidad de la cama. Es potencialmente una causa de la mayor prevalencia de dermatitis en las almohadillas plantares (Martrenchar *et al.*, 1999; Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011).

Jankowski *et al.* (2015) observaron que, en aves expuestas a condiciones de estrés por calor con alta densidad de población durante toda su vida, hay menor calidad esquelética y alteraciones en las funciones locomotoras. Una práctica de manejo para reducir la agresividad y la tasa de mortalidad por efecto del estrés por calor durante las estaciones cálidas es reducir la densidad de población, dado que un aumento en el espacio vital reduce el número de picotazos agresivos y duelos (Buchwalder and Huber-Eicher, 2004; Marchewka *et al.*, 2013); Erasmus (2017) concluye que densidades superiores a 29.3 kg/m<sup>2</sup> se asocian con diversos problemas productivos, de salud y de comportamiento, al estar aumentando la frecuencia de perturbaciones con densidades mayores y el comportamiento de reposo es perturbado con más frecuencia (Hall, 2001; Ventura *et al.*, 2012). No se observan efectos de interacción entre el estrés calórico y alta densidad de población sobre la disminución en el rendimiento de pollos de engorada (Goo *et al.*, 2019). Además, el síndrome de muerte súbita es significativamente mayor en densidades de población elevadas en verano (Imaeda, 2000).

Bajo condiciones comerciales, el ambiente de los animales incluye solo comederos, bebederos, y cama de viruta (Martrenchar *et al.*, 2001), es importante considerar que, en pavos de crecimiento rápido, las condiciones ambientales, tales como la temperatura y densidad de población, influyen en todo el organismo y en el metabolismo del tejido óseo, así como en las propiedades esqueléticas (Jankowski *et al.*, 2015). Se ha postulado que la colocación de perchas dentro de las instalaciones avícolas podría ser benéfico para las aves, al darles la oportunidad de desarrollar un comportamiento natural (Martrenchar *et al.*, 2001). En gallinas de postura, durante el día aproximadamente el 10% utiliza las perchas y, durante la noche casi la totalidad descansa en las perchas (Blokhuys, 1984; Liu *et al.*, 2018). En pavos el porcentaje de aves perchando alcanza su punto máximo en la semana 5 y disminuye progresivamente desde la semana 6 en adelante. A partir de las 10 semanas de edad, Las aves no pueden mantenerse en las perchas (Martrenchar *et al.*, 2001). El uso de percha en pollos de engorda tiene claros beneficios, no solo en brindar la oportunidad del comportamiento de perchar, sino también al controlar las interacciones agresivas y reducir los disturbios, especialmente en la crianza con densidades elevadas (Ventura *et al.*, 2012). Otra ventaja en pollos de engorda es la reducción de las lesiones en las patas hasta en un 34% y podría ayudar en mejorar la calidad de la cama al disminuir la densidad de aves en el piso (Kiyama *et al.*, 2016). Por otra parte, cuando las aves tienen acceso a áreas exteriores, estas les pueden ofrecer una amplia variedad de oportunidades de comportamiento (Dawkins *et al.*, 2003). Y puede considerarse como una forma de enriquecimiento ambiental; las aves prefieren el uso de áreas al aire libre en días relativamente cálidos y nublados sin lluvia o vientos fuertes (Stadig *et al.*, 2017). Los días cálidos se asocian con el mayor número de aves que salen del galpón durante las horas del día (Dawkins *et al.*, 2003), con un aumento de la locomoción y disminución del descanso ((Rodríguez-Aurrekoetxea *et al.*, 2015). Los pavos bajo

condiciones al aire libre son capaces de seleccionar una dieta adecuada para todos sus requerimientos (Sarica *et al.*, 2009); lo que mejora el consumo de alimento y mejora el aumento de peso (Tong *et al.*, 2015). El objetivo fue evaluar el enriquecimiento ambiental y su interacción con áreas de libre acceso sobre el bienestar animal y su impacto sobre el comportamiento productividad en pavos de engorda en climas cálidos.

## **2.3 MATERIALES Y METODOS**

### **2.3.1 Ubicación.**

El estudio se realizó en una granja convencional de crianza de pavo en Yucatán (21° 6' N, 89° 39' W) entre el 11 de junio y el 5 de septiembre. El clima de la región es de tipo AW<sub>0</sub> (de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García, 2004), es un clima cálido subhúmedo, con una precipitación promedio de 1100 mm por año y temperatura máxima de 36 °C y mínima de 16 °C. La temporada de lluvia comprende de junio a diciembre.

### **2.3.2 Aves, alojamiento y tratamientos.**

Se utilizaron un total de 240 pavos machos, de 20 días edad, Nicholas 700, procedentes de un criadero comercial, con peso inicial  $500 \pm 20$  g. Los animales fueron pesados y divididos al azar en cuatro tratamientos con cuatro replicas (n=15). Cada grupo de pavos fue alojado en corrales de 1.75 x 5 m. Se utilizó una cama de viruta de madera con una profundidad aproximada de 5 cm. Todos los corrales estuvieron equipados con comederos (capacidad de 8 kg) y bebederos de campana. Se les suministró alimento comercial (Lorgam<sup>®</sup>) *ad libitum*, de acuerdo a cada fase productiva (Tabla 1). Un ave por corral fue sacrificada, cuatro aves por tratamiento, de acuerdo a las normas mexicanas para el sacrificio cada dos semanas. La densidad inicial y final fueron de 1.7 y 1.02 aves/m<sup>2</sup>, respectivamente ( $10.33 \pm 0.22$  kg/m<sup>2</sup>).

Los pavos adquiridos ya contaban con sus vacunas antes de ingresar a la granja, dos días después se suplementaron con vitaminas comerciales (Carosen<sup>®</sup>) y sulfato de cobre en su agua de bebida durante siete días (1 y 0.18 g/L, respectivamente). Entre los 35 y 42 d de edad, se les suministró fosfomicina disódica (Fosfódica<sup>®</sup>) a una dosis de 0.1 g/L en el agua. Finalmente, entre 90 y 97 d de edad se les suministró Sulfamonometoxina con Trimetoprim (Daimetoprim<sup>®</sup>) a una dosis de 0.11 g/kg de peso corporal aplicado en el agua de bebida.

Todos los pavos fueron alojados en el interior hasta los 62 d de edad. Los tratamientos fueron una combinación con arreglo factorial (2 x 2): con o sin percha y, con o sin libre acceso al exterior. Los tratamientos fueron: Control (interior sin percha); interior con percha; exterior sin percha; exterior con percha. Las perchas se elaboraron con perfil PTR cuadrado (3.75 x 3.75 cm), de 3 m de largo y se colocaron a 40 cm del suelo, entre los comederos y bebederos de campana. En el sistema con acceso al exterior, la réplica del área de libre fue 8.75 m<sup>2</sup>, con sombra natural. El agua y alimento se proporcionaron *ad libitum* en el interior. Las aves tuvieron acceso al área exterior de 07:00 a 19:00 h, resguardándose en el interior por la noche. En cada corral, se registró el número de aves perchando y frecuencia de uso; además, la frecuencia del uso de bebedero y jadeo.

### **2.3.3 Observaciones de comportamiento**

Las aves que se mantuvieron en sistemas de manejo bajo confinamiento y áreas de libres fueron monitoreadas y comparadas. Las observaciones de comportamiento incluyeron agresividad, picoteo de la cama, acicalarse, inmovilidad, acostado, consumo de agua, consumo de alimento, picoteo de plumas (Tabla 2). El etograma utilizado consistió en una combinación de estados y eventos como fue descrito por Rodríguez-Aurrekoetxea *et al.* (2015) e Irfan *et al.* (2016). Las observaciones se realizaron todos los días cada tres horas de 07:00 a 19:00 h durante periodos de 15 min por observaciones focales dentro de cada sistema

y en la correspondiente área de libre acceso, modificado a lo descrito por Dawkins *et al.* (2003) y Stadig *et al.* (2016).

#### **2.3.4 Productividad**

El consumo de alimento se registró por diferencia de alimento ofrecido y rechazado, entre 07:30 y 08:00 h. El pesaje de todas las aves por cada corral se realizó cada 14 días usando una balanza mecánica (Nuevo León<sup>®</sup>), con capacidad de 220 kg. En la eficiencia alimenticia se manejaron promedios ponderados debido a que el número de aves fue disminuyendo por los sacrificios programados y, se determinó: EA= ganancia de peso promedio por ave/la cantidad promedio de alimento consumido por ave como lo descrito por Loyra *et al* (2013), en cada periodo (1: 0.50 – 2.70; 2: 2.70 – 6.50; 3: 6.50 – 10.50 kg de peso corporal), inicio, crecimiento y finalización.

#### **2.3.5 Características de la canal**

Se evaluó un ave por corral a 49, 77 y 105 d de edad (48 aves por edad y 96 aves en total) seleccionada al azar. Previo al sacrificio se mantuvieron en ayuno durante 8 horas para obtener un peso exacto. Todas las aves fueron pesadas antes del sacrificio y después del flujo de sangre al sacrificio, y la diferencia del flujo de sangre se calculó y registró con relación al peso vivo. Las aves fueron sacrificadas de acuerdo a la norma mexicana para el sacrificio de animales (NOM-033-SAG/ZOO-2014). Se realizó el escaldado (1 min a 56 °C), desplumado, enfriamiento en agua fría, apertura de vientre, eviscerado, y enfriamiento con aire. El peso de las plumas se calculó pesando las canales después del desplumado y se registró como la relación de peso vivo. La canal se cortó en partes de acuerdo a los métodos estándar, y el peso de las patas (pierna y muslo) y el dorso, la pechuga y el ala se registró como porcentajes de los pesos de la canal caliente.

### 2.3.6 Condiciones climáticas

Se registraron las condiciones climáticas cada tres horas de 07:00 a 19:00 h, utilizando un anemómetro Kestrel<sup>®</sup> 4000. El índice de temperatura y humedad (ITH) se calculó según LPHSI (1990) usando la formula modificada:

$$ITH = db \text{ } ^\circ\text{C} - [(0.31 - 0.31HR) (db \text{ } ^\circ\text{C} - 14.4)]$$

Donde db °C es la temperatura de bulbo seco en grados Celsius; HR= humedad relativa en porcentaje/100. Un valor de ITH inferior a 27.8 es indicativo de la ausencia de estrés calórico, mientras que valores superiores a 28.9 se consideraron como indicadores de estrés calórico severo.

### 2.3.7 Análisis estadístico

Los resultados de este estudio fueron analizados en un diseño completamente al azar con arreglo factorial. Cuando la prueba-F fue significativa ( $P < 0.05$ ), la media de los tratamientos se comparó usando la prueba LSMEANS. Para describir la curva de crecimiento de los pavos, se utilizó la función de Gompertz modificada:

$$Y_{ij} = a_i \exp [-b_i \exp (-k_i t_j)] + \varepsilon_{ij}$$

Donde  $y_{ij}$  es el peso corporal observado del individuo  $i$  la edad  $j$ ;  $a_i$ ,  $b_i$ ,  $k_i$  son los parámetros de la función de Gompertz para el  $i$ -ésimo animal, quien tiene una interpretación biológica;  $a_i$  puede ser interpretad como el peso corporal maduro, manteniendo independientemente las fluctuaciones a corto plazo;  $b_i$  es el parámetro de tiempo-escala relacionado con el peso corporal inicial;  $k_i$  es el parámetro relacionado con la tasa de maduración (tasa de crecimiento); y  $\varepsilon_{ij}$  es el error residual, distribuido normal e independientemente entre los individuos. Utilizando el software ORIGIN LAB<sup>®</sup> (2020).

## **2.4 RESULTADOS**

La temperatura y humedad promedio fue de  $26.58 \pm 0.83$  de 07:00 h y mayor a 28.7 entre 10:00 y 19:00 h (estrés calórico severo) durante el periodo experimental (Tabla 3), esta condición se mantuvo durante todo el periodo experimenta (Figura 1).

### **2.4.1 Respuestas de conducta**

Se observaron interacciones sociales como picoteo de plumaje sin agresión; lo que indica que se establecieron jerarquías en la primera semana y después a los 77 d de edad al inicio de la pubertad. Los indicadores de bienestar más observados fueron el descanso, el acostarse, baños con viruta, picoteo de la cama, el acicalamiento. Por la mañana en todos los sistemas de manejo las aves descansaron sin disturbios. El uso de percha comenzó a 30 d de edad y disminuyó desde la semana 7. Las aves fueron claramente incapaces de pararse en las perchas desde la semana 10, cuando alcanzaron un peso superior a  $6.05 \pm 0.10$  kg. El uso de percha se observó entre 07:00 – 11:00 h y 17:00 – 19:00 h, después del consumo de alimento; por otro lado, el uso de percha se incrementó en los días con lluvia intensa. Cuando el ITH incrementó (Figura 1) el 80% de los pavos en el interior se ubicaron debajo de los bebederos entre 11:00 – 17:00 y, probablemente se incrementó el consumo de agua y, disminuyó el consumo de alimento.

El acceso al área libre (exterior) fue a las 9 semanas de edad, entre 07:00 – 19:00 h, 80 % de los pavos se mantuvieron en el exterior, descansando si disturbios, con frecuencia respiratoria normal, el área del bebedero se utilizó solo para consumo de agua en cortos periodos de tiempo.

#### **2.4.2 Crecimiento y productividad**

El peso corporal y el consumo de alimento final (a 105 d de edad) fueron mayores ( $P < 0.05$ ) en pavos con acceso al área libre a diferencia del tratamiento sin acceso a pastoreo, sin afectar la eficiencia alimenticia ( $P > 0.05$ ). Por el otra parte, los sistemas de aojamiento con percha se vieron afectados negativamente ( $P < 0.05$ ) el peso corporal, el consumo de alimento y la eficiencia alimenticia. No fueron observadas diferencias ( $P > 0.05$ ) en la curva de crecimiento (Figura 2); los parámetros de la función de Gompertz en promedio fueron: Peso corporal observado =  $18.91 \exp[-0.021 \exp(-81.79 * \text{edad})]$ ,  $R^2=0.999$ .

#### **2.4.2 Características de la canal**

El peso de la canal y el rendimiento de la pechuga, alas, espalda, muslo y piernas fueron similares ( $P > 0.05$ ) entre edad y sistema de alojamiento.

### **2.5 DISCUSIÓN**

Los estándares de bienestar, que se centran en los requerimientos de comportamiento de los pavos, deben tener suficiente espacio en cada etapa de producción para moverse libremente y poder pararse normalmente, darse la vuelta, estirarse acicalarse, crecer y producir normalmente (Erasmus, 2017). La densidad de población afecta el porcentaje de pavos machos de pie y caminando, así como la incidencia de perturbaciones totales. La movilidad es preocupante desde el punto de vista de la salud y bienestar de las aves, ya una pobre movilidad afecta la capacidad de las aves para acceder al comida y agua, escapar de sus compañeros de corral agresivos (Beluac y Schwean-Lardner, 2018), un aumento en el espacio del piso reduce el número de picoteos agresivos y duelos (Buchwalder y Huber-Eicher, 2004). La disponibilidad de percha podría tener beneficios al darle a las aves la oportunidad de realizar un comportamiento natural, y de disminuir la densidad a nivel del piso (Martrenchar *et al.*, 2001), En pollos de engorda, el mayor uso de perchas en altas densidades

sugiere que los factores sociales, como la facilitación social tienen un efecto en el uso de percha (Pettit-Riley y Estevez, 2001). Tal como se observó en nuestro trabajo, los pavos al disponer de una percha a temprana edad aumento su interacción y, su uso fue más frecuente durante la primera etapa de la crianza y en pavos con un peso menor a  $6.05 \pm 0.10$  kg y, su uso disminuyó conforme al aumentaron de peso; así como observó (Martrenchar *et al.*, 2001), el uso de percha disminuye conforme los pavos se vuelven más pesados, claramente no pueden pararse en las perchas cuando su peso corporal es superior a 6 kg o de 10 semanas

Por otra parte, en este trabajo no se observaron comportamientos agresivos, esto fue probablemente por la baja densidad al final del periodo el crecimiento, la cual fue  $10.65 \pm 0.46$  kg/m<sup>2</sup> muy por debajo de los 25 kg/m<sup>2</sup> (Hafez *et al.*, 2016). Moran (1985) observó que proporcionar mayor área de corral por macho condujo a una mayor mortalidad total que el área reducida, la incidencia de desgarre de piel demostró una relación cuadrática con densidad de población, lo que difiere a los datos obtenidos en donde las aves expresaron un comportamiento más amigable con el aumento del espacio vital y, la mortalidad fue nula. Mientras que Beaulac *et al.* (2019) observaron que el porcentaje de mortalidad acumulada no se vio afectada por el tratamiento con densidad de población. El mismo autor define dos categorías de mortalidad (agresiva e infecciosa) que se vieron impactadas diferencialmente por el incremento de la densidad de población cuando se evaluaron por periodos de cuatro semanas. El comportamiento de los pavos varía a lo largo del día y tempranamente podría verse afectado por el día y el ITH.

Los sistemas de producción con acceso al área libre tienen muchos factores, tales como la temperatura, el fotoperiodo y la intensidad de la luz, que no están controlados y son inherentemente variables (Sarica *et al.*, 2009). Rodriguez-Aurrekoetxea *et al.* (2014) encontraron un efecto de la temperatura sobre el uso de área libre, con una relación positiva

entre la temperatura y el uso de área libre en pollos de carne de crecimiento lento. Los pollos preferían áreas de pastoreo con árboles, evitando el sol brillante (Stadig *et al.*, 2016) y, dentro de sus potreros, permanecen cerca de las instalaciones o buscan cobertura de árboles y pasan el 60% de su tiempo caminando al aire libre, rascando, bañándose con polvo, y picoteando el suelo (Dawkins *et al.*, 2003), lo que concuerda con los datos obtenidos donde las aves pasaban mayor parte del día descansando bajo la sombra de los árboles, picoteando el suelo, explorando y realizando baños con polvo, los cuales son indicadores de buena salud (Irfan *et al.*, 2016).

Proporcionar perchas afectó negativamente el peso corporal final, el consumo de alimento y no presenta efecto en la eficiencia alimenticia (Tabla 4); contrario a lo observado por Kiyama *et al.* (2016) y Aksit *et al.* (2017) cuando proporcionaron perchas a los pollos de engorda no tuvieron efecto en el peso corporal y alimento consumido y la conversión. Martrenchar *et al.* (2001) concluyó que agregar perchas en la producción de pavo no dio los resultados esperados y no parece ser benéfico en la reducción de las lesiones, algo similar a los resultados obtenidos sobre el rendimiento en el presente trabajo.

Por otra parte, el área de libre acceso tiene un efecto positivo sobre la ganancia de peso y el alimento consumido en pavos, en las aves de corral el peso corporal de las aves a 56 d de edad aumenta de manera lineal al aumentar el acceso al aire libre tienen más espacio para moverse alrededor y serían más activos debido a la baja densidad de población (Tong *et al.*, 2015); contrario a lo observado por Sarica *et al.* (2009) en pavos y Moyle *et al.* (2014) en pollos de engorda de rápido crecimiento quienes notaron que el acceso al área libre no tuvo efecto sobre la ganancia de peso, el consumo de alimento y la eficiencia alimenticia. Wang *et al.* (2009) observaron que el sistema de cría al aire libre podría reducir significativamente el rendimiento de crecimiento en pollos de crecimiento lento, este resultado puede diferir a los

nuestros debido a la estirpe de pavo de crecimiento rápido que se utilizó. Los sistemas de producción con acceso al aire libre tienen muchos factores, como la temperatura y la humedad relativa que no están controlados y son inherentemente variables. Además, los pollos de engorda criados al aire libre tienen acceso al pastoreo y a varios forrajes, insectos, y gusanos, que pueden estar disponibles (Fanatico *et al.*, 2005). Los pavos criados bajo sistemas de cría al aire libre pasan mayor tiempo comiendo y caminando lo cual son indicadores de buena salud en los animales, por lo que se recomienda el sistema de libre acceso que el sistema de cría en confinamiento (Irfan *et al.*, 2016).

El acceso al aire libre es una parte importante en la producción de pavo orgánico y al aire libre; sin embargo, existe información limitada sobre los efectos de varios sistemas de producción y alojamiento sobre el rendimiento del crecimiento y características de la canal (Moyle *et al.*, 2014). El acceso al aire libre puede beneficiar el bienestar de las aves porque tienen acceso a un ambiente más natural y más oportunidades para realizar comportamientos naturales que en los sistemas de interior (Stadig *et al.*, 2017) como se reporta en este trabajo, los pavos al estar en un ambiente natural pasaban más tiempo explorando realizando baños y picoteos del suelo, comportamientos naturales presentes en las aves silvestres, lo que se traduce a un mejor comportamiento productivo y un mayor bienestar. No hubo efecto del sistema de producción y edad del sacrificio sobre la canal caliente, pechuga y alas, espalda, piernas y muslos, que fueran consistentes con otros autores en pavos (Sariaca *et al.*, 2009) o en pollos de engorda de aves de corral (Fanatico *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2009; Chen *et al.*, 2013). El rendimiento de la canal y las características de calidad sensorial de la carne están influenciados por los sistemas de cría y la carne de las aves criadas bajo sistemas de libre acceso es preferida por los consumidores debido a los mejores atributos de calidad sensorial (Irfan *et al.*, 2016). Por otro lado, el uso de perchas se ha sugerido como una adición potencial

para mejorar el bienestar y el estado de salud de las aves sin afectar el rendimiento de la canal y las proporciones de las partes de la canal (Kiyima *et al.*, 2016), tal como los datos obtenidos en donde el uso de percha no afectó negativamente el rendimiento ni los cortes principales de la canal y, durante la primera etapa de crecimiento las aves frecuentemente utilizaron las perchas después de alimentarse, mostrando un mejor bienestar.

## 2.6 CONCLUSIONES

Estos resultados sugieren que la disponibilidad de la percha no tuvo impacto en el sistema de producción y, las perchas fueron frecuentemente usadas durante la primera etapa de crianza y su uso se observó en pavos con peso menor a  $6.05 \pm 0.10$  kg y, tuvo una mayor eficiencia alimenticia durante la primera etapa. Por otro lado, los sistemas de crianza con área de libre acceso mejoraron el bienestar de los pavos a través de la disminución del estrés calórico y mejoró el rendimiento de los pavos. En los sistemas propuestos, no hubo ningún efecto sobre las características de la canal y, permitió que las aves expresen comportamientos naturales que indican buena salud. Sin embargo, se requieren otros trabajos para determinar si factores como las preferencias de los consumidores y las preocupaciones sobre el bienestar, impactan la viabilidad de criar pavos de crecimiento rápido en sistemas alternativos.

## 2.7 LITERATURA CITADA

- Akşit, M., Yardim, Z. K., and Yalçın, S., (2017). Environmental enrichment influences on broiler performance and meat quality: Effect of light source and providing perches. *Eur. Poult. Sci.*, 81. DOI: 10.1399/eps.2017.182.
- Beaulac, K., and Schwean-Lardner, K. (2018). Assessing the effects of stocking density on turkey tom health and welfare to 16 weeks of age. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 213. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00213>

- Beaulac, K., Classen, H. L., Gomis, S., Sakamoto, K. S., Crowe, T. G., and Schwean-Lardner, K. (2019). The effects of stocking density on turkey tom performance and environment to 16 weeks of age. *Poultry science*, 98(7), 2846-2857. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pez087>
- Blokhuis, H. J. (1984). Rest in poultry. *Applied Animal Behaviour Science*, 12(3), 289–303. DOI: [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(84\)90121-7](https://doi.org/10.1016/0168-1591(84)90121-7)
- Brown-Brandl, T. M., Beck, M. M., Schulte, D. D., Parkhurst, A. M., and DeShazer, J. A. (1997). Physiological responses of tom turkeys to temperature and humidity change with age. *J. Therm, Biol.*, 22(1), 43-52. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0306-4565\(96\)00033-2](https://doi.org/10.1016/S0306-4565(96)00033-2)
- Buchholz, R. (1996). Thermoregulatory role of the unfeathered head and neck in male wild turkeys. *The Auk*, 113(2), 310–318. DOI: <https://doi.org/10.2307/4088897>
- Buchwalder, T., and Huber-Eicher, B. (2004). Effect of increased floor space on aggressive behaviour in male turkeys (*Meleagris gallopavo*). *Applied Animal Behaviour Science*, 89(3–4), 207–214. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.07.001>
- Chen, X., Jiang, W., Tan, H. Z., Xu, G. F., Zhang, X. B., Wei, S., and Wang, X. Q. (2013). Effects of outdoor access on growth performance, carcass composition, and meat characteristics of broiler chickens. *Poultry Science*, 92(2), 435-443. DOI: <https://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02360>
- Dawkins, M. S., Cook, P. A., Whittingham, M. J., Mansell, K. A., and Harper, A. E. (2003). What makes free-range broiler chickens range? In situ measurement of habitat preference. *Animal Behaviour*, 66(1), 151-160. DOI: <https://doi.org/10.1006/anbe.2003.2172>

- Erasmus, M. A. (2017). A review of the effects of stocking density on turkey behavior, welfare, and productivity. *Poultry Science*, 96(8), 2540-2545. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pex075>
- Fanatico, A. C., Pillai, P. B., Cavitt, L. C., Owens, C. M., and Emmert, J. L. (2005). Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: growth performance and carcass yield. *Poultry Science*, 84(8), 1321–1327. DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/84.8.1321>
- Farghly, M. F., Mahrose, K. M., Cooper, R. G., Ullah, Z., Rehman, Z., and Ding, C. (2018). Sustainable floor type for managing turkey production in a hot climate. *Poultry Science*, 97(11), 3884-3890. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pey280>
- García E. (2004). Modifications to Köppen Climate Classification System. 5<sup>th</sup> Ed (in Spanish). Institute of Geography, National Autonomous University of Mexico, México City, (in Spanish).
- Goo, D., Kim, J. H., Park, G. H., Delos Reyes, J. B., and Kil, D. Y. (2019). Effect of heat stress and stocking density on growth performance, breast meat quality, and intestinal barrier function in broiler chickens. *Animals*, 9(3), 107. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani9030107>
- Hall A. L. (2001). The effect of stocking density on the welfare and behaviour of broiler chickens reared commercially. *Animal Welfare*, 10: 23–40.
- Imaeda, N. (2000). Influence of the stocking density and rearing season on incidence of sudden death syndrome in broiler chickens. *Poultry Science*, 79(2), 201-204. DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/79.2.201>
- Irfan., Javid, A., Ashraf, M., Mahmud, A., Altaf, M., Hussain, S. M., Azmat, H., and Iqbal,

- K. J. (2016). Time-Budgets of turkeys (*Meleagris gallopavo*) reared under confinement and free range rearing systems. *Pakistan Journal of Zoology.*, 48(6), 1951-1956.
- Jankowski, J., Mikulski, D., Tatara, M. R., and Krupski, W. (2015). Effects of increased stocking density and heat stress on growth, performance, carcass characteristics and skeletal properties in turkeys. *Veterinary Record*, 176: 21. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/vr.102216>
- Kiyama, Z., Küçükyılmaz, K., and Orojpour, A. (2016). Effects of perch availability on performance, carcass characteristics, and footpad lesions in broilers. *Archives Animal Breeding*, 59(1), 19. DOI: doi:10.5194/aab-59-19-2016
- Krautwald-Junghanns, M. E., Ellerich, R., Mitterer-Istyagin, H., Ludewig, M., Fehlhaber, K., Schuster, E., Berk, J., Petermann, S., and Bartels, T. (2011). Examinations on the prevalence of footpad lesions and breast skin lesions in British United Turkeys Big 6 fattening Turkeys in Germany. Part I: Prevalence of footpad lesions. *Poultry Science*, 90(3), 555–560. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01046>
- Liu, K., Xin, H., Shepherd, T., and Zhao, Y. (2018). Perch-shape preference and perching behaviors of young laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 203, 34-41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.02.009>
- Loyra, E., Santos, R., Sarmiento, L., and Segura, J. (2013). Desempeño productivo y rendimiento de canal en pavos alimentados con harina de plumas tratadas con NaOH. *Revista MVZ Córdoba*, 3467-3473. DOI: <https://doi.org/10.21897/rmvz.169>
- LPHSI. (1990). Livestock and poultry heat stress indices. (Agricultural Engineering Technology Guide, Clemson University, SC, USA).

- Marchewka, J., Watanabe, T. T. N., Ferrante, V., and Estevez, I. (2013). Review of the social and environmental factors affecting the behavior and welfare of turkeys (*Meleagris gallopavo*). *Poultry Science*, *92*(6), 1467–1473. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02943>
- Martrenchar, A., Huonnic, D., Cotte, J. P., Boilletot, E., and Morisse, J. P. (1999). Influence of stocking density on behavioural, health and productivity traits of turkeys in large flocks. *British Poultry Science*, *40*(3), 323–331. DOI: <https://doi.org/10.1080/00071669987403>
- Martrenchar, A., Huonnic, D., and Cotte, J. P. (2001). Influence of environmental enrichment on injurious pecking and perching behaviour in young turkeys. *British Poultry Science*, *42*(2), 161-170. DOI: <https://doi.org/10.1080/00071660120048393>
- Mayes, S. L., Strawford, M. L., Noble, S. D., Classen, H. L., and Crowe, T. G. (2015). Cloacal and surface temperatures of tom turkeys exposed to different rearing temperature regimes during the first 12 weeks of growth. *Poultry Science*, *94*(6), 1105-1114. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/peu058>
- Moyle, J. R., Arsi, K., Woo-Ming, A., Arambel, H., Fanatico, A., Blore, P. J., Clark, F. D., Donoghue, D. J., and Donoghue, A. M. (2014). Growth performance of fast-growing broilers reared under different types of production systems with outdoor access: Implications for organic and alternative production systems. *Journal of Applied Poultry Research*, *23*(2), 212-220. DOI: <https://doi.org/10.3382/japr.2013-00882>
- Pettit-Riley, R., and Estevez, I. (2001). Effects of density on perching behavior of broiler chicken. *Applied Animal Behaviour Science*, *71*(2), 127–140. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00174-X](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00174-X)

- Rakowski, A. E., Elmore, R. D., Davis, C. A., Fuhlendorf, S. D., and Carroll, J. M. (2019). Thermal refuge affects space use and movement of a large-bodied galliform. *Journal of Thermal Biology*, 80, 37–44. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.12.024>
- Rodriguez-Aurrekoetxea, A., Leone, E. H., and Estevez, I. (2015). Effects of panels and perches on the behaviour of commercial slow-growing free-range meat chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 165, 103-111. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.02.004>
- Sarica, M., Ocak, N., Karacay, N., Yamak, U., Kop, C., and Altop, A. (2009). Growth, slaughter and gastrointestinal tract traits of three turkey genotypes under barn and free-range housing systems. *British Poultry Science* 50(4), 487–494. DOI: <https://doi.org/10.1080/00071660903110919>
- Stadig, L. M., Rodenburg, T. B., Ampe, B., Reubens, B., and Tuytens, F. A. M. (2016). Effects of shelter type, early environmental enrichment and weather conditions on free-range behaviour of slow-growing broiler chickens. *animal*, 11(6), 1046-1053. DOI: [doi:10.1017/S1751731116002172](https://doi.org/10.1017/S1751731116002172)
- Stadig, L. M., Rodenburg, T. B., Ampe, B., Reubens, B., and Tuytens, F. A. (2017). Effect of free-range access, shelter type and weather conditions on free-range use and welfare of slow-growing broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 192, 15-23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.11.008>
- Tong, H. B., Cai, J., Lu, J., Wang, Q., Shao, D., and Zou, J. M. (2015). Effects of outdoor access days on growth performance, carcass yield, meat quality, and lymphoid organ index of a local chicken breed. *Poultry Science*, 94(6), 1115–1121. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pev032>

- Ventura, B. A., Siewerdt, F., and Estevez, I. (2012). Access to barrier perches improves behavior repertoire in broilers. *PloS one*, 7(1). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029826>
- Yahav, S., Goldfeld, S., Plavnik, I., and Hurwitz, S. (1995). Physiological responses of chickens and turkeys to relative humidity during exposure to high ambient temperature. *Journal of Thermal Biology*, 3(20), 245-253. DOI: [https://doi.org/10.1016/0306-4565\(94\)00046-L](https://doi.org/10.1016/0306-4565(94)00046-L)
- Youssef, I. M. I., Beineke, A., Rohn, K., and Kamphues, J. (2011). Effects of litter quality (moisture, ammonia, uric acid) on development and severity of foot pad dermatitis in growing turkeys. *Avian Diseases*, 55(1), 51-58. DOI: <https://doi.org/10.1637/9495-081010-Reg.1>
- Wang, K. H., Shi, S. R., Dou, T. C., and Sun, H. J. (2009). Effect of a free-range raising system on growth performance, carcass yield, and meat quality of slow-growing chicken. *Poultry Science*, 88(10), 2219-2223. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00423>

**Tabla 1.** Composición nutrimental en las dietas del alimento Lorgam®

<b>Contenido</b>	<b>Inicio (21 to 49 d)</b>	<b>Crecimiento (50 to 77 d)</b>	<b>Finalizador (78 to 105 d)</b>
Materia Seca (%)	88.00	88.00	88.00
Proteína Cruda (%)	26.00	24.00	18.00
Grasa Cruda (%)	2.80	2.50	2.50
Fibra Cruda (%)	4.50	4.80	5.00
Minerales (%)	10.00	9.00	8.00
E.L.N. (%)	44.70	47.70	54.50

**Tabla 2.** Etograma utilizado durante las observaciones (Modificado de Rodríguez-Aurrekoetxea et al., 2015 e Irfan et al., 2016)

---

Descanso	El ave se acuesta sobre el esternón apoyado sobre el sustrato. Un descanso termina cuando las aves se enderezan.
Acostado	El ave esta tendida en el suelo y en estado inactivo o relajado.
Auto-acicalarse	El ave arregla o engrasa sus plumas con el pico.
Picoteo de plumas	Picotear suavemente con el pico a otras aves, no agresivo.
Agresión	Respuesta que promueve algo desagradable. Da o recibe picoteo, el pico del agresor está por encima de la cabeza del receptor. Persigue o es perseguido por otro pajarero en un contexto agresivo. Picoteo en las paredes del corral.
Baño de polvo	El ave se acuesta y tira del sustrato suelto cerca de su cuerpo para lanzarlo y distribuirlo por encima de su cuerpo con una serie de movimiento de patas y alas.
Perchar	El ave se coloca en las perchas o paneles, ya sea en posición de pie o en reposo.
Comer	El ave coloca su cabeza dentro de un comedero.
Beber	El ave bebe en un bebedero o afuera en un charco.
Picoteo de cama	Contacto con la cama para forrajear.
Forrajear	El ave picotea y rasca el sustato mientras está de pie o caminando lentamente hacia adelante con la cabeza por debajo del nivel de la grupa.

---

**Tabla 3.** Efecto del día sobre la temperatura (°C), humedad relativa (%) y los promedios del índice de temperatura y humedad (ITH), entre el 11 de junio y el 5 de septiembre, 2019

<b>Hora</b>	<b>Temperatura</b>	<b>humedad</b>	<b>ITH</b>
<b>07:00</b>	27.41 ± 0.98	79.60 ± 4.01	26.58 ± 0.83
<b>10:00</b>	31.35 ± 1.28	67.53 ± 7.32	29.62 ± 0.86
<b>13:00</b>	34.18 ± 1.66	54.23 ± 8.62	31.34 ± 1.01
<b>16:00</b>	33.37 ± 2.72	57.78 ± 12.41	30.80 ± 1.78
<b>19:00</b>	30.35 ± 2.06	68.14 ± 9.53	28.72 ± 1.47

**Tabla 4.** Efecto del uso de percha o acceso al aire libre sobre el peso corporal (PC), alimento consumido (AC), eficiencia alimenticia (EA) en pavos en varias etapas del crecimiento

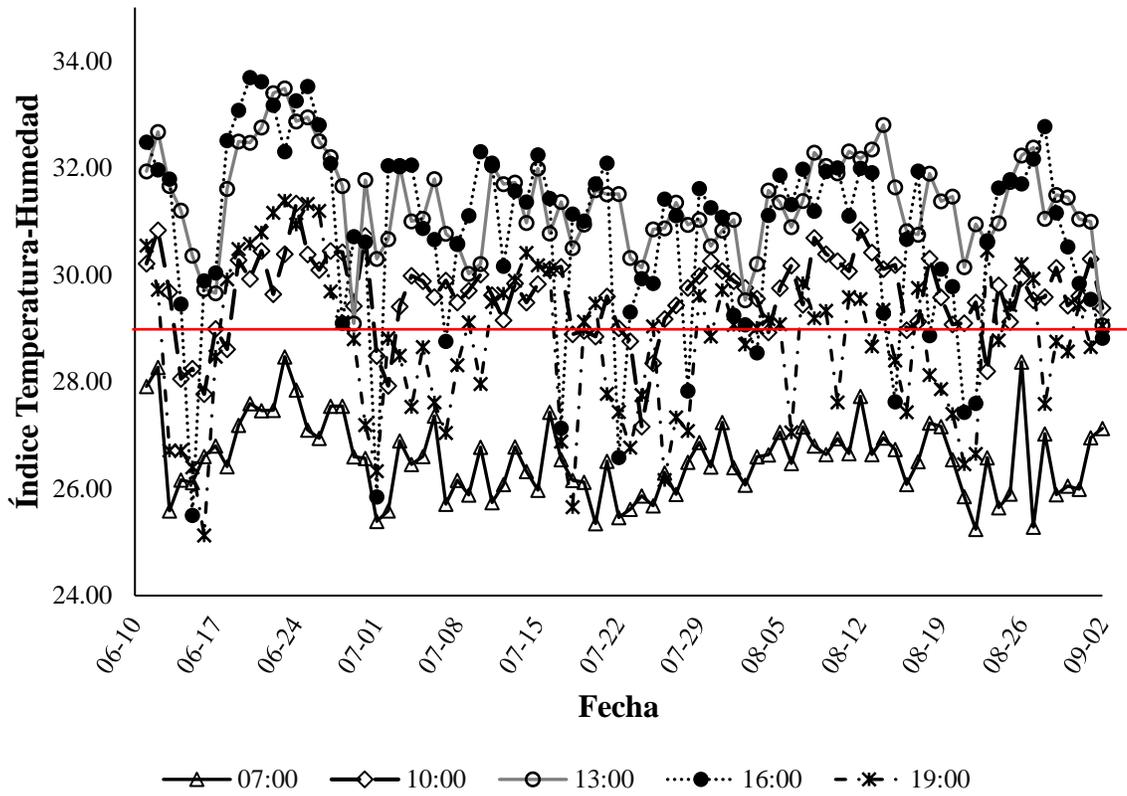
	Libre Acceso		Percha		EE	Valor P	LA	Pe	LA*Pe
	Si	No	Si	No					
<b>Peso Corporal (kg)</b>									
Inicial	0.47	0.48	0.48	0.47					
49 d	2.71	2.70	2.69	2.72	0.022	0.117	0.589	0.489	0.026
77 d	6.49 <sup>a</sup>	6.21 <sup>b</sup>	6.24 <sup>b</sup>	6.45 <sup>a</sup>	0.043	0.001	0.001	0.005	0.122
105 d	10.61 <sup>a</sup>	10.05 <sup>b</sup>	10.15 <sup>b</sup>	10.51 <sup>a</sup>	0.107	0.006	0.003	0.031	0.397
<b>Ganancia de peso (kg)</b>									
21-49 d	2.24	2.22	2.22	2.24	0.022	0.060	0.482	0.393	0.013
50-77 d	3.77 <sup>a</sup>	3.51 <sup>b</sup>	3.55 <sup>b</sup>	3.74 <sup>a</sup>	0.041	0.001	0.001	0.007	0.706
78-105 d	4.12	3.84	3.90	4.06	0.110	0.278	0.095	0.332	0.851
21-105 d	10.14 <sup>a</sup>	9.57 <sup>b</sup>	9.67 <sup>b</sup>	10.04 <sup>a</sup>	0.108	0.006	0.003	0.031	0.364
<b>Alimento Consumido (kg alimento/ave)</b>									
21-49 d	3.69 <sup>a</sup>	3.67 <sup>a</sup>	3.59 <sup>b</sup>	3.76 <sup>a</sup>	0.030	0.008	0.622	0.002	0.116
50-77 d	8.14 <sup>a</sup>	7.81 <sup>b</sup>	7.61 <sup>b</sup>	8.33 <sup>a</sup>	0.071	0.001	0.006	0.001	0.492
78-105 d	13.16 <sup>a</sup>	11.95 <sup>b</sup>	11.86 <sup>b</sup>	13.25 <sup>a</sup>	0.132	0.001	0.001	0.001	0.016
21-105 d	24.98 <sup>a</sup>	23.43 <sup>b</sup>	23.06 <sup>b</sup>	25.34 <sup>a</sup>	0.199	0.001	0.001	0.001	0.089
<b>Eficiencia Alimenticia (kg)</b>									
21-49 d	0.61	0.61	0.62 <sup>a</sup>	0.60 <sup>b</sup>	0.005	0.037	0.716	0.015	0.089
50-77 d	0.46	0.45	0.47	0.45	0.007	0.164	0.165	0.093	0.466
78-105 d	0.31	0.32	0.33	0.31	0.010	0.322	0.632	0.136	0.318
21-105 d	0.41	0.41	0.42 <sup>a</sup>	0.40 <sup>b</sup>	0.005	0.016	0.786	0.006	0.061

(<sup>ab</sup>) Literales distintas en la misma línea son significativas ( $P \leq 0.05$ ). **EE** (error estándar), **LA** (libre acceso), **Pe** (percha) **LA\*Pe** (interacción libre acceso\*percha).

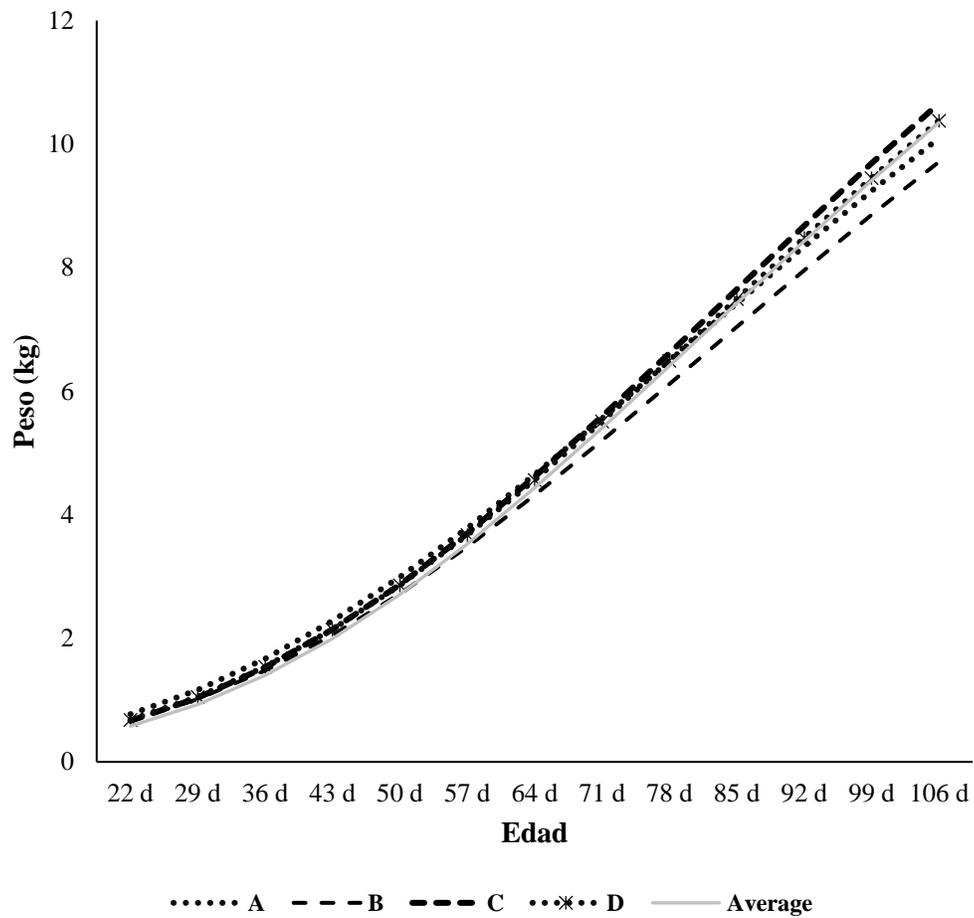
**Tabla 5.** Efecto del uso de percha o acceso al aire libre sobre las características de la canal en pavos sacrificados a diferentes edades

	Libre Acceso		Percha		EE	Valor P	LA	Pe	LA*Pe
	Si	No	Si	No					
<b>Peso Corporal (kg)</b>									
49 d	2.62	2.64	2.55	2.71	0.057	0.221	0.843	0.060	0.408
77 d	6.17	5.96	5.86	6.27	0.125	0.143	0.270	0.042	0.934
105 d	9.83	9.60	9.35	10.08	0.228	0.181	0.463	0.050	0.539
<b>Canal Caliente (kg)</b>									
49 d	1.78	1.80	1.73	1.85	0.042	0.258	0.857	0.072	0.436
77 d	4.42	4.27	4.18	4.51	0.102	0.160	0.336	0.044	0.743
105 d	7.22	7.09	6.84	7.47	0.189	0.198	0.627	0.045	0.690
<b>Pechuga y Alas (kg)</b>									
49 d	1.05	1.07	1.02	1.10	0.026	0.166	0.694	0.051	0.302
77 d	2.56	2.55	2.45	2.65	0.059	0.136	0.854	0.034	0.342
105 d	4.35	4.24	4.11	4.48	0.119	0.214	0.537	0.053	0.686
<b>Espalda, Pierna y Muslo (kg)</b>									
49 d	0.73	0.72	0.71	0.75	0.018	0.457	0.722	0.138	0.736
77 d	1.83	1.72	1.73	1.82	0.047	0.230	0.124	0.167	0.824
105 d	2.87	2.85	2.73	2.99	0.082	0.250	0.844	0.056	0.721

(<sup>ab</sup>) Literales distintas en la misma línea son significativas ( $P \leq 0.05$ ). **EE** (error estándar), **LA** (libre acceso), **Pe** (percha) **LA\*Pe** (interacción libre acceso\*percha).



**Figura 1.** Efecto del día sobre el Índice de Temperatura y Humedad entre el 11 de junio y el 5 de septiembre de 2019. La línea roja indica el límite de la zona de confort, por encima de ella se manifiesta estrés por calor



**Figura 2.** Curva de crecimiento de pavos machos Nicholas 700 ajustado por la función de Gompertz en promedio fue:  $PC = 18.91 \exp[-0.021 \exp(-81.79 * \text{age})]$ ;  $R^2=0.999$

## CONCLUSIONES GENERALES

Estos resultados sugieren que la disponibilidad de la percha no tuvo impacto en el sistema de producción y, las perchas fueron frecuentemente usadas durante la primera etapa de crianza y su uso se observó en pavos con peso menor a  $6.05 \pm 0.10$  kg, los pavos al ser más pesados presentaron mayor dificultad al momento de usar las perchas y, tuvo una mayor eficiencia alimenticia durante la primera etapa.

Los sistemas de crianza con área de libre acceso mejoraron el bienestar de los pavos a través de la disminución del estrés calórico, las aves pasaron mayor parte tiempo al aire libre picoteando el sustrato, explorando el área nueva y, mejoró el rendimiento de los pavos.

En los sistemas propuesto, no hubo ningún efecto sobre las características de la canal y, permitió que las aves expresen comportamientos naturales que indican buena salud, mejorando su bienestar durante la engorda en donde el índice de mortalidad por picoteo agresivo fue nulo.