



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

**Evaluación del comportamiento de pavos  
comerciales bajo  
diferentes programas de densidad animal y  
enriquecimiento ambiental**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA**

**Alvarado López Jesús Emiliano**

Asesora: Dra. Elein Hernández Trujillo

Cuautitlán Izcalli, Estado de México, 2022



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
SECRETARÍA GENERAL  
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN

U.N.A.M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN  
ASUNTO: VOTO APROBATORIO



DR. DAVID QUINTANAR GUERRERO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE

ATN: DRA. MARÍA DEL CARMEN VALDERRAMA BRAVO  
Jefa del Departamento de Titulación  
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis**

**Evaluación del comportamiento de pavos comerciales bajo diferentes programas de densidad animal y enriquecimiento ambiental**

Que presenta el pasante: **Jesús Emiliano Alvarado López**  
Con número de cuenta: **313126529** para obtener el Título de: **Médico Veterinario Zootecnista**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 03 de mayo de 2022.

**PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO**

	NOMBRE	FIRMA
<b>PRESIDENTE</b>	M.P.A. Rosalba Soto González	
<b>VOCAL</b>	M.V.Z. Juan Arturo Olivares Díaz	
<b>SECRETARIO</b>	Dra. Elein Hernández Trujillo	
<b>1er. SUPLENTE</b>	Dra. Esperanza García López	
<b>2do. SUPLENTE</b>	M.V.Z. Francisco Javier Cervantes Aguilar	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

## **Dedicatorias:**

A mi madre, a mi padre y a mi hermana, porque han estado en todo momento acompañándome no solo en mi trayectoria escolar, sino a lo largo de tantos momentos, y quizá no pueda devolverles lo que me han dado.

A mi familia y amigos, que han sido parte de esto en mayor o menor medida, gracias a ellos se está logrando esto, y todos han formado o aportado algo para esto, y para esa persona que ha estado ahí de forma incondicional, gracias a todos ellos que me han formado como la persona que soy hasta ahora.

A mi pareja, porque hemos pasado juntos este proceso, y el apoyo que he recibido de ella ha sido esencial para no desistir en tantos aspectos.

A la doctora Elein Hernández Trujillo, por sus enseñanzas, y por brindarme la confianza de colaborar con ella, en este y otros proyectos, por devolverme un poco del ímpetu con el que comencé esta carrera y creí haber perdido.

Al doctor Francisco Cervantes Aguilar, y a mis compañeros del módulo que hicieron posible llevar a cabo la elaboración del proyecto, y a mis compañeros de la segunda parvada, por alentarme y por igual vivir este proceso conmigo.

Al financiamiento del proyecto PAPIIT IA207421 “Evaluación del uso de enriquecimiento ambiental y microbiota intestinal y su efecto en diferentes densidades animales en pavos de engorda”

## I - Índice del Trabajo de Tesis

---

Resumen	1
1. Introducción	2
1.1 Meleagricultura en México y el mundo	2
1.2 Parámetros de producción en aves	4
- 1.2.1 Parámetros de producción en la Meleagricultura	5
- 1.2.2 Factores que afectan la producción	6
1.3 Densidad animal en Meleagricultura	6
1.4 Enriquecimiento ambiental en avicultura	8
- 1.4.1 Enriquecimiento ambiental en Meleagricultura	9
1.5 Comportamiento animal y bienestar animal	10
- 1.5.1 Comportamientos esperados de un pavo	11
- 1.5.2 Relación entre comportamiento y bienestar animal	14
2. Justificación	15
3. Hipótesis	15
4. Objetivos	15
- 4.1 Objetivo general	15
- 4.2 Objetivos específicos	15
5. Metodología	16
- 5.1 Animales y alojamiento	16
- 5.2 Toma de mediciones	16
- 5.3 Parámetros de producción	17
- 5.4 Prueba estadística	18
6. Resultados	18
- 6.1 Comportamiento	18
- 6.2 Parámetros ambientales	21
- 6.3 Parámetros productivos	22
7. Discusión	24
7.1 Comparación con los parámetros Hybrid y Nicholas	24
7.2 Relación entre densidad animal y producción animal	24
- 7.2.1 Consumo de alimento y rechazo	25
- 7.2.2 Ganancia de peso	25
- 7.2.3 Conversión alimenticia	26
7.3 Enriquecimiento ambiental	27
7.4 Condiciones ambientales	29
- 7.4.1 Temperatura	29
- 7.4.2 Humedad	29
- 7.4.3 Concentración de amoníaco	30
7.5 Relación entre comportamiento - ganancia de peso	30
8. Conclusiones	31
9. Financiamiento	31
10. Referencias	32

## Índice de Tablas

---

Tabla 1. Parámetros esperados para líneas Hybrid	5
Tabla 2. Parámetros esperados para líneas Nicholas	5
Tabla 3. Valores de parámetros ambientales normales	6
Tabla 4. Recomendaciones de densidad animal generales para pavos de engorda adaptado de Erasmus 2017	7
Tabla 5. Enriquecimiento ambiental usado y evaluado en la producción del pavo de engorda	9
Tabla 6. Comportamientos normales esperados en las aves domésticas adaptado de Wilutzky 2015; Beaulac 2018	11
Tabla 7. Etograma adaptado de Beaulac <i>et. al</i> 2019	17
Tabla 8. Promedio de frecuencia de uso del enriquecimiento ambiental para el tratamiento A y tratamiento C	19
Tabla 9. Promedio de temperatura, humedad, concentración de amoniacó para los cuatro tratamientos	21
Tabla 10. Promedios de peso, consumo de alimento, rechazo, ganancia de peso y conversión alimenticia	23

## Índice de Figuras

---

Figura 1. Consumo per cápita y producción total de carne de pavo, adaptado del compendio de indicadores económicos de la UNA 2019	3
Figura 2. Principales estados productores de pavo del país, adaptado del compendio de indicadores económicos de la UNA 2019	3
Figura 3. Consumo per cápita mundial de carne de ave UNA 2019	4
Figura 4. Producción mundial de carne de ave UNA 2019	4
Figura 5. Clasificación sugerida de diferentes comportamientos en aves, en una escala de bienestar, de sufrimiento a bienestar total adaptado de Bessei 2018	14
Figura 6. Promedio de número de veces del uso del enriquecimiento ambiental del tratamiento A	20
Figura 7. Promedio de número de veces del uso de enriquecimiento ambiental del tratamiento C	20

## Resumen:

La Meleagricultura es la cría y producción del pavo doméstico (*Meleagris gallopavo*), este es un ave de gran importancia económica y cultural en México [1]. Dentro de la producción se utilizan a los parámetros productivos como base de la toma de decisiones, estos tienen que estar basados en registros confiables y oportunos, algunos de estos parámetros son edad, peso, ganancia de peso diaria, consumo de alimento acumulado, conversión alimenticia entre otros [2], [3]. Los parámetros ambientales también tendrán una gran influencia sobre los animales y los parámetros de producción, la temperatura, humedad relativa, ventilación e iluminación, son los que reciben más atención [4]. La densidad animal se define como la cantidad de animales alojada en un área determinada, en la que viven y se desarrollan por un tiempo determinado, repercute tanto en el rendimiento, comportamiento y la salud de los animales [5], [6]. El enriquecimiento ambiental se define en como el ambiente de un animal cautivo puede ser modificado en beneficio de este, ya que al incrementar el número de comportamientos normales o esperados y reducir la presentación de comportamientos anormales, se fomenta una interacción positiva entre los animales [7], [8]. Es por ello, que las evaluaciones del comportamiento se han vuelto de especial importancia para la valoración del bienestar animal [9]. No obstante, existe una falta de información sobre el efecto del enriquecimiento ambiental y la densidad animal como posible solución hacia problemas en la producción de pavos, por lo que el objetivo de este trabajo es valorar dos diferentes densidades animales usadas comercialmente y su relación con la adición de enriquecimiento ambiental a lo largo de 14 semanas de su vida comercial. El estudio fue realizado en el Centro de Enseñanza Agropecuaria de la FESC, se utilizó una parvada mixta, donde las aves fueron asignadas al azar en 4 tratamientos, dos de baja densidad (tratamientos A y B) y dos de alta densidad (tratamientos C y D), los tratamientos A y C contaron con enriquecimiento ambiental (i.e., pelotas, pacas de alfalfa y perchas), y el B y D no se les adicionó enriquecimiento. Se realizaron mediciones ambientales de lunes a viernes 3 veces al día, mientras que, para la valoración del comportamiento se video grabaron a los animales en las semanas 6, 8, 10, 12 y 14 de edad (5 horas promedio/día). Su análisis fue mediante el programa Cowlog. La evaluación de los parámetros productivos se realizó una vez a la semana, se determinó peso, consumo, rechazo, ganancia, y conversión alimenticia, estos datos se analizaron por análisis de varianza para buscar las diferencias con un valor de significancia ( $p < 0.05$ ). No se observaron diferencias significativas en el peso final entre los grupos a las 14 semanas, no obstante, sí se observó una mejor ganancia de peso en los grupos A y B comparado con los grupos C y D en la semana 14 de edad. Es decir, hubo un mejor desempeño productivo en los grupos de menor densidad animal. El efecto de enriquecimiento ambiental se vio reflejado también en la última semana donde los pavos en el grupo C permanecieron más tiempo descansando en paca o paradas; es decir, sus comportamientos se vieron limitados por la alta densidad mientras que los grupos en baja densidad presentaron en menor frecuencia esos comportamientos; pero tuvieron la oportunidad de realizar una mayor gama de comportamientos. El análisis de los parámetros ambientales de amoníaco y temperatura ambiental no mostraron diferencias significativas entre tratamientos o a lo largo del tiempo. Con base a esto se concluye que es mejor el uso de una baja densidad con o sin el uso de enriquecimiento ambiental.

# 1. Introducción

## 1.1 Meleagricultura en México y en el mundo.

A la cría y producción del pavo se le denomina Meleagricultura, la cual es una rama de la Avicultura [1]. El pavo doméstico (*Meleagris gallopavo*) es un ave de gran importancia económica y cultural en México [10]. Se considera que la domesticación del pavo ocurrió hace unos cuatro o cinco mil años, tiene su origen en el territorio americano, donde se pueden encontrar aves nativas en estado silvestre, domésticas y especializadas en producción intensiva que tienen su origen en Estados Unidos y Canadá principalmente [11].

En México, el pavo es producido de tres formas: sistema tecnificado, semitecnificado y traspatio. El sistema tecnificado emplea tecnologías disponibles a escala mundial y se adapta a las necesidades de producción y de mercado del país. Para cubrir la necesidad de este sistema de producción, estas empresas se abastecen principalmente de empresas provenientes de Estados Unidos y Canadá, de las cuales se compra el pavo recién nacido para su crianza y engorda, así como del huevo fértil para la obtención de las aves mediante la incubación artificial. Se estima que este sistema productivo aporta aproximadamente el 50% de la carne de pavo que se produce en México, la cual en su mayoría es destinada para el mercado de navidad y año nuevo [12].

El sistema semitecnificado, tiene un nivel de tecnificación limitado, lo cual puede reflejarse en menores niveles de eficiencia productiva. Por lo general, las aves que se usan son de líneas comerciales que se obtienen de empresas importadoras. Los productores de este sistema tienen sitios de producción de aproximadamente 500 a 5000 aves que se engordan en un solo ciclo, con el objetivo de alcanzar los pesos deseados en el mes de noviembre y las primeras semanas de diciembre. Se estima que la producción obtenida de este sistema está orientado a mercados más regionales y que representa el 10% de la producción nacional de carne de pavo [12].

Mientras que el sistema de traspatio tiene una mayor tradición entre la población rural del país y se puede localizar en gran parte del territorio nacional. Este sistema carece de tecnologías modernas, por lo tanto, sus parámetros productivos suelen ser bajos. Las fuentes de abasto son propiamente de aves rurales, o dadas por programas institucionales, y la venta de aves que ofertan pequeñas distribuidoras de aves, que no cuentan con garantías de calidad. Se estima que dentro de un sitio de producción de este tipo se puede contar desde un par de aves hasta una parvada de 100 pavos aproximadamente. Este sistema a diferencia de los otros pretende tener aves disponibles durante todo el año para la venta local con el fin de ser utilizados en la preparación de platillos tradicionales, regionales, y para la venta navideña. Se calcula que este tipo de producción cubre el 40% de la producción nacional [12].

De esta manera, la carne de pavo ofrece otra alternativa para el consumo de proteína, tomando en cuenta que posee una composición muy recomendable en cuanto a nutrimentos necesarios y efectos benéficos para personas de cualquier edad, además de ser una carne de fácil masticación y digestión [13]. En este sentido, el pavo forma parte de las carnes blancas, junto con el pollo, pescado y conejo, caracterizadas por tener poca grasa y colesterol (dependiendo de la pieza contiene 0.6 a 16% de grasa y 16 a 18 mg de colesterol por cada 100 g), aportando proteínas, vitaminas (vitaminas del grupo B, destacan B6 y B12) y minerales al organismo (destacan el Selenio, Fósforo, Zinc y Potasio) [14].

Según datos de la Unión Nacional de Avicultores (UNA), la producción en toneladas de carne de pavo, para el 2018, fue de 10,741, representando junto con la carne de pollo, el 51% de la carne consumida dentro del país. El pavo tuvo un consumo per-cápita de 1.38 kg para 2018 y 1.5 kg para 2019 (Figura 1), y sus mayores productores fueron los estados de Yucatán, Puebla y Estado de México (Figura 2), y se espera que en años posteriores tanto consumo como producción aumenten [15]. Cabe destacar que la situación de Yucatán en la producción de pavo, al ser el estado líder en producción,

se debe a la demanda de carne asociada con la costumbre de consumo de platillos gastronómicos tradicionales que involucran el uso de ésta proteína [16].

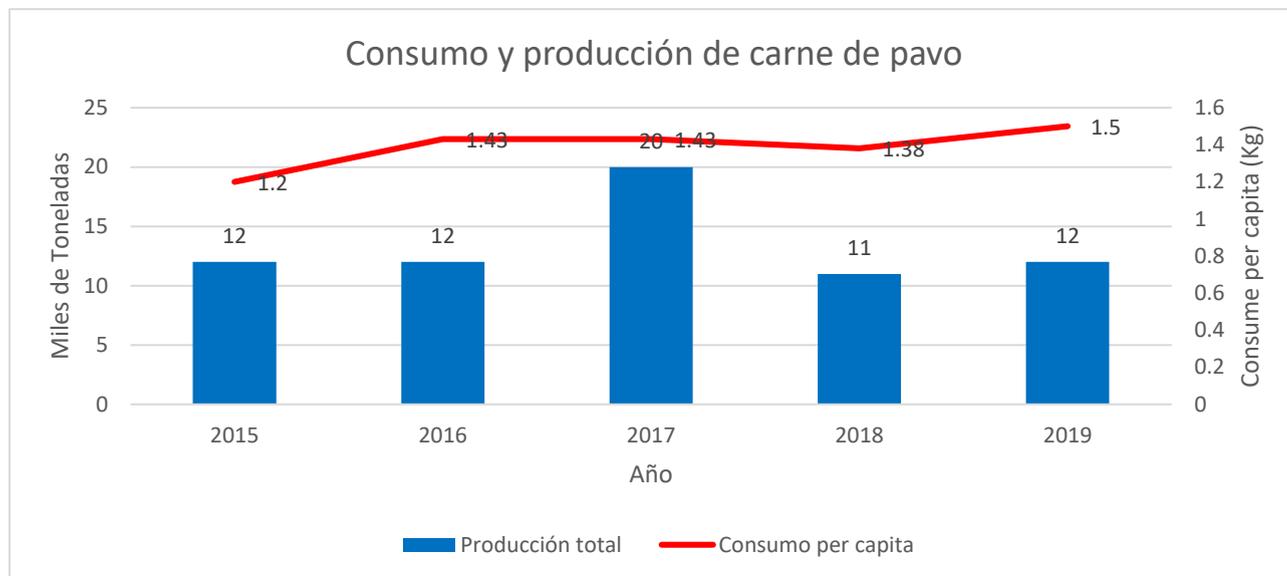


Figura 1. Consumo per cápita y producción total de carne de pavo adaptado del compendio de indicadores económicos de la UNA 2019 [15].

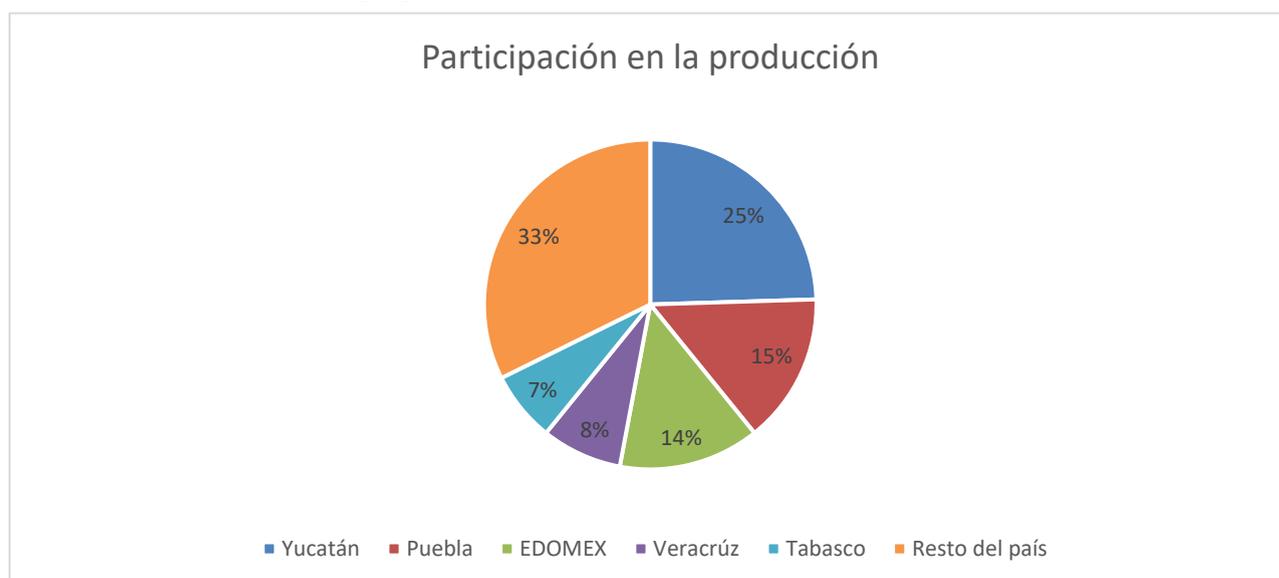


Figura 2. Principales estados productores de pavo en el país adaptado del compendio de indicadores económicos de la UNA 2019 [15].

La producción de carne de pavo tiene una oportunidad para incrementar su consumo per cápita en el país, si bien es difícil que una persona introduzca al pavo entero para un consumo regular, el consumo podría incrementarse comercializando cortes o piezas específicas (pechuga, pierna, muslos y alas), además de comercializar productos procesados y embutidos (nuggets, hamburguesas, jamones y salchichas) [16].

En cuanto al consumo internacional, se estima que el consumo per cápita de carne de pollo para México es de 35 kg, el principal consumidor de esta proteína es Estados Unidos, el segundo Brasil, tercero Argentina y, México se posiciona en cuarto lugar en el consumo del 2019 (Figura 3), a su vez, México se posicionó en séptimo lugar de producción mundial de carne de ave (Figura 4) y en tercer lugar como uno de los países que más importa carne [17].

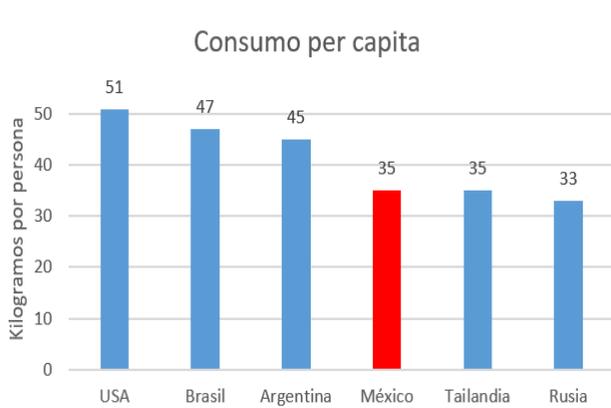


Figura 3. Consumo per cápita mundial de carne de ave UNA 2019

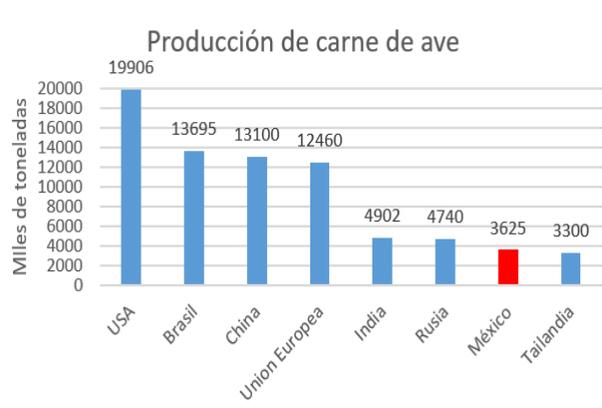


Figura 4. Producción mundial de carne de ave UNA 2019

En el contexto mundial que se vivió durante la pandemia de COVID-19, cabe destacar, que según la revista “The National Provisioner” señala que en los Estados Unidos de América, durante las compras que se realizaron en el periodo de cuarentena en ese país, las ventas de pavo, aumentaron un 15.3%, además como indica la Federación Nacional del Pavo (National Turkey Federation, NTF por sus siglas en inglés), durante abril y septiembre del 2020, se compró cuatro veces más pavo que en el mismo periodo del 2019 [18].

## 1.2 Parámetros de producción en aves

Los parámetros productivos tienen una importancia crucial en cualquier producción pecuaria, son base de la toma de decisiones, estas mismas tienen que estar basadas en registros confiables y oportunos, es por eso que de acuerdo a la línea genética, sea de carne o postura, las grandes empresas productoras brindan tablas donde plasman sus objetivos esperados para una determinada línea que se encuentre en producción, de acuerdo a su etapa fisiológica y edad, esto con la finalidad de presentar un panorama aproximado del desempeño de la parvada, que se hace importante en la toma de decisiones que permiten planear una estrategia para conseguir los objetivos de producción [2].

Para el caso de las aves de engorda, tanto en pollos, como en pavos, los parámetros de mayor importancia son [3]:

- Edad
- Peso
- Ganancia de peso diaria
- Consumo de alimento diario
- Consumo de alimento acumulado
- Conversión alimenticia
- Mortalidad al día
- Mortalidad final
- Índice de productividad

Sin embargo, está claro de que a medida que la industria fue evolucionando hacia la mecanización y automatización de los procesos, la información adquiere otro enfoque de análisis, lo cual, hace que los parámetros mencionados previamente no sean los únicos a consideración a la hora de trazar objetivos de producción. Los parámetros ambientales, tienen una gran influencia sobre los parámetros de producción, el objetivo de fijar valores estandarizados y de monitorear estos mismos, es garantizar un ambiente confortable que permita que el ave tenga un desarrollo adecuado, que le permita alcanzar

los objetivos trazados de producción [4]. Los parámetros ambientales en los que se enfoca la atención son [4]:

- Temperatura
- Humedad relativa
- Ventilación
- Iluminación

Todos estos parámetros en conjunto tienen que ser analizados y comparados con los objetivos de la línea genética que se utilizará, lo cual muestra si nuestros objetivos están por debajo, o sobre el estándar, de acuerdo a esta comparación será o no necesario tomar las medidas adecuadas para estar en el estándar o por encima de este, de acuerdo a nuestros objetivos [2].

### 1.2.1 Parámetros de producción en la Meleagricultura

En pavos, existen tablas de las líneas comerciales, que nos indican que parámetros podríamos encontrar si se producen en condiciones adecuadas, las más conocidas son las tablas de Hybrid, y Nicholas quienes proveen principalmente sus líneas para la engorda comercial Tabla 1 y Tabla 2.

Tabla 1. Parámetros esperados para líneas Hybrid [19].

Hybrid Converter											
Edad (Semanas)	Peso (Kg)		Ganancia diaria (g)		Consumo de alimento (kg)				Conversión		
					Semanal		Acumulativo				
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembra	
6	2.97	2.49	71	59	1.26	1.22	3.88	3.63	1.3	1.46	
8	5.14	4.32	92	77	1.81	1.69	7.26	6.78	1.41	1.57	
10	7.67	6.33	110	90	2.54	2.10	11.92	10.77	1.55	1.7	
12	10.53	8.31	125	99	3.07	2.38	17.84	15.42	1.69	1.86	
14	13.58	10.07	139	103	3.73	2.51	24.92	20.40	1.84	2.03	

Tabla 2 Parámetros esperados para líneas Nicholas [20]

Nicholas Select											
Edad (Semanas)	Peso (Kg)		Ganancia diaria (g)		Consumo de alimento (Kg)				Conversión		
					Semanal		Acumulativo				
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	
6	2.94	2.13	70	51	1.36	1.03	4.01	3.21	1.37	1.5	
8	5.16	3.65	92	65	2.01	1.49	7.60	6.0	1.47	1.64	
10	7.89	5.43	113	78	2.71	2.04	12.66	9.79	1.61	1.80	
12	10.86	7.41	129	88	3.33	2.43	18.99	14.48	1.75	1.95	
14	13.88	9.42	142	96	3.83	2.74	26.40	19.81	1.90	2.10	

Algunos de los parámetros ambientales, a los que se tienen que poner atención, se presentan en la Tabla 3, estos datos vienen de una recopilación de bibliografías, pues en este rubro no se encuentra bien estandarizado para el caso de pavos de engorde, además de que hay varios factores que se tienen a considerar, dependiendo del país que emite estos parámetros, objetivos de producción y características propias de los animales [8].

Tabla 3. Valores de parámetros ambientales normales [8]

Parámetro	Valor promedio		Referencia
Iluminación	Para 126 días de edad 14L:10D		Schwean-Lardner <i>et al</i> (2016)
Ventilación	CO	< 150 ppm	OSHA (2002)
	H <sub>2</sub> S	< 25 ppm	OSHA (2002)
	CH <sub>4</sub>	< 50,000 ppm	OSHA (2000)
	NH <sub>3</sub>	< 10 ppm	Von Borell <i>et al</i> (2007)
Humedad relativa	< 50 %		Cassandra, T. (2020)
Temperatura	Primera semana	30 ° C	Glatz & Rodda (2013)
	Semana 13	13° C	Glatz & Rodda (2013)

### 1.2.2 Factores que afectan a la producción

El programa de iluminación tiene su influencia en las actividades diarias, sobre todo en el ciclo circadiano que influye en la ingesta de alimento, el consumo de agua, regulación de la temperatura y al sistema inmune, lo cual sugiere que son necesarios adecuados periodos de luz, por periodos de obscuridad [8].

Por otro lado, la temperatura, la humedad relativa, y la velocidad del aire, son algunos de los factores que más influyen en el funcionamiento fisiológico de los animales. Para encontrar la zona de confort en donde se puedan alojar a los animales para no mermar su productividad, se debe comprender una serie de factores que se combinan entre sí, como son la temperatura, velocidad del aire, edad del animal, peso, sexo, entre otras variables. Cuando los animales no se encuentran en esta zona termoneutral, destinan energía, para poder compensar el desequilibrio, además de presentarse estrés asociado a estos cambios, que puede desencadenar otro tipo de problemas [8].

Una apropiada ventilación es esencial para proveer una calidad del aire aceptable, tanto para los animales, como para los trabajadores presentes, la ventilación, a su vez, ayuda a remover el calor, exceso de humedad y contaminantes como el monóxido de carbono (CO), sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), metano (CH<sub>4</sub>) y amoníaco (NH<sub>3</sub>) [8].

### 1.3 Densidad animal en la Meleagricultura

Otros de los aspectos que afectan a la producción, es el espacio que requieren las aves, los pavos son especies sociales y deben ser mantenidos en grupos cuando sea posible, sin embargo, comportamientos no deseados que impactan en los objetivos de producción, principalmente comportamientos agresivos hacia sus congéneres, son influenciados por el tamaño de grupo de la parvada, que a su vez, se relaciona con el tamaño del espacio destinada a esta misma [8].

La densidad animal se puede definir como la cantidad de animales alojada en un área determinada, en la que viven y se desarrollan por un tiempo predeterminado, esta se calcula en razón de kilogramos de peso vivo, por metro cuadrado (Kg/m<sup>2</sup>) [5].

No obstante, el área es solo uno de los componentes que determinan el espacio requerido de un animal, además se tienen que considerar el tipo de recinto, tipo de cama, altura del techo, ubicación, dimensiones de los comederos y bebederos, además de otros elementos físicos y sociales que también afectan la cantidad de espacio que es percibido y utilizado por los animales, este espacio debe ser suficiente para manifestar sus comportamientos normales de las especie, como son, comer, beber, descansar, acostarse, estirarse, entre otros [8].

Los principales efectos que se pueden observar de una alta densidad en el pavo de engorda, son cambios en el comportamiento y en su salud, estos tendrán un impacto importante en la eficiencia

productiva y económica de la granja, los cambios de comportamiento serán principalmente agresiones entre las aves, así como problemas motores, afectando a los parámetros de producción como la ganancia de peso, conversión alimenticia y homogeneidad de la parvada, ya que el pavo se verá limitado o imposibilitado para acceder al comedero [6]. También se reporta una tendencia por parte de algunos autores, al aumento de la mortalidad de los animales por efecto de las agresiones que pueden suceder entre estos, y cambios en el ambiente, como la emisión de gases, el incremento de la humedad en la nave debido al aumento en las heces, repercutirá tanto en las aves como en los trabajadores [6].

Estos cambios de comportamiento se atribuyen a competencia por el espacio, y las jerarquías que se forman, las aves arriba de la cadena jerárquica, se ocupan en acaparar los comederos y bebederos, aumentando el estrés por no poder mostrar este y otros comportamiento a falta de espacio, y tiende a aparecer agresiones entre las aves, afectando al rendimiento repercutiendo económicamente a la producción [6].

No obstante, la información en cuanto a normativa, manuales o directrices referentes a buenas prácticas pecuarias para la Meleagricultura, es escasa, y se tiene que recurrir a lineamientos de otros países como Canadá o Estados Unidos porque en México no se cuentan con recursos similares, lo cual hace necesaria la investigación para generar parámetros aplicables para la producción mexicana [15]. Algunos de estos parámetros se presentan en la Tabla 4, adaptado de un recopilado de Erasmus 2017, donde junta algunas de las directrices que nos dan algunas de las organizaciones certificadoras, o gremios que se dedican a la producción de pavo, estas difieren pues están basadas en diferentes etapas, diferentes objetivos de producción, y sobre todo diferente lugar de origen [21].

Tabla 4. Recomendaciones de densidad animal generales para pavos de engorda. Adaptado de Erasmus 2017 [21]

Fuente	Año	Densidad recomendada (Kg/m <sup>2</sup> )	Especificación
“National Turkey Federation”	2012	73	Para animales superiores a 10 Kg
“Global Animal Partnership”	2011	29.3 – 48.8	
“Federal Animal Science Societies Guide”	2010	5.9 – 5.3	Dependiendo el peso de los animales
“Canadian codes of practice”	2015	45 – 60	
“Certified humane”	2014	36.6	
“Farm Animal Welfare Council”	1995	60	
“Red Tractor Assurance”	2017	46.9	Para animales de 10 kg

La densidad animal repercute en los factores antes descritos, por lo que es posible observar cambios en los parámetros de producción (e.g., peso final, conversión alimenticia, entre otros), por lo cual, resulta en un impacto económico en la producción [21]. Algunos autores han analizado la rentabilidad que representa jugar con las diferentes densidades en aves, y reportan resultados encontrados, pues algunos dicen que se puede tener mejor rendimiento con menores densidades, a pesar de que signifique mayores gastos de mantenimiento por no maximizar el uso del espacio, y otros autores señalan que se puede tener mejores resultados usando mayores densidades, a pesar de sacrificar aspectos del bienestar de los animales, pues optimizan el uso del espacio y economizan en los costos [22].

## 1.4 Enriquecimiento ambiental en avicultura

El término “Enriquecimiento ambiental”, no tiene una definición precisa, usualmente se refiere a cambios que se realizan al ambiente, añadiendo uno o más objetos, en vez de referirse a la finalidad que cumplen estos cambios en el ambiente del animal [8]. Con base a este aspecto se han hecho algunas definiciones que engloban el entorno del animal, y su relación con el comportamiento y el bienestar; por ejemplo, Sheperdson en 1994, ya definía el enriquecimiento ambiental como la forma en como el ambiente de un animal cautivo, puede ser modificado en beneficio de los habitantes, donde las oportunidades de comportamiento que surjan de esta modificación, pueden ser descritas como enriquecimiento conductual [7]. Otra de las definiciones que refieren al enriquecimiento como las acciones necesarias para brindar estímulos ambientales necesarios para optimizar su calidad de vida, mejorando el bienestar físico y psicológico de los animales [23]. Similar a estas dos definiciones, la Universities Federation for Animal Welfare (UFAW), definen al enriquecimiento como los cambios que se le hacen al ambiente de un animal cautivo, encaminado a mejorar la calidad de vida del animal [24].

El enriquecimiento ambiental es una de las posibilidades para brindarles a los animales la oportunidad de mostrar comportamientos normales que se reflejan en la salud y bienestar de la parvada [25]. Así, puede ser potencialmente efectivo para reducir la incidencia o severidad de comportamientos no deseados, que incluyen estereotipias, picaje, canibalismo, entre algunos otros patrones de comportamiento no deseados, estos pueden causar lesiones a los animales, y por ende interferir con su desarrollo normal, y parámetros productivos deseados, además de que, en el caso de las aves, se puede dar una alta mortalidad por tema de picaje [8].

Sin embargo, el enriquecimiento ambiental no son sólo simples cambios que incluyen la adición de uno o más objetos que alteren el entorno del animal. Entre los objetivos del enriquecimiento está el mejoramiento del funcionamiento biológico del animal. Por lo tanto, la adición de enriquecimiento ambiental debe conseguir [8]:

1. Incrementar el número y rango de comportamientos normales que pueden mostrar los animales.
2. Reducir la presentación de comportamientos anormales, en frecuencia y severidad.
3. Incrementar una interacción positiva de los animales con su ambiente.
4. Aumentar la capacidad del animal para interactuar con humanos, procesos de manejo y experimentales, o la variación ambiental

El enriquecimiento tiene que tomar en cuenta la seguridad para el animal, no tiene que causar lesiones de ningún tipo, y hay que tener cuidado en aquellas que estén destinadas para manipularse con el pico, que en el caso de la ingesta o el forrajeo, no interfiera con la función gástrica normal del animal, así como no provocar otro tipo de problemas, por ejemplo, alguna obstrucción intestinal, además de que tienen que tener una facilidad de uso en el diseño, de preferencia tener un costo accesible, pues representa una inversión extra, deben ser hechas de materiales inocuos y de fácil manejo para los trabajadores, especialmente para su instalación [8].

Es por eso que, en la avicultura, se ha buscado la manera de evitar estos comportamientos antes mencionados, y se ha probado con varias formas de enriquecimiento, o la combinación de estas. Entre algunas que se han estudiado principalmente para las aves de engorde [26, 27]:

- Uso de perchas
- Bolas de paja/heno para el forrajeo
- Inclusión de espacio de arena
- Materiales vegetales para picaje
- Objetos colgando
- Espejos

- Espacios elevados
- Objetos como sebo

Los animales interactúan con estos diferentes tipos de enriquecimiento, y tienen resultados variables.

### 1.4.1 Enriquecimiento ambiental en Meleagricultura

Son diversos ya los autores que han empleado y evaluado el papel del enriquecimiento ambiental aplicado al pavo de engorda, algunos de ellos como Beaulac añaden el enriquecimiento como parte de sus modelos experimentales y que han demostrado una preferencia por las bolas de paja, o la paja dispuesta en el suelo, otros como Glatz *et al* han probado con la adición de terreno elevado al entorno de los animales, ya sea con la adición de plataformas de plástico, o bien pacas de paja, donde se concentran los animales principalmente a descansar [6, 28]. Otro de los enriquecimientos usados tanto en las aves de engorda, tanto en pavos como pollos, son las perchas, autores como Glatz, Aksit, lo han utilizado, notando una disminución de uso de estas mientras los animales van adquiriendo peso [29], además de que le da a las aves la oportunidad de realizar el comportamiento de percha, que es un comportamiento natural así como disminuir el amontonamiento a nivel de piso, si es que se utiliza en densidades altas [30]. El uso de barreras visuales también ha sido aplicado en la producción de pavos, estas han sido utilizadas por Sherwin [31]. También Sherwin *et al*, evaluaron la adición de componentes vegetales, u otros componentes llamativos para los animales [32]. Sin embargo, autores como Jones, evalúan el beneficio de separar la distancia entre comederos bebederos, lo que repercute esta alteración en el ambiente del animal, y también lo que representa económicamente como enriquecimiento ambiental, además de la evaluación de la adición de otro sustrato en lugares específicos, ya sea para propiciar ahí el comportamiento de forrajeo, o bien el baño de tierra, estos han sido probados en pollos de engorda, sin embargo son aplicables también para la engorda de pavo [26]. Todos estos tratamientos son presentados en la Tabla 5:

Tabla 5. Enriquecimiento ambiental usado y evaluado en la producción del pavo de engorda [6], [26], [28], [29], [30], [31], [32], [33].

Enriquecimiento	Autor	Año	Uso
Bolas de paja	Beaulac <i>et al.</i>	2019, 2018	Se colocan bolas de paja intactas en el corral de las aves, se usó una por cada 40 aves, una vez que estas eran deshechas fueron reemplazadas, y el remanente fue esparcido.
	Glatz <i>et al.</i>	2013	
	Jones <i>et al.</i>	2020	
	Martrenchar <i>et al.</i>	2001	
Plataformas o terreno elevado	Glatz <i>et al.</i>	2013	Se colocan plataformas, o materiales que hagan tener un terreno elevado, donde se ha notado que las aves muestran mayor su comportamiento de descanso.
Perchas	Glatz <i>et al.</i>	2013	Adaptadas al peso del animal, se menciona que su uso disminuye conforme los animales van adquiriendo más peso. Reduce la aglomeración de animales en densidades altas.
	Aksit <i>et al.</i>	2017	
	Martrenchar <i>et al.</i>	2001	
Barreras visuales	Sherwin <i>et al.</i>	1999	Barreras dispuestas en medio del corral para limitar la visibilidad de las aves, de manera que quede dividido en 4 cuartos, buscando reducir el comportamiento de picaje evitando que las aves imiten al ver a sus similares.
	Martrenchar <i>et al.</i>	2001	
Cambio de sustrato	Jones <i>et al.</i>	2020	Adición de un sustrato, aparte de la viruta comúnmente usada, bien para propiciar el comportamiento de baño de tierra, o el forrajeo.
Distancia entre comedero y bebedero	Jones <i>et al.</i>	2020	Aumentar la distancia entre comedero y bebedero para que las aves realicen más actividad física.
Adición de objetos llamativos	Sherwin <i>et al.</i>	1999	Adición de objetos de origen vegetal, o de objetos que sean llamativos para los animales.

## 1.5 Comportamiento animal y bienestar animal

Según la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), se puede definir al bienestar animal como “el estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las que vive o muere” [34]. O bien, comprende el funcionamiento adecuado de un individuo, que supone la salud, la alimentación del animal, el estado emocional y la posibilidad de expresar conductas propias de la especie [25].

Actualmente, hay una creciente preocupación pública por el bienestar de los animales, esto ha motivado y generado a la vez, un amplio desarrollo en la ciencia del bienestar animal que se ha establecido como uno de los criterios utilizados para decidir si un sistema de producción es sostenible, y si la calidad del producto es buena, los consumidores ahora se preocupan en que los alimentos que se comercializan, tengan en cuenta el bienestar animal, la presión que se ha ejercido tanto a gobiernos como a empresas comerciales, sobre la salud humana, el bienestar animal y el impacto ambiental, ha resultado en códigos de prácticas, leyes y mecanismos para la aplicación de estándares de bienestar. [9].

Es por eso que el bienestar, es un concepto científico que describe una cualidad medible de un animal en un momento determinado, por lo tanto, el estudio y desarrollo científico del bienestar animal debe estar separado de los conceptos éticos. La evaluación del bienestar, debe llevarse a cabo de manera objetiva, una vez que se haya obtenido la evidencia científica sobre el bienestar, se pueden comenzar a tomar las decisiones éticas [9].

Los efectos que tiene el bienestar sobre los animales incluyen:

- Enfermedad
- Lesiones
- Hambre
- Estímulos benéficos
- Interacciones sociales
- Condiciones de alojamiento
- Malos tratos deliberados o accidentales en el manejo
- Transporte
- Procedimientos de laboratorio
- Mutilaciones
- Tratamiento veterinario

Cabe mencionar, que los indicadores de bienestar pueden evaluarse a corto o a largo plazo; por ejemplo, algunas medidas a corto plazo son la frecuencia cardiaca, concentración de cortisol en plasma, se utilizan para evaluar el bienestar durante el manejo o transporte. Por otro lado, algunas medidas de comportamiento, función del sistema inmunológico y estado de salud, son más apropiadas para medir el bienestar a largo plazo [9].

Por ende, es necesario comprender que los animales tienen un amplio rango de necesidades. Una necesidad es una deficiencia que el animal puede afrontar con la obtención de un recurso en particular o ejerciendo una respuesta particular a un estímulo del ambiente o del cuerpo mismo, si algún animal tiene una necesidad, su estado motivacional es afectado. Por lo tanto, su respuesta de comportamiento y fisiológica estará encaminada en tratar de sobreponer esa necesidad [35].

En la avicultura, el manejo hacia los animales es regulado principalmente por prácticas tradicionales o pautas marcadas por la industria, donde las condiciones de manejo y producción en su mayoría de los casos no fueron diseñadas y enfocadas en el bienestar animal como objetivo primario y pueden ser consideradas controversiales o no compatibles con el bienestar [36].

### 1.5.1 Comportamientos esperados de un pavo

Se han descrito comportamientos en las aves domésticas, como el correr, picaje, forrajeo, rascar el piso o sustrato, agitar sus alas, acicalar su plumaje con el pico, descansar y dormir sin ser molestadas, sumado a los comportamientos natos como el desplazamiento, comer y beber. Wilutzky 2015 da su etograma de los comportamientos esperados de las aves de corral, a su vez Beaulac 2018, presenta un etograma para pavos, estos se describen en la Tabla 6 [37, 33].

Tabla 6 Comportamientos normales esperados en las aves domésticas adaptado de Wilutzky 2015; Bueaulac 2018 [37], [33].

Comportamiento	Definición	Imagen
Descanso	El ave esta postrada en el sustrato mientras la cabeza descansa en el piso o erecta, los ojos pueden estar abiertos o cerrados	
Acicalamiento	Describe todas las acciones asociadas con la limpieza y mantenimiento del cuerpo usando el pico.	
Comer	El animal esta activamente adquiriendo alimento	
Beber	El animal activamente está bebiendo agua	
Baño de tierra	El animal se postra y con movimientos de las alas y las patas, levanta el sustrato para cubrirse de él.	
Respuesta de huida	El animal tratará de evitar lo que percibe como depredador	

Parada	El ave está de pie, sin realizar otro comportamiento	
Caminando	El ave camina o corre, tiene que realizar como mínimos 2 pasos	
Pavonearse	El animal está de pie, camina lentamente con las plumas levantadas, las alas abiertas y el pecho hacia delante.	
Pelea	Dos o más individuos, donde al menos un ave esta con la cabeza hacia atrás, y el pecho hacia delante, puede incluir o no un individuo corriendo o saltando sobre el otro.	
Estiramiento	Extensión de las alas o las patas.	
Aleteo	Aleteo de ambas alas	
Sacudida de plumas	Sacudida de todo el cuerpo, parado o descansando.	

Picaje ambiental	Picoteo de las paredes, estructuras relacionadas con las instalaciones, o del sustrato mientras están paradas o descansando.	
Picaje de plumas	El ave picoteo las plumas de otra ave mientras está de pie o descansando.	
Picaje agresivo	Picoteo enérgico hacia la cabeza, el cuerpo o la cola de otra ave mientras se está de pie o descansando.	
Perturbación general	Un ave descansando, abre los ojos, levanta la cabeza o mueve el cuerpo como resultado de que otro pájaro camina delante, o encima de él, o bien, aletea cerca de él.	
Perturbación severa	Un ave descansando, se pone de pie como resultado de que otra ave camina frente a él, encima, o aletea cerca de él.	

## 1.5.2 Relación entre comportamiento y bienestar animal

Las medidas de comportamiento se han vuelto de especial importancia para la evaluación del bienestar de un animal, el hecho de que un animal evite un objeto, un evento, o un comportamiento, ofrece información acerca de su bienestar, por ejemplo, un individuo que es incapaz de adoptar una postura de descanso a pesar de hacer repetidos intentos, tendrá menor bienestar que uno que si pueda adoptarla, algunos otros comportamientos anormales que dan indicio de pobre bienestar son las estereotipias, auto-mutilación, picaje de pluma, comportamiento agresivo hacia sus congéneres e incluso canibalismo, indica que el bienestar del individuo es pobre [9].

El comportamiento cambia en respuesta a muchas dificultades ambientales, es un componente de las respuestas regulatorias y de emergencia, la evaluación de las respuestas de comportamiento se dirigen a aquellas acciones que ayudan a afrontar las dificultades que presenta el ambiente, otras van enfocadas a patologías del comportamiento que pueden no tener ningún efecto benéfico tanto para el animal como para sus congéneres [35].

El comportamiento anormal, difiere en el patrón, frecuencia o contexto de lo que muestra la mayoría de los miembros de la especie, este comportamiento puede ayudar al individuo a enfrentar el estímulo adverso que está percibiendo, pero sigue siendo un indicador de que el animal se encuentra con un pobre bienestar animal, por lo tanto, la abstinencia de una respuesta normal podría ser una forma de tratar de hacer frente a diversos estímulos [35].

En su contraparte, las condiciones fisiológicas óptimas y positivas, se asumen que son expresadas a través de comportamientos que reflejan un confort para los animales, como el baño de arena, estiramiento, descanso y juego, sin embargo, existe una gran variabilidad de estas manifestaciones, y se hace difícil distinguir entre el comportamiento normal, anormal o trastornos de comportamiento, por ende, se sobre entiende que solo las actividades que representen un daño visible como el picaje, y el canibalismo, se aceptan únicamente como indicadores de pobre bienestar, en la Figura 5 Bessei en el 2018, esquematiza su criterio para interpretar la condición de bienestar en base al comportamiento de las aves [36].

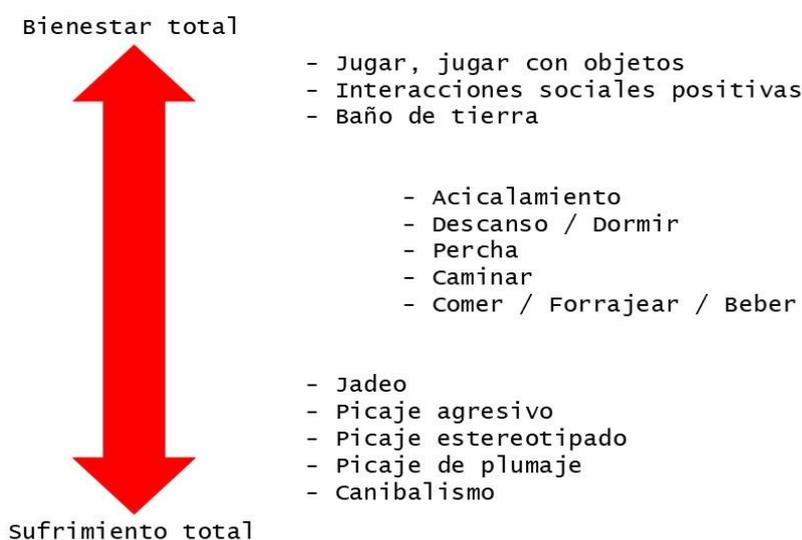


Figura 5. Clasificación sugerida de diferentes comportamientos en aves en la escala de bienestar de sufrimiento a bienestar total adaptado de Bessei 2018.

Un estado emocional positivo de los animales es aún más difícil de evaluar, el acicalamiento, baño de tierra, el juego y contacto social positivo, se realizan cuando los animales no están tratando de compensar estímulos adversos [36]. Por lo tanto, hay que tomar al animal mismo como indicador de su propia condición, y su comportamiento, puede ser usado para evaluar el bienestar [37].

Desde que la legislación hacia el bienestar de los animales domésticos se volvió un tema de especial interés entre las organizaciones de bienestar, productores, minorías y consumidores, el resultado de los marcos legales y directrices de buenas prácticas pecuarias, no satisfacen, en la mayoría de los casos los intereses particulares de las partes involucradas, esto ha provocado que las partes rijan su producción o consumo basadas en estándares de bienestar de otros países y organizaciones [36]. Es por ello que se justifica la búsqueda de conocimiento asociada a la relación entre el bienestar animal y la densidad animal y su efecto en el comportamiento normal de la especie [38]. Esta relación marca un aspecto muy importante para la producción de pavo porque al final se verá reflejado en un impacto económico importante [21].

## **2. Justificación:**

Existe una falta de información sobre el efecto de enriquecimiento ambiental y densidad animal como posible solución a problemas de salud y producción de pavos, por lo que el presente trabajo busca ampliar el conocimiento y encontrar potenciales soluciones en la Meleagricultura.

## **3. Hipótesis:**

La densidad animal y la adición de enriquecimiento tienen un efecto sobre la salud y los indicadores de productividad de pavos durante el ciclo de producción.

## **4. Objetivos:**

### **4.1 Objetivo general:**

Valorar dos diferentes densidades animales usadas comercialmente en pavos y su relación con la adición de enriquecimiento ambiental a lo largo de 14 semanas de su vida comercial.

### **4.2 Objetivos específicos:**

- Evaluar el efecto de la densidad animal y recursos de enriquecimiento animal sobre el comportamiento.
- Evaluar el efecto de la densidad animal y recursos de enriquecimiento sobre los parámetros productivos
- Evaluar el efecto de la densidad animal y recursos de enriquecimiento sobre los parámetros ambientales

## 5. Metodología:

El estudio contó con el apoyo financiero de los proyectos PAPIIT IA207421 y PIAPI 2024. El estudio se envió en junio de 2020 para evaluación por el CICUAE-FESC.

El estudio fue realizado en el Centro de Enseñanza Agropecuaria (CEA) de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FESC) de la UNAM ubicado en Teoloyucan Km 2.5, San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Se monitorearon 354 pavos de raza Nicholas durante 8 semanas (6 a 14 semanas de edad). Al término del proyecto, las canales de pavo fueron destinadas para su comercialización.

### 5.1 Animales y alojamiento:

Al momento de su arribo a las instalaciones, con una edad de 4 semanas, las aves se seleccionaron y distribuyeron aleatoriamente a un grupo experimental designado. Las aves fueron alojadas en corrales prefabricados con lona blanca de 9 m<sup>2</sup>. La alimentación que se proporcionó durante su ciclo productivo fue un alimento concentrado comercial para pavos de engorda provisto en charolas una vez al día. La cantidad de alimento proporcionada se ajustó al peso y edad de los animales. El agua fue proporcionada *ad libitum* a través de bebederos de campana. La cama de viruta provista a todos los corrales con aproximadamente 5 cm de grosor y fue cambiada cada semana o antes para evitar humedad superior a 35%.

Las aves fueron alojadas de manera aleatoria en 4 tratamientos, tratamiento A: Baja densidad con enriquecimiento, tratamiento B: Baja densidad sin enriquecimiento, tratamiento C: Alta densidad con enriquecimiento, tratamiento D: Alta densidad sin enriquecimiento. Para los corrales de densidad baja se utilizó una densidad de 30 kg/m<sup>2</sup>, por lo tanto, fueron 22 animales por corral, para la densidad alta se utilizó 60 kg/m<sup>2</sup>, resultando en 37 animales por corral.

### 5.2 Toma de mediciones:

En el interior del alojamiento, se llevó el registro de las siguientes condiciones ambientales: temperatura ambiental, humedad relativa, concentración de amoníaco, mediante un termómetro con sensor externo, luxómetro, y medidor de amoníaco, respectivamente. Se tomaron las constantes tres veces al día de lunes a viernes a nivel de la cabeza de los animales, la primera se realizaba entrando a la nave (10:00 a.m.), la segunda al medio día y previo a la colocación de las cámaras de video (11:00 a.m. – 12:00 p.m.), la última se tomó previo a finalizar actividades en el módulo (5:30 p.m. – 6:00 p.m.).

Para el proceso de toma de temperatura y amoníaco se utilizó un medidor Tester Monitor marca Road Far, y para la humedad relativa se utilizó un anemómetro 5 en 1. Ambas se realizaron trazando una diagonal que iba desde la entrada del corral a la contra esquina, colocando los sensores correspondientes a la altura de la nariz de los animales, tomando como referencia la primera lectura justo a la entrada del corral, la lectura marcada a la mitad del corral y la lectura que daba al final del recorrido a contra esquina de la entrada del corral, se realizó un promedio entre las tres mediciones.

Se colocaron videocámaras (SONY Handycam HDR-CX440440) afuera de cada corral para grabar los comportamientos de las aves durante 5 horas a las semanas 6, 8, 10, 12, y 14 de edad. Los videos luego fueron procesados para su análisis basado en un etograma Tabla 7 previamente desarrollado y

adaptado de Beaulac *et al.* (2019) mediante el programa de cómputo de CowLog 3 desarrollado en el Centro de investigación de bienestar animal de la universidad de Helsinki, Finlandia (2016) [39].

Tabla 7. Etograma adaptado de Beaulac et al 2019 [6].

Picaje sustrato	Aves picando o rascando el piso o las paredes.
Parada en paca	Aves paradas sobre la paca colocada sobre el sustrato.
Descansando en paca	Aves descansando sobre la paca colocada sobre el sustrato.
Picaje pelota	Aves dirigiendo el picaje a la pelota.
Picaje paca	Aves dirigiendo el picaje sobre la paca suspendida.
Picaje cadena	Aves dirigiendo el picaje a la cadena.
Uso percha	Aves paradas o postradas en la percha.

Para la recopilación de datos obtenidos en la grabación total del video, se seleccionaron 4 segmentos en tiempos predeterminados:

- Primer segmento: 15-35 minutos de grabación
- Segundo segmento: 60 – 80 minutos de grabación
- Tercer segmento: 105 – 125 minutos de grabación
- Cuarto segmento: 150 – 170 minutos de grabación

Cada segmento seleccionado tuvo una duración de 20 minutos, a cada segmento se le revisaron 5 momentos de 3 segundos en los siguientes tiempos:

- 0-3 segundos
- 300-303 segundos
- 600-603 segundos
- 900-903 segundos
- 1195-1198 segundos

Teniendo un total de 20 segmentos analizados, dando una duración total de 1 minuto de análisis por corral en una semana de grabación, un total de 5 minutos por corral, en el experimento. Para cada uno de los 20 segmentos la recopilación de datos se llevó de la siguiente manera:

- Con el programa CowLog, se asignó una tecla para cada comportamiento, de manera que se dejó correr cada segmento de 3 segundos, registrando con cada tecla, el número de aves que realizan un determinado comportamiento, así hasta obtener los 20 segmentos para el corral.
- Estos datos fueron recopilados en hojas de Excel, donde se anotó por cada segmento, el número de aves que aparecen en pantalla, y el número de aves que realizan algún comportamiento de interés.
- Este proceso se repitió hasta tener las hojas de cálculo de cada uno de los corrales, para la semana 6, 8, 10, 12 y 14, y posteriormente agrupar los datos por tratamiento y por semana.

### 5.3 Parámetros de producción:

Semanalmente, se delimitó un espacio entre el corral y la pared y se colocó la báscula de piso en la entrada del corral. Posteriormente se pesó cada ave de forma individual, anotando el peso y número de individuo, además de realizar una inspección externa en busca de lesiones. Posteriormente se dejó al ave en el espacio antes mencionado. Una vez pesadas todas las aves, se devolvieron al corral. Con la colección de estos datos se formaron hojas de cálculo en Excel.

Al término del proyecto, se realizó la matanza comercial de las aves para el abasto, de acuerdo con lo señalado en la NOM-033-SAG/ZOO-2014, Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres [40].

## 5.4 Pruebas estadísticas:

Se realizaron bases de datos en Microsoft Excel, los cuales se agruparon en tratamiento, y por semana, y con las funciones de Excel, se obtuvo el promedio semanal de cada tratamiento de los parámetros ambientales, parámetros productivos y uso del enriquecimiento ambiental. Una vez dispuestos los datos de forma ordenada, se analizaron con el programa Statgraphics Centurion 19 desarrollado por STATGRAPHICS Technologies INC [41]. Al programa se cargaron las bases de datos correspondientes a los resultados de parámetros ambientales, uso de enriquecimiento ambiental, y parámetros productivos, a todos los tratamientos con la ayuda de las herramientas de estadística que brinda el Stathgraphics Centurión, se les realizó análisis de varianza, donde la variable dependiente fueron los resultados promedio de nuestros datos, y el factor o variable independiente, fueron las semanas (semana 6, semana 8, semana 10, semana 12 y semana 14), para obtener diferencias estadísticas dentro de los mismos tratamiento conforme avanza el experimento, y posteriormente, se usó como factor a los 4 tratamientos (tratamiento A, tratamiento B, tratamiento C y tratamiento D), para buscar diferencias estadísticas significativas entre los 4 tratamientos a lo largo del experimento. Una vez obtenidos los resultados del análisis de varianza a los resultados que arrojaron un valor p menor a 0.05, se les aplicó una prueba de múltiple rango por el método de Tukey con un nivel de confianza del 95%, para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Este procedimiento estadístico se le aplicó a nuestros resultados de parámetros productivos (peso, ganancia de peso, consumo de alimento, rechazo, conversión alimenticia), parámetros ambientales (temperatura, humedad, concentración de amoníaco) y uso de enriquecimiento ambiental (descanso en paca, parada en paca, picaje pelota, picaje cadena, picaje paca, uso de percha).

## 6. Resultados:

### 6.1 Comportamiento:

Los resultados del uso del enriquecimiento ambiental, para los tratamientos A: Baja densidad con enriquecimiento y C: Alta densidad con enriquecimiento, se presentan en la Tabla 8 y las Figuras 6 y 7, donde el picaje de pelota y el uso de percha, no tiene ningún valor de significancia estadística tanto entre tratamientos a lo largo del experimento, o de diferencia en cuanto a la edad en el tratamiento a lo largo del experimento. Para el comportamiento de aves paradas en la paca, con un valor de 0.01 para la semana 6, donde se delimita una diferencia estadística significativa entre el tratamiento A con un valor promedio de 0.1 y el tratamiento C que promedia 0.45 en cuanto a presentación del comportamiento.

Para el descanso de paca, se tienen diferencias significativas entre los cuatro tratamientos, y por tratamiento, entre tratamientos con un valor p de 0.03 para la semana 14, hay diferencia significativa entre el tratamiento A que promedia 0.15 de presentación del comportamiento, y el tratamiento C que promedia 0.82. Por otro lado, para el tratamiento A, con un valor p de 0.01, existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores de la semana 6, 8 y 10, que presentaron valores promedios de 0.43, 0.0 y 0.4 respectivamente. Para el tratamiento C, similar con un valor p de 0.01 existen valores estadísticamente significativos entre la semana 6, 8, 10 y 14, con valores promedio de 0.75, 0.03, 0.8 y 0.82 respectivamente.

El picaje de paca, tiene diferencia significativa entre los tratamientos con un valor p de 0.01 para la semana 14, donde el tratamiento A promedia 0.02 del comportamiento y el tratamiento C 0.18, similar

a esto se presenta con el picaje de cadena, con un valor p de 0.007 para la semana 14 donde el tratamiento A promedia 0.08.

Tabla 8. Promedio de frecuencia de uso del enriquecimiento ambiental para el tratamiento A y Tratamiento C

	Semana 6	Semana 8	Semana 10	Semana 12	Semana 14	p edad por tratamiento	p tratamiento por edad *
<b>Parada en paca</b>							
Tratamiento A	0.1 ± 0.08 <sup>w</sup>	0.08 ± 0.06	0.30 ± 0.06	0.17 ± 0.25	0.10 ± 0.05	0.25	<b>0.01</b>
Tratamiento C	0.45 ± 0.13 <sup>x</sup>	0.25 ± 0.18	0.27 ± 0.08	0.47 ± 0.11	0.31 ± 0.21	0.30	0.20
							0.56
							0.12
							0.15
<b>Descansando en paca</b>							
Tratamiento A	0.43 ± 0.19 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0.4 ± 0.15 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.13 <sup>a,b</sup>	0.15 ± 0.15 <sup>w, a, b</sup>	<b>0.01</b>	0.057
Tratamiento C	0.75 ± 0.09 <sup>a</sup>	0.03 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.8 ± 0.38 <sup>a</sup>	0.45 ± 0.18 <sup>a,b</sup>	0.82 ± 0.33 <sup>x, a</sup>	<b>0.01</b>	0.11
							0.16
							0.053
							<b>0.03</b>
<b>Picaje de pelota</b>							
Tratamiento A	0.03 ± 0.03	0.02 ± 0.03	0.2 ± 0.23	0.05 ± 0.05	0.12 ± 0.06	0.29	0.08
Tratamiento C	0.11 ± 0.05	0.15 ± 0.26	0	0.11 ± 0.10	0.25 ± 0.09	0.31	0.42
							0.20
							0.37
							0.09
<b>Picaje de paca</b>							
Tratamiento A	0.03 ± 0.18	0.17 ± 0.17	0.18 ± 0.32	0.15 ± 0.22	0.02 ± 0.03 <sup>w</sup>	0.59	0.83
Tratamiento C	0.38 ± 0.62	0.35 ± 0.26	0.23 ± 0.25	0.28 ± 0.19	0.18 ± 0.06 <sup>x</sup>	0.94	0.36
							0.84
							0.46
							<b>0.01</b>
<b>Picaje cadena</b>							
Tratamiento A	0.02 ± 0.03	0.27 ± 0.25	0.17 ± 0.25	0.07 ± 0.03	0.08 ± 0.03 <sup>w</sup>	0.39	0.67
Tratamiento C	0.03 ± 0.06	0.15 ± 0.26	0.02 ± 0.03	0.07 ± 0.11	0 <sup>x</sup>	0.65	0.60
							0.35
							1
							<b>0.007</b>
<b>Uso de Percha</b>							
Tratamiento A	0.12 ± 0.16	0.17 ± 0.21	0.15 ± 0.1	0.23 ± 0.28	0.05 ± 0.09	0.8	0.27
Tratamiento C	0.33 ± 0.25	0.08 ± 0.14	0.52 ± 0.58	0.12 ± 0.12	0.08 ± 0.14	0.36	0.59
							0.34
							0.55
							0.74

Los superíndices a,b,c,d,e indican diferencia significativa entre edades por tratamiento

Los superíndices w,x,y,z indican diferencia significativa entre tratamientos por edad

\*El valor de p de tratamiento por edad está indicado de manera descendiente, para las semanas 6, 8, 10, 12 y 14, respectivamente.

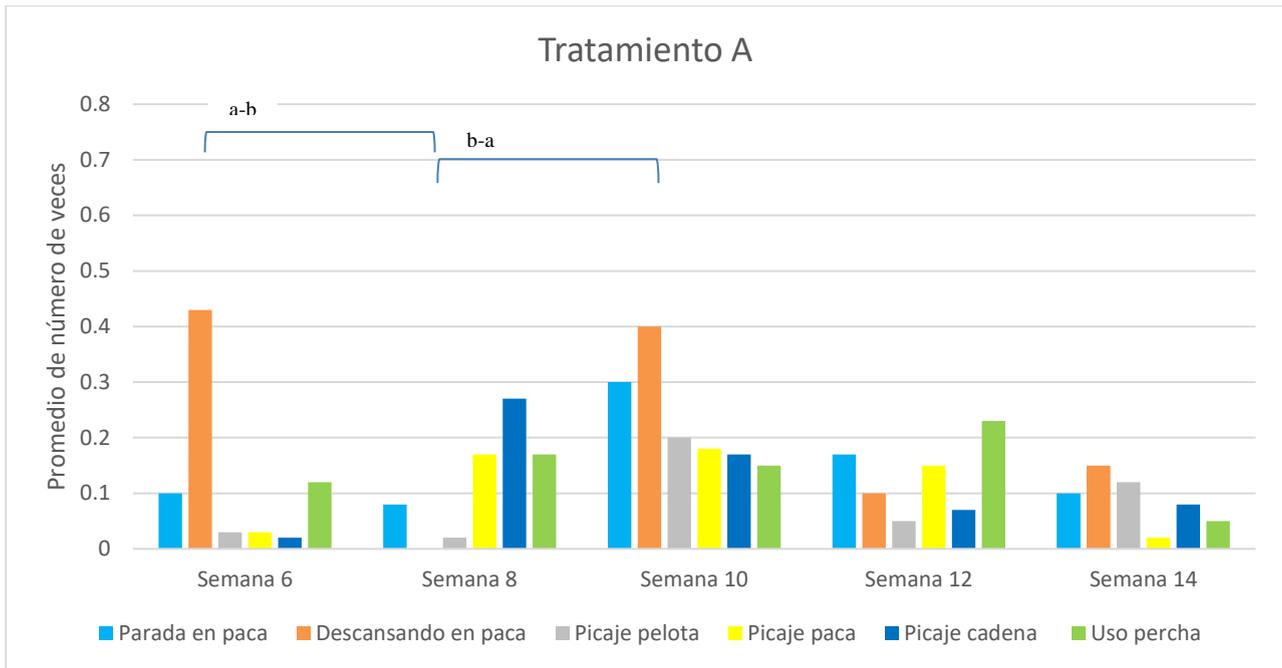


Figura 6. Promedio de número de veces el uso del enriquecimiento ambiental del tratamiento A

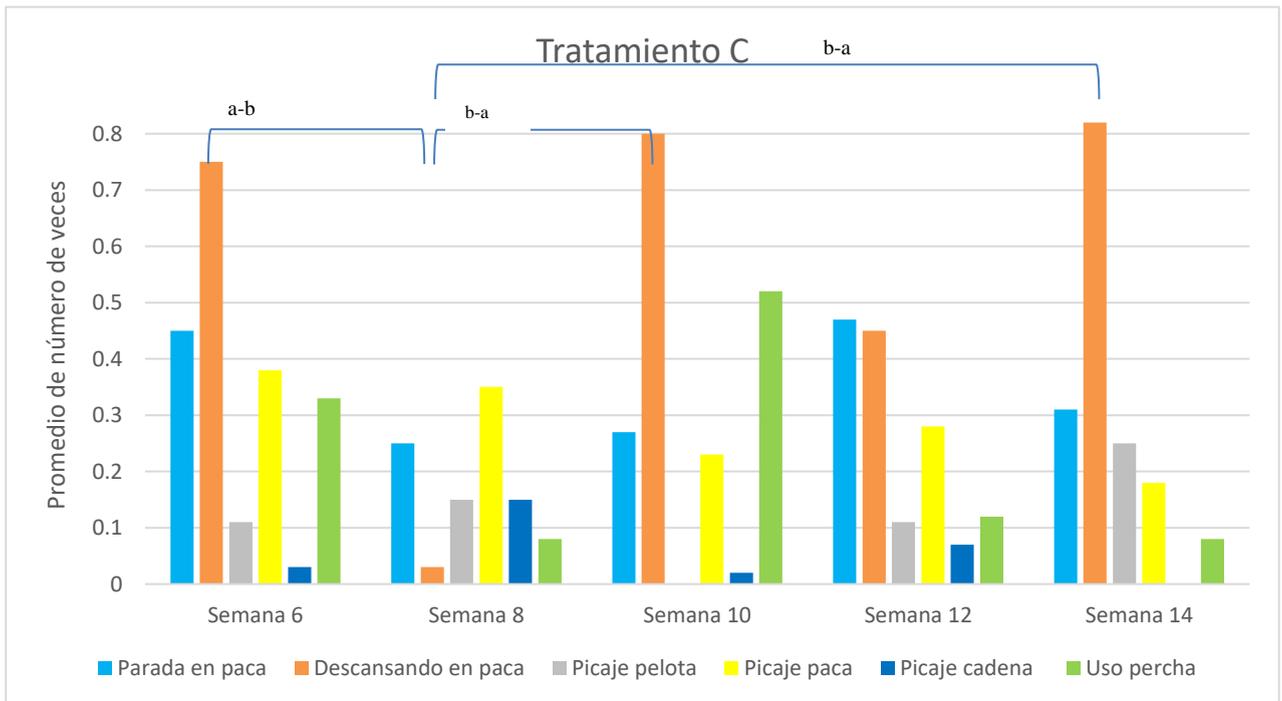


Figura 7. Promedio de número de veces del uso de enriquecimiento ambiental del tratamiento C

## 6.2 Parámetros ambientales:

Los resultados para el promedio de temperatura, humedad y concentración de amoníaco se presentan en la Tabla 9 para los cuatro tratamientos donde son los valores promedios de amoníaco que no presentan diferencia estadística significativa alguna, para la temperatura, no presenta diferencias significativas entre los 4 tratamientos en ninguna semana del tratamiento, pero en la diferencia de edad de cada tratamiento, si presenta diferencias significativas, para el tratamiento B: Baja densidad sin enriquecimiento con un valor p de 0.03, existe una diferencia significativa en los valores de la semana 12 que presenta un promedio de temperatura de 23.20 °C, para el tratamiento C: Alta densidad con enriquecimiento con un valor p de 0.001 existe una diferencia entre la semana 6 que promedia 27.43 °C en comparación con la semana 10, 12 y 14 que promedian valores 23.33 °C, 23.43 °C y 21.83 °C respectivamente y diferencia entre la semana 8 que promedia 25.10 °C con el promedio de la semana 14. El tratamiento D: Alta densidad sin enriquecimiento con un valor p de 0.001, tiene diferencia significativa entre la semana 6 con promedio de 27.17 con los promedios de la semana 10, 12 y 14 con valores de 23.5 °C, 24 °C y 22.33°C respectivamente, además de una diferencia entre el promedio de la semana 8 que tiene valor promedio de 25.33 con el promedio de la semana 14.

Para la humedad, no se encuentran diferencias significativas si se comparan los 4 tratamientos, pero encontramos las diferencias dentro de los mismos tratamientos, para el tratamiento B con un valor p de 0.02 existe diferencia significativa entre el promedio de la semana 6 con 34.31 % de humedad, con la semana 10 de 44% y la semana 14 de 45%. Para el tratamiento C con un valor p de 0.4 existe una diferencia significativa entre la semana 6 con promedio de 36.51 % y la semana 12 que promedia 49% de humedad, siendo este valor el máximo que se tuvo de humedad en todo el experimento, el cual se repite en la semana 14 del tratamiento D. Para el tratamiento D con un valor p de 0.003 existe una diferencia significativa para la semana 6 que promedia 35% de humedad, que es estadísticamente diferente a los demás promedios semanales.

Tabla 9. Promedio de temperatura, humedad, concentración de amoníaco para los 4 tratamientos.

	Semana 6	Semana 8	Semana 10	Semana 12	Semana 14	p edad por tratamiento	p tratamiento 21ore dad *
<b>Temperatura (°C)</b>							
Tratamiento A	26.93 ± 2.11	25.27 ± 1.07	24.23 ± 0.78	23.20 ± 1.93	23.07 ± 1.01	0.05	0.94
Tratamiento B	26.73 ± 1.53 <sup>a</sup>	25.13 ± 1.4 <sup>a</sup>	24.07 ± 0.7 <sup>a</sup>	23.20 ± 1.68 <sup>b</sup>	23.60 ± 0.56 <sup>a</sup>	<b>0.03</b>	0.99
Tratamiento C	27.43 ± 1.08 <sup>a</sup>	25.10 ± 1.47 <sup>a</sup>	23.33 ± 0.55 <sup>b</sup>	23.43 ± 1.27 <sup>b</sup>	21.83 ± 1.12 <sup>b,c</sup>	<b>0.001</b>	0.22
Tratamiento D	27.17 ± 0.97 <sup>a</sup>	25.33 ± 1.67 <sup>a</sup>	23.50 ± 0.5 <sup>b</sup>	24 ± 1 <sup>b</sup>	22.33 ± 0.58 <sup>b,c</sup>	<b>0.001</b>	0.89
							0.13
<b>Humedad (%)</b>							
Tratamiento A	35 ± 1	41.33 ± 1.15	41 ± 4	43.67 ± 6.66	45.67 ± 4.16	0.07	0.65
Tratamiento B	34.31 ± 2.52 <sup>a</sup>	41.80 ± 1.03 <sup>a</sup>	44 ± 2 <sup>b</sup>	42.9 ± 5.14 <sup>a</sup>	45 ± 6.36 <sup>b</sup>	<b>0.02</b>	0.63
Tratamiento C	36.51 ± 1.33 <sup>a</sup>	44.10 ± 3.38 <sup>a</sup>	43.67 ± 5.03 <sup>a</sup>	49 ± 8 <sup>b</sup>	48.30 ± 2.04 <sup>a</sup>	<b>0.04</b>	0.71
Tratamiento D	35 ± 3 <sup>a</sup>	43.33 ± 4.04 <sup>b</sup>	44 ± 3 <sup>b</sup>	43.33 ± 2.52 <sup>b</sup>	49 ± 2 <sup>b</sup>	<b>0.003</b>	0.58
							0.43
<b>Amoníaco (ppm)</b>							
Tratamiento A	0.63 ± 0.6	0.33 ± 0.31	0.63 ± 0.31	0.23 ± 0.06	0.33 ± 0.40	0.62	0.68
Tratamiento B	0.45 ± 0.4	0.30 ± 0.36	0.53 ± 0.21	0.17 ± 0.06	0.43 ± 0.23	0.55	0.05
Tratamiento C	1.00 ± 0.92	1.05 ± 0.13	0.93 ± 0.15	0.33 ± 0.4	0.37 ± 0.25	0.23	0.1
Tratamiento D	1.10 ± 0.87	1.23 ± 0.67	2.37 ± 1.68	0.30 ± 0.1	0.33 ± 0.25	0.9	0.78
							0.98

Los superíndices a,b,c,d,e indican diferencia significativa entre edades por tratamiento

Los superíndices w,x,y,z indican diferencia significativa entre tratamientos por edad

\*El valor de p de tratamiento por edad está indicado de manera descendiente, para las semanas 6, 8, 10, 12 y 14, respectivamente.

### 6.3 Parámetros productivos:

Los resultados del peso, ganancia de peso, consumo de alimento, rechazo y conversión alimenticia se presentan en la Tabla 10, para los cuatro tratamientos, donde para el peso, no se presenta diferencia significativa comparando los cuatro tratamientos a lo largo del experimento, sin embargo existe diferencia significativa entre los valores semanales de cada tratamiento, para el tratamiento A: Baja densidad con enriquecimiento su p es de 0.001, lo mismo para el tratamiento B: Baja densidad sin enriquecimiento, C: Alta densidad con enriquecimiento y D: Alta densidad sin enriquecimiento, tiene valores de p de 0.001, aquí se observa claramente la tendencia de incremento aproximado de 2 kg por cada medición, salvo en la semana 12 para el tratamiento B y la semana 14 para el tratamiento D.

Para el consumo de alimento, no hubo diferencias significativas tanto dentro de los mismos tratamientos por edades, como entre los tratamientos por edad, todos muestran una tendencia al aumento de consumo conforme fueron avanzando las semanas, teniendo su consumo más alto para la semana 14 el tratamiento A en con 3.32 kg promedio por animal, el tratamiento B con 3.58 kg por animal y el tratamiento D con 3.25 kg promedio por animal, en el caso del tratamiento C su consumo de alimento más alto lo presenta en la semana 12, con 3.27 kg promedio por animal.

Para el rechazo de alimento, no hubo diferencia estadística significativa tanto dentro de los tratamientos a lo largo de las semanas, como entre los tratamientos por edad, se sigue una tendencia de que el rechazo reduce conforme avanza las semanas, y tiende a que los tratamientos A y B de baja densidad, tengan un mayor rechazo semanal, que los tratamientos C y D.

Para la ganancia de peso, existen diferencias estadísticamente significativas entre los cuatro tratamientos, únicamente en la semana 12 y 14, para la semana 12 se tiene un valor p de 0.02 donde se muestra una diferencia entre el tratamiento A que promedia 1.14 kg y el promedio del tratamiento B con promedio de 1.53, y el tratamiento B es estadísticamente diferente al promedio del Tratamiento D con 1.07 kg de ganancia de peso, para la semana 14 de tratamiento, que tiene un valor p de 0.002 hay diferencia entre los valores de los tratamientos A y B con promedios de 1.28 kg y 1.32 kg respectivamente, con respecto a los tratamientos C y D con valores de 0.95 kg y 1.01 kg de ganancia de peso esa semana. Todos los tratamientos son diferentes internamente a lo largo del experimento, para el tratamiento A con un valor p de 0.006 hay una diferencia significativa entre el promedio de la semana 6 con valor de 0.73 kg, con respecto a la semana 10, 12 y 14 con valores promedio de 1.20 kg, 1.14 kg y 1.28 kg respectivamente. Para el tratamiento B, donde su valor de p es de 0.006, marca una diferencia entre el promedio de la semana 6 de 0.72 kg con respecto a la semana 12 y 14 del tratamiento con valores de 1.53 kg y 1.32 kg respectivamente. Para el tratamiento C con un valor p de 0.003 los valores promedio de las semanas 6, 8 y 14 con promedio de 0.70 kg, 0.83 kg y 0.95 kg respectivamente, son estadísticamente diferentes a la semana 10 y 12 con promedios 1.27 kg y 1.25 kg respectivamente. Finalmente, el tratamiento D con un valor p de 0.007, marca una diferencia entre la semana 6 con promedio de 0.68, con respecto a la semana 10 y 12 con valores de 1.21 kg y 1.07 kg respectivamente.

Para la conversión alimenticia, existe una diferencia significativa entre los cuatro tratamientos únicamente en la semana 12, con un valor p de 0.01, existe la diferencia entre el tratamiento B con promedio de 2.03 de conversión, con respecto a los tratamientos A y D, con valor promedio fue de 2.88 y 2.85 de conversión alimenticia respectivamente. También hay diferencias dentro de los mismos tratamientos, excepto para el tratamiento B donde la edad no tiene influencia, para el tratamiento A con un valor p de 0.004, existe una diferencia significativa entre la semana 6 con valor promedio de 1.55 de conversión, con respecto a la semana 12 y 14 con valores promedio de 2.88 y 2.61 de conversión alimenticia respectivamente, además de una diferencia entre la semana 8 con valor promedio de 1.93 de conversión con respecto a la semana 12. Para el tratamiento C con valor p de

0.03 existe una diferencia significativa entre los valores promedio de la semana 6 de 1.60 y la semana 14 que tiene un valor promedio de 3.38 de conversión. Finalmente, el tratamiento D con un valor p de 0.01, hay una diferencia entre los valores promedio de la semana 6 y 8 de 1.79 y 2.04 de conversión respectivamente, ambos con respecto a la semana 14 que tiene un promedio de 3.22 de conversión.

Tabla 10. Promedios de peso, consumo de alimento, rechazo, ganancia de peso y conversión alimenticia

	Semana 6	Semana 8	Semana 10	Semana 12	Semana 14	p edades por tratamiento	p tratamiento por edades *
<b>Peso (kg)</b>							
Tratamiento A	2.46 ± 0.11 <sup>a</sup>	4.34 ± 0.12 <sup>b</sup>	6.42 ± 0.10 <sup>c</sup>	8.8 ± 0.32 <sup>d</sup>	10.39 ± 0.8 <sup>e</sup>	<b>0.001</b>	0.87
Tratamiento B	2.50 ± 0.03 <sup>a</sup>	4.40 ± 0.16 <sup>b</sup>	6.67 ± 0.42 <sup>c</sup>	9.16 ± 0.34 <sup>d</sup>	10.73 ± .21 <sup>e</sup>	<b>0.001</b>	0.44
Tratamiento C	2.40 ± 0.26 <sup>a</sup>	4.11 ± 0.36 <sup>b</sup>	6.42 ± 0.31 <sup>c</sup>	8.8 ± 0.42 <sup>d</sup>	10.16 ± 1.08 <sup>e</sup>	<b>0.001</b>	0.4
Tratamiento D	2.38 ± 0.30 <sup>a</sup>	4.09 ± 0.35 <sup>b</sup>	6.25 ± 0.23 <sup>c</sup>	8.47 ± 0.33 <sup>d</sup>	9.92 ± 0.45 <sup>e</sup>	<b>0.001</b>	0.21
							0.71
<b>Consumo de alimento (Kg)</b>							
Tratamiento A	1.13 ± 0.19	2 ± 1.14	2.64 ± 0.43	3.26 ± 0.12	3.32 ± 0.51	2.84	0.41
Tratamiento B	1.37 ± 0.29	2 ± 0.24	2.36 ± 0.22	3.10 ± 0.22	3.58 ± 0.32	8.56	0.22
Tratamiento C	1.11 ± 0.13	1.77 ± .08	2.81 ± 0.03	3.27 ± 0.12	3.21 ± 0.43	5.31	0.23
Tratamiento D	1.20 ± 0.14	1.80 ± 0.13	2.48 ± 0.13	3.03 ± 0.27	3.25 ± 0.49	1.28	0.39
							0.74
<b>Rechazo (Kg)</b>							
Tratamiento A	0.82 ± 0.8	0.59 ± 0.96	0.92 ± 1.42	0.84 ± 1.41	1 ± 1.71	1	0.23
Tratamiento B	0.31 ± 0.26	0.17 ± 0.21	0.21 ± 0.09	0.12 ± 0.09	0.09 ± 0.02	0.51	0.48
Tratamiento C	0.12 ± 0.13	0.04 ± 0.06	0.02 ± 0.01	0.01 ± 0.02	0.07 ± 0.08	0.49	0.42
Tratamiento D	0.12 ± 0.10	0.003 ± 0.01	0.05 ± 0.05	0.04 ± 0.02	0	0.09	0.47
							0.48
<b>Ganancia de peso (Kg)</b>							
Tratamiento A	0.73 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.04 ± 0.14 <sup>a,b</sup>	1.20 ± 0.20 <sup>b</sup>	1.14 ± 0.16 <sup>b,w</sup>	1.28 ± 0.10 <sup>b,x</sup>	<b>0.006</b>	0.86
Tratamiento B	0.72 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.00 ± 0.1 <sup>a,b</sup>	1.19 ± 0.39 <sup>a,b</sup>	1.53 ± 0.18 <sup>b,x</sup>	1.32 ± 0.14 <sup>b,x</sup>	<b>0.006</b>	0.20
Tratamiento C	0.70 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.83 ± 0.12 <sup>a</sup>	1.27 ± 0.17 <sup>b</sup>	1.25 ± 0.09 <sup>b,w,x</sup>	0.95 ± 0.03 <sup>a,w</sup>	<b>0.003</b>	0.98
Tratamiento D	0.68 ± 0.09 <sup>a</sup>	0.90 ± 0.11 <sup>a,b</sup>	1.21 ± 0.24 <sup>b</sup>	1.07 ± 0.08 <sup>b,w</sup>	1.01 ± 0.06 <sup>a,b,w</sup>	<b>0.007</b>	<b>0.02</b>
							<b>0.002</b>
<b>Conversión alimenticia</b>							
Tratamiento A	1.55 ± 0.27 <sup>a</sup>	1.93 ± 0.20 <sup>a,b</sup>	2.24 ± 0.44 <sup>a,b,c</sup>	2.88 ± 0.36 <sup>c,w</sup>	2.61 ± 0.35 <sup>b,c</sup>	<b>0.004</b>	0.56
Tratamiento B	1.90 ± 0.38	2.00 ± 0.1	2.17 ± 0.89	2.03 ± 0.14 <sup>x</sup>	2.73 ± 0.37	0.28	0.70
				2.62 ±		<b>0.03</b>	0.81
Tratamiento C	1.60 ± 0.33 <sup>a</sup>	2.17 ± 0.3 <sup>a,b</sup>	1.64 ± 1.29 <sup>a</sup>	0.16 <sup>a,b,w,x</sup>	3.38 ± 0.41 <sup>b</sup>		
Tratamiento D	1.79 ± 0.3 <sup>a</sup>	2.04 ± 0.33 <sup>a</sup>	2.10 ± 0.45 <sup>a,b</sup>	2.85 ± 0.3 <sup>a,b,w</sup>	3.22 ± 0.68 <sup>b</sup>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>
							0.21

Los superíndices a,b,c,d,e indican diferencia significativa entre edades por tratamiento

Los superíndices w,x,y,z indican diferencia significativa entre tratamientos por edad

\*El valor de p de tratamiento por edad está indicado de manera descendente, para las semanas 6, 8, 10, 12 y 14, respectivamente.

## 7. Discusión:

### 7.1 Comparación con los parámetros Hybrid y Nicholas:

Los resultados del presente trabajo demuestran que las aves quedaron por debajo del promedio que marcan las tablas de Nicholas e Hybrid. Para el peso, el tratamiento B es decir el de baja densidad sin enriquecimiento, fue el que obtuvo los promedios más altos de peso, y que se acerca más a las marcadas por las tablas, los cuales están por debajo de las tablas tanto de Nicholas como de Hybrid. En cuanto al consumo de alimento, todos los tratamientos obtuvieron consumos menores a los de las tablas, sin embargo, también es el tratamiento B, el cual se acerca a los parámetros de producción, siendo mayor en la semana 6 para ambos (Hybrid y Nicholas), y para la semana 8 el tratamiento B tiene un consumo mayor al que marca la tabla Hybrid, el resto de las semanas todos los tratamientos se encuentran por debajo de lo que marcan Hybrid y Nicholas [19, 20].

Esta disminución aparente en el consumo, puede verse compensada de forma benéfica en la ganancia y en la conversión alimenticia, puesto que en la ganancia de peso, por momentos nuestros resultados son superiores a lo que nos marcan las tablas, en el caso del tratamiento A, baja densidad con enriquecimiento, en la semana 6, 8 y 10 presentan una ganancia de peso superior a las tablas de Hybrid y Nicholas, pero presenta una notable disminución en la semana 12 y 14, esta disminución se puede ver también en los demás tratamientos. La ganancia en el tratamiento B, de baja densidad sin enriquecimiento, es superior en la semana 6, 8 y 10 y ligeramente menor en la 14 comparado con Hybrid y Nicholas. Para el tratamiento C, la ganancia es superior en la semana 6 comparada con Hybrid y Nicholas, menor a ambas para la semana 8, superior en ambas para la semana 10, igual a Hybrid para la semana 12 y menor a Nicholas en esa semana, notablemente menor para comparada con ambas en la semana 14. Finalmente para el tratamiento D, para la semana 6 y 8 es menor para ambas tablas, para la semana 10 es mayor, y menor para ambas en la semana 12 y 14. En cuanto a la conversión alimenticia, todos los tratamientos tienen valores superiores a los marcados en las tablas, tanto que no hay valores en las tablas que superen los 2 de conversión alimenticia, en nuestros resultados [19, 20].

### 7.2 La relación entre la densidad animal y producción animal

Los resultados del peso promedio de la parvada no presentaron diferencias estadísticas entre los cuatro tratamientos. Es decir, en este estudio ni la densidad, ni la adición de enriquecimiento ambiental, fueron determinantes para obtener mejores pesos. Sin embargo se observa una tendencia para el caso de la adición de enriquecimiento ambiental, si comparamos el tratamiento A, que es de densidad baja con enriquecimiento ambiental, y el tratamiento B que es de densidad baja, los resultados del tratamiento B son ligeramente mayores a los del tratamiento A, esta tendencia se invierte para el caso de los tratamientos que implican mayor densidad animal, pues es el tratamiento C que es de densidad alta con enriquecimiento ambiental, tiene resultados promedio ligeramente mayores al tratamiento D, igual de densidad alta pero sin enriquecimiento ambiental.

Por otro lado, otra tendencia que se puede observar, es que los tratamientos con densidad animal baja (tratamientos A y B), tuvieron valores ligeramente mayores a los de densidad alta, los tratamientos C y D, resultados parecidos han tenido autores como Bartz 2020, y las investigaciones de Erasmus 2017, en donde observaron que en condiciones de una densidad animal más baja, se obtienen mejores pesos [42]. Beaulac *et al* 2019 demostraron resultados similares, donde se menciona que para las primeras semanas, la densidad no afecta, pero para la semana 12 y la semana 16, en su experimento las densidades bajas tienen mejores pesos que densidades altas, en nuestro experimento esta ligera diferencia se nota en la semana 14 [6]. En contraste Erasmus en su investigación de 2017, reporta que

hay autores (Moran 1985, Perkins 1995) que al igual que nosotros, solo han tenido tendencias en la diferencia de pesos a diferentes densidades, ninguna diferencia significativa [21].

### 7.2.1 Consumo de alimento y rechazo.

Para el consumo de alimento, en el presente experimento no se encontraron diferencias estadísticas significativas, así mismo con estos resultados Beaulac *et al* en 2019, no reportaron significancia alguna entre las semanas 8 a la 12 de su experimento. En el presente estudio, se observó una tendencia, en donde los tratamientos A y B que son de densidades bajas, tienden a tener valores de consumo ligeramente más altos que los tratamientos C y D que son de densidades altas a lo largo de todo el experimento, esto en el experimento de Beaulac *et al* se presenta en el periodo que va de la semana 12 a la semana 14. Cabe destacar que en el presente caso para la semana 10, esta tendencia se invierte, y son los tratamiento C y D de alta densidad, quienes presentan valores promedio de consumo ligeramente mayores a los tratamientos A y B, este comportamiento también se le presentó a Beaulac pero en el periodo que va de la semana 4 a la semana 8 de su experimento, Beaulac explica que este efecto en el consumo de los animales sujetos a una densidad mayor, se debe a la imposibilidad de que los animales se acerquen al comedero, que tengan que pasar por todos sus compañeros e incluso competir por el alimento, determina esta baja en el consumo, esta reducción que menciona el autor en el consumo dentro de los corrales que manejan una densidad alta, se puede ver en nuestro tratamiento C, el cual presenta para la semana 12 su pico de consumo, para la semana 14 reduce su promedio de consumo por animal, se presenta este descenso que el autor menciona [6].

En el presente estudio en los resultados de rechazo no se observó ninguna diferencia significativa, entre los cuatro tratamientos a lo largo del experimento, ni dentro de los mismos tratamientos a lo largo del experimento, el rechazo tiende a disminuir al final del experimento, lo cual corresponde con que el consumo tiende a aumentar y a los cambios en el valor de la conversión alimenticia, así como existe un mayor rechazo en los tratamientos de alta densidad comparados con los de baja densidad.

### 7.2.2 Ganancia de peso

Nuestros resultados de ganancia de peso muestran una diferencia entre los tratamientos para las últimas dos semanas de nuestros registros. Para la semana 12 el tratamiento B de baja densidad sin enriquecimiento es estadísticamente diferente al tratamiento D que es de alta densidad sin enriquecimiento siendo el tratamiento B el que tiene un promedio de ganancia de peso superior para esa semana, esto también es observado por Bartz 2020, cuyos resultados demuestran que densidades bajas, obtienen mejores ganancias de peso, por otro lado para esta misma semana el promedio del tratamiento B es superior al del tratamiento A con densidad baja y enriquecimiento, lo cual nos hace pensar en el efecto del enriquecimiento ambiental con respecto a la ganancia de peso. Para la semana 14, lo observado por Bartz se hace más evidente en nuestros resultados, pues para esta semana los tratamientos A y B que son de densidad baja, son estadísticamente diferentes a los promedios de los tratamientos C y D, siendo los primeros dos los que presentan promedios superiores, haciéndose notar que en condiciones de baja densidad se obtiene mejor ganancia de peso que en condiciones de alta densidad [42]. Beaulac 2019, también tiene sus diferencias significativas en sus observaciones entre la semana 12 y la semana 16, similar a nuestras observaciones, el obtiene mejor ganancia de peso con densidades bajas, conforme la densidad aumenta la ganancia de peso disminuye [6].

Para las diferencias significativas dentro de los tratamientos, el tratamiento A tiene una diferencia significativa entre su promedio de la semana 6 comparado con los promedios de la semana 10, 12 y 14, siendo el promedio de la semana 6 menor a los otros, lo cual es similar a las diferencias del tratamiento B, que presenta una diferencia significativa entre el promedio de la semana 6 con respecto a su promedio de las semanas 12 y 14, ambos al ser de densidad baja demuestran que una densidad

baja, te da mayor ganancia conforme va creciendo la parvada. Por contrario, las diferencias para el tratamiento C, el promedio de su semana 6 es estadísticamente diferente a las semanas 10 y 12, pero estadísticamente igual a la semana 14, pasa exactamente lo mismo para el tratamiento D donde el promedio de su semana 6 es estadísticamente igual al promedio de su semana 14, estos dos tratamientos, son de densidad alta y dada su similitud entre sus promedios de la semana 6 y la semana 14, nos dan a entender que la ganancia de peso en algún punto se ve reducida conforme van creciendo los animales en densidades altas, esto puede ser uno de los factores que explique por qué densidades altas traen menores ganancias de peso, lo cual concuerda con autores como Bartz 2020 y Beaulac 2019 [6, 42].

### 7.2.3 Conversión alimenticia

Nuestros resultados de conversión alimenticia, muestran una diferencia significativa entre tratamientos para la semana 12 de nuestro experimento, el promedio del tratamiento B es estadísticamente diferente al del tratamiento D, siendo el promedio del tratamiento B el que tiene un mejor valor de conversión, este mismo comportamiento lo observa en sus resultados Bartz 2020, donde menciona que conforme va en aumento la densidad, también aumenta el número en la conversión alimenticia, siendo más eficiente con densidades bajas, hay que mencionar una diferencia importante entre nuestro experimento y el experimento de Bartz, y es que nuestros resultados fueron por semanas, y los resultados de Bartz, se analizan en promedio de la semana 5 a la semana 20 [42]. Esto también es observado por Beaulac 2019, donde al igual que en nuestro experimento, obtiene su diferencia estadística significativa en el periodo de su experimento de la semana 12 a la 14, donde conforme se fue aumentando la densidad se fue incrementando el número de la conversión alimenticia [6]. Este comportamiento que hace la conversión alimenticia, es similar al de la ganancia en la misma semana, pues es el tratamiento B que es estadísticamente diferente al tratamiento A, y ambos son de densidad baja, siendo el tratamiento B quien tiene una mejor conversión en comparación al promedio del tratamiento A, y siendo este la conversión más alta que se tuvo para esta semana, esto también lo menciona Beaulac, pues él considera que la conversión no se debe ligar concretamente al espacio disponible del comedero, sino a la habilidad de los animales para acceder a este, para este caso en concreto que son de densidad baja, en base a lo que menciona el autor, habría que determinar si el uso de enriquecimiento actúe como distractor para llegar al comedero, o si representa algún obstáculo en el caso del tratamiento A [6].

En cuanto a la diferencia dentro de los tratamientos, todos excepto el tratamiento B demuestran, que conforme van creciendo las aves, van presentando una conversión más deficiente, el tratamiento A su promedio de la semana 6 es estadísticamente diferente a las semanas 12 y 14, teniendo estas últimas una conversión más deficiente, el tratamiento C tiene diferencias entre el promedio de la semana 6 y la 14, y lo mismo para el tratamiento D. Esto puede explicar, como en el caso de la ganancia, por qué se tienen números mayores en la conversión para los tratamientos C y D de densidades altas, como lo dicen Bartz 2020, otra cosa que explica el autor, es que en el caso específico de la ganancia de peso y conversión alimenticia, sugiere que la densidad animal no repercute las primeras semanas de vida en los animales, pues tienen espacio suficiente para realizar sus actividades, además tienen acceso al comedero y acceso a todos a una buena ración de comida, es por eso que estas diferencias entre los promedios de la semana 6 y los últimos promedios registrados se están presentando [42]. Para el caso del tratamiento A, el aumento de la conversión también sigue la pauta del consumo de alimento y la ganancia de peso. Autores como Beaulac 2019, explican estas interacciones similar a lo que menciona Bartz, ellos concuerdan que en las primeras semanas de vida, la densidad no tienen un efecto significativo tanto en densidades bajas como en densidades altas, conforme la densidad aumenta su repercusión en la conversión, el consumo, el peso y la ganancia de peso, se las atribuye a la competición por el comedero y al alimento [6].

Todos estos cambios antes mencionados, en la bibliografía los refieren a una serie de múltiples factores, como se ha mencionado, los parámetros productivos no solo dependen de la línea de animales que se esté usando, sino de factores ambientales como el tipo de cama, ventilación, temperatura, humedad, concentración de gases como el amoníaco, Bartz, también agrega a esta lista el tipo de modificación que refiere el aumento de la densidad en los parámetros productivos, pues repercute en un aumento del estrés, la alteración al medio ambiente antes mencionada y alteración en el tamaño y la dinámica social de la parvada donde repercute en la competencia de recursos, todo esto afecta en menor y mayor medida en la salud del ave, que destina menor energía en el crecimiento, lo cual se traduce en una pobre producción en algunos rubros [42, 6].

### 7.3 Enriquecimiento ambiental

Para el comportamiento de descansando en paca, nuestro experimento presenta una diferencia significativa entre el tratamiento A y C para la semana 14 siendo esta el último registro de nuestro experimento, donde el tratamiento C de densidad alta, presenta un promedio mayor del comportamiento en comparación con el tratamiento A, caso similar tiene Beaulac en 2018, que también tiene una diferencia entre sus tratamientos para la última semana de su experimento, salvo que el autor la registró para la semana 16, pero demostrando que conforme se aumenta la densidad, el comportamiento de descanso también aumenta [33]. Además, nuestros resultados muestran diferencia estadística significativa, conforme avanza la edad dentro del tratamiento, sin embargo, en el tratamiento A, que tiene una menor densidad con enriquecimiento, la semana 6, es donde presentan una mayor incidencia del comportamiento, y desciende conforme avanza lo cual contradice un poco lo que dicen los autores, por contrario, en el tratamiento C que tiene enriquecimiento y una mayor densidad, la semana 14 es la que estadísticamente promedia mayor incidencia del comportamiento, lo cual encuentra similitud entre lo que dicen los autores referente al aumento de la densidad. Estos resultados también son cuestionados por autores como Martrenchar en 1999 y Erasmus en 2017, donde encuentran que para ellos una mayor densidad, implica que el descanso se ve interrumpido por el desplazamiento de las mismas aves, donde no pueden sortear a sus congéneres, por falta de espacio, sin embargo, esto es a nivel de piso, lo cual a diferencia de nuestras observaciones, la adición de una paca, a nivel de piso, aumenta las probabilidades de que las aves presenten este comportamiento, al no encontrarse a nivel de piso, no son interrumpidas por otras aves [21]. Esta predilección al descanso en la paca, lo menciona también Glatz en 2013, donde menciona que en el uso de cuadros de paca dispuestos sobre el sustrato, se observa un mayor comportamiento de descanso, sobre y alrededor de la paca, en comparación a los corrales a los que no se les coloca una paca [28]. Otro autor que concuerda con la preferencia de las aves sentadas en la paca, es Sherwin en 2010, cuyos resultados de la comparación de varios tipos de enriquecimiento, encuentra que las aves prefieren descansar en sitios elevados, en este caso, para nuestro experimento fue la paca, y que además ayuda para la función muscular esquelética [31].

Para el comportamiento de aves paradas en paca, nuestro experimento mostró una diferencia significativa en la semana 6, entre ambos tratamientos, siendo el tratamiento C que es de mayor densidad, quien presenta un mayor promedio en la presentación del comportamiento, en el experimento de Beaulac 2018, esta diferencia se presentó hasta la semana 12, donde al igual que en el nuestro se presentó más conforme se aumentaba la densidad, sin embargo, hay que considerar que Beaulac solo menciona el hecho de que las aves estuvieran paradas, similar a sus registros con el comportamiento de descanso. Dentro de estos dos comportamientos, Beaulac relaciona las diferencias con la movilidad que permite tener más espacio por animal, tanto en su experimento como en el nuestro, el espacio permite un mayor rango de movilidad, que repercute en corrales con menor densidad, teniendo los animales mayor capacidad para desplazarse y realizar otra gama de comportamientos con mayor facilidad, por ende, conforme avanzan las semanas al crecer se ve una reducción de espacio conforme van ganando peso, es por eso que los animales tienden a descansar

más y a estar paradas sin realizar otro comportamiento, por la limitante de espacio que no les permite realizar otros comportamientos [33].

En cuanto al enriquecimiento elevado, que en este caso, fueron las pelotas, las cadenas, y los manojos de paja, las pelotas fueron las que no presentaron diferencias estadísticamente significativas, pero tienen una tendencia a aumentar conforme la edad, y de presentarse más en el tratamiento C, el cual tiene una mayor densidad, sin embargo esta tendencia se contradice con lo que dicen autores como Glatz en 2013 donde menciona que los animales van perdiendo su interés en los elementos de enriquecimiento conforme van creciendo [28].

En el caso del picaje de paca, nuestro experimento encuentra una diferencia significativa en la semana 14, determina que, a mayor densidad, mayor uso de este tipo de enriquecimiento ambiental, y en el caso específico del tratamiento C, se nota una disminución en el picaje de estos manojos de paca colgando, lo cual concuerda con lo que dice Glatz en 2013 acerca de cómo estos elementos van en desuso conforme los animales crecen. Es necesario mencionar que la paca es uno de los enriquecimientos más usados por los animales, lo cual determina que mucho del comportamiento asociado a la paca, tanto descansando y paradas en paca, y el picaje de los manojos de paca, esto lo menciona también Glatz en 2013 donde menciona que el tipo de enriquecimiento que prefieren los pavos, son la paja, ya sea dispuesta sobre el sustrato, o como un enriquecimiento elevado [28].

El uso de percha no tuvo diferencias estadísticas significativas para nuestro experimento, sin embargo, hay una tendencia cuando se observa un descenso drástico para la última semana de nuestro experimento, estos resultados chocan con algunos autores como Estevez en 2017, el cual menciona que si bien, el comportamiento de percha se presenta de forma natural en las aves, el diseño de las perchas provistas es muy importante para que este comportamiento sea posible, recomienda perchas más cercanas al nivel de la cama, de entre 8 y 15 centímetros de altura, donde ha observado que este tipo de perchas facilita la presentación de este comportamiento, puesto que las aves no tienen que realizar un brinco o un esfuerzo para llegar a la altura de la percha, el cual se hace más complicado conforme van ganando peso, además de que también menciona que en pavos, el beneficio del uso de perchas se observa mejor en las hembras, esto último también es mencionado por Martrenchar en 2001 quien observa que las perchas son usadas más por las hembras que por los machos, por contrario, en nuestro experimento el diseño de la percha mantuvo una altura fija de 40 cm, donde los pavos tenían que realizar un esfuerzo para poder usarla, y se muestra como en la semana final, con pesos superiores a los 10 kg, este comportamiento disminuyó notablemente [29, 30]. Por contrario Martrenchar en 2001, menciona que la altura de las perchas, debe ser lo suficientemente alta como para evitar las aglomeraciones a nivel de sustrato, esto para el caso de que se usen en condiciones de densidades altas, además de también notar la disminución en el uso de estas mientras los animales van creciendo, pues en su experimento para la semana 10, los animales no podían estar ya mucho tiempo sobre las perchas, donde similar a nuestro experimento, concluye que fue por una falla en el diseño de las perchas [30].

Cabe mencionar que Glatz en 2013, menciona que la adición y utilización del enriquecimiento ambiental, no tiene ningún efecto negativo tanto en los animales, como en los trabajadores [28].

## 7.4 Condiciones ambientales:

### 7.4.1 Temperatura

Los resultados de temperatura en nuestro experimento, comparándose los cuatro tratamientos a lo largo del mismo, no fueron estadísticamente significativos, caso similar a los resultados de Beaulac en 2019, donde tampoco obtuvo valores de significancia entre las temperaturas de sus tratamientos, sin embargo, ambos resultados, tanto los de Beaulac como los de nuestro experimento, muestran diferencia dentro de los mismos tratamientos conforme va transcurriendo el experimento, se observa un descenso en la temperatura promedio, para nuestros resultados, el único tratamiento que no tuvo diferencia fue el tratamiento A es decir el de densidad baja con enriquecimiento, Beaulac no compara esta diferencia con estadística, pero se observa una notable disminución de sus resultados de su tratamiento con densidad baja ( $30\text{kg/m}^2$ ) de la semana 6 a la 14, nuestro tratamiento B que también marca esa densidad, muestra un descenso en el mismo periodo de tiempo, mostrando una diferencia significativa entre la semana 6 y la 12, caso similar con los tratamientos C y D que son de densidad alta y enriquecimiento el primero, y únicamente densidad alta el segundo, teniendo diferencias significativas el tratamiento C entre la semana 6, 10 y 14, y el tratamiento D sus diferencias entre la semana 6, 10, 12 y 14, demostrando que si hay diferencia entre la temperatura conforme pasa la edad [6]. Pese a esta diferencia dentro de los tres tratamientos mencionados, según Tucker en 2020, en los parámetros de temperatura que da en su guía, marca un rango que va de los  $30^\circ\text{C}$  a la primer semana de vida, hasta los  $13^\circ\text{C}$  para la semana 13 de temperatura ambiental permisible, según esto, y a pesar de las diferencias antes mencionadas, y de la tendencia al descenso de la temperatura promedio para la última semana, la temperatura estuvo en un rango promedio ideal a lo largo del experimento [8].

### 7.4.2 Humedad

La humedad en nuestro experimento, aumenta en los cuatro tratamientos conforme se desarrolló el experimento, sin embargo, no existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo tanto para este experimento, la densidad y el uso de enriquecimiento, no determinan una diferencia estadística para la humedad relativa promedio, caso contrario a Beaulac 2019 que si encontró diferencias significativas en la semana 13 y 16. Sin embargo, nuestro experimento muestra una tendencia al aumento de la humedad relativa para las semanas finales, esto se corrobora con la diferencia significativa dentro de los valores promedio de los tratamientos B, que es baja densidad, y tratamientos C y D, de alta densidad y con enriquecimiento el primero, el tratamiento B presenta diferencia en su valor promedio de la semana 6 con respecto los de la semana 10 y la semana 14 teniendo estos últimos un mayor valor, el tratamiento C tiene su diferencia entre el valor de humedad promedio de la semana 6 que es menor al de la semana 12, finalmente el tratamiento D, su valor promedio de humedad en la semana 6 es estadísticamente diferente a los valores del resto del experimento, lo cual demuestro que la edad, determina para que se incremente el promedio de humedad relativa, finalmente cabe mencionar si comparamos los valores promedios, de los tratamientos con densidades altas, tienden a ser ligeramente más altos en el porcentaje promedio de humedad, así mismo, los tratamientos con enriquecimiento tienden a ser ligeramente más altos, con sus promedios en comparación a sus contrapartes que no tienen enriquecimiento [6]. Similar a la temperatura, según los datos de Tucker 2020, nuestros valores se acercaron ciertamente al límite que marca como permisible de humedad, pues menciona que la humedad debe ser menor a 50% como límite máximo para este parámetro, siendo los corrales de alta densidad, el tratamiento C el cual promedió 49% en la semana 12, y el tratamiento D que promedió 49% para la semana 14, quienes se acercaron a este límite máximo, pero entraron totalmente en un rango permisible, esta tendencia en el aumento de la humedad viene siendo observada a su vez desde 1969 con Coleman y Leighton, que explican el aumento, por el volumen mayor de excretas que representa el aumento de animales en espacios más reducidos, a su vez, condiciones de ventilación bajas, provocan que la cama reciente

más el efecto de la humedad al no poder secarse, e incluso lo vuelve a demostrar Beaulac en 2018, [33, 8, 43].

### 7.4.3 Concentración de amoniaco

En nuestro experimento los valores promedio de amoniaco no tienen diferencias significativas entre tratamientos, ni dentro de los mismos tratamientos, sin embargo se observan pequeñas tendencias, pues los cuatro tratamientos aumentan en su concentración promedio para la semana 10, donde los cuatro presentan sus concentraciones más altas, los cuatro tratamientos llegan en esta semana a su punto más alto, para posteriormente ver una disminución, además también encontramos la tendencia a que los tratamientos con densidades altas, el tratamiento C y D, promedian concentraciones más altas de amoniaco en comparación con los tratamientos A y B, que presentan densidades bajas. En cuanto a la concentración, según los valores de Tucker en 2020 y Glatz en 2013, que nos dice que el amoniaco no debe exceder las 10ppm como límite máximo, nuestros resultados en comparación quedan muy por debajo de este parámetro [8, 28].

Se tienen que mencionar, las diferencias de manejo y ambiente que tuvimos en el experimento con las de Beaulac, una de estas diferencias es la temperatura está dada por el lugar, Buaulac realizó sus experimentos de Noviembre a Marzo en Canadá, nuestro experimento fue de Septiembre a Noviembre en el centro de México, además de que Beaulac mantiene naves cerradas, y de ambiente controlado, a diferencia del nuestro, donde el manejo habitual de cortinas, nos permitió darle ventilación, lo cual explica la diferencia entre nuestros valores tanto de humedad, como de concentración de amoniaco, pues la diferencia entre nuestro valor promedio máximo de 2.37 ppm, es muy notable si se compara con el 12.6 ppm promedio máximo de Beaulac. Otro punto clave que nos permitió mantener los niveles de amoniaco y humedad dentro de lo permisible, fue el manejo habitual de cama, tanto de volteo como cambio de cama, que fue similar al que menciona Glatz en 2013, donde dice que cuando se encuentre plastas de cama apelmazada, se retiren y se cambien con cama nueva, nosotros realizamos el procedimiento de voltear la cama cada dos días, para darle ventilación a la parte que queda debajo, y en el caso de que la cama se haya encontrado pegada, muy húmeda o con un olor a amoniaco notablemente perceptible, se optó por reemplazar toda la cama por nueva [6, 28].

### 7.5 Relación entre comportamiento – Ganancia de peso.

Ocurre un efecto curioso entre la relación del comportamiento con la ganancia de peso, sobre todo en el comportamiento de descanso en paca, justo en la semana 8, para el tratamiento A no se presenta este comportamiento en nuestros registros, para el caso del tratamiento C, en la semana 8 con un valor bajo para esta semana. Esta semana ve un aumento en el tratamiento A y C en los valores de consumo de alimento, y valores bajos en el rechazo, lo cual nos sugiere que en esa semana, los animales ocupan su tiempo en comer, es por eso que no se presenta mucho el comportamiento de descanso, al contrario de las otras semanas, para la semana 8.

## 8. Conclusiones

La densidad animal, es uno de los parámetros que más se deben de tener en cuenta al momento de la toma de decisiones en una producción, en este experimento determinamos, que parámetros como ganancia de peso y conversión alimenticia, son mejores estadísticamente a una baja densidad ( $30\text{kg}/\text{m}^2$ ), y a manera de tendencia, el peso promedio, es igual, ligeramente menor a densidades bajas, para este caso la adición de enriquecimiento, no dejó esclarecida si tiene o no participación en los parámetros productivos. En el caso del comportamiento, la densidad afecta directamente a los comportamientos de descanso, y el estar parados, es evidente que las aves en una densidad baja, presentan una gama más amplia de comportamientos, que las aves en densidades altas, para este caso la adición de enriquecimiento, evidencia una preferencia por los objetos de paja, ya sea dispuesta a nivel de piso, o en manojos para que las aves picoteen, en cuanto al tipo de enriquecimiento elevado y a la percha, su uso puede estar determinado más por una falla en el diseño, que por la falta de interés de los animales. Por último, para los parámetros ambientales, el aumento en la densidad afecta proporcionalmente al aumento de la concentración de humedad, y de amoníaco, las densidades bajas tienen promedios más bajos para estos rubros, mencionar la importancia de un buen manejo de ventilación y de cama. Por lo antes mencionado, es conveniente el uso de densidades bajas en la producción del pavo de engorda comercial, con o sin la adición de enriquecimiento ambiental.

## 9. Financiamiento:

Este estudio fue posible gracias al financiamiento del PAPIIT Clave: IA207421 “Evaluación del uso de enriquecimiento ambiental y microbiota intestinal y su efecto en diferentes densidades animales en pavos de engorda”

## 10. Referencias:

- [1] López López, C., & Quintana López, J. A. 2019. *Pavitecnia*. 1 Edición. ANECA. México.
- [2] Itza Ortiz, M. F., & Ciro Galeano, J. A. 2020. *Parámetros productivos importancia en producción avícola - BM Editores*. Accessed Jun 2021 <https://bmeditores.mx/avicultura/parametros-productivos-importancia-en-produccion-avicola/>
- [3] Aviagen. 2021. *Broiler Ross 308 Ap Performance Objectives*. Accessed Jun. 2021 [https://es.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/Ross\\_Broiler/Ross308AP-Broiler-PerformanceObjectives-2021-EN.pdf](https://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross308AP-Broiler-PerformanceObjectives-2021-EN.pdf)
- [4] Lopera, P. 2017. *Medición de parámetros productivos en avicultura*. AviNews. Accessed Jun 2021 <https://avinews.com/medicion-de-parametros-productivos-en-avicultura/>
- [5] Martella, M., Trumper, E., Belis, L., Renison, D., Giordano, P., Bazzano, G., & Gleiser, R. 2012. Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. *Reduca*, 3(1):1-31. <https://doi.org/10.21829/myb.1997.311380>
- [6] Beaulac, K., Classen, H. L., Gomis, S., Sakamoto, K. S., Crowe, T. G., & 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. <https://doi.org/10.3382/ps/pez087>
- [7] Young, R. J. 2007. *Environmental Enrichment for Captive Animals*. 1 edición. Blackwell Science Ltd. Wheathampstead.
- [8] Tucker, C., Macneil, M., & Webster, B. 2020. *Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Research and Teaching*. 4 Edición. American Dairy Science Assosiation.
- [9] Broom, D. 2011. Animal welfare: concepts, study methods and indicators. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(3): 306–321.
- [10] López, R., Zavala, G., Cano, H., & Chassin, O. 2009. Comportamiento Productivo De Una Parvada De Guajolote Domestico *Meleagris Gallopavo* De Traspatio Criado Bajo Condiciones De Confinamiento Total. *CienciaUAT*, 3(4):67–70.
- [11] Camacho-Escobar, M., Jiménez-Hidalgo, E., Arroyo-Ledezma, J., Sánchez-Bernal, E., Pérez-Lara, E., & Camacho, M. (2011). Historia natural, domesticación y distribución del guajolote (*Meleagris gallopavo*) en México. *Universidad y Ciencia*, 27(3):351–360. <https://doi.org/10.19136/era.a27n3.115>
- [12] SAGARPA. 2006) *Situación actual y perspectiva de la producción de carne de guajolote (pavo) en México 2006*. Accessed Jun 2021. <https://docplayer.es/44602069-Situacion-actual-y-perspectiva-de-la-produccion-de-carne-de-guajolote-pavo-en-mexico-2006.html>
- [13] Rull Reveles, M. T. de J. 2017. *El Pavo o Guajolote, ¿por qué es tan recomendable en la salud? / Instituto Nacional Avícola*. Accessed Jun 2021. <http://www.ina.org.mx/?q=pavosano>
- [14] Cruz, C., Ricardo, M. C. J., & Ortiz, O. 2020. *CALIDAD DE LA CARNE DE GUAJOLOTES Meleagris gallopavo ALIMENTADOS CON Trichanthera gigantea*. Accessed Jun 2021. [https://conkal.tecnm.mx/images/POSGRADO\\_NEW/REPOSITORIO\\_INSTITUCIONAL\\_DE\\_TESIS\\_Y\\_TRABAJO\\_TERMINAL/2017-2019\\_Raisa\\_Cutz\\_Cruz.pdf](https://conkal.tecnm.mx/images/POSGRADO_NEW/REPOSITORIO_INSTITUCIONAL_DE_TESIS_Y_TRABAJO_TERMINAL/2017-2019_Raisa_Cutz_Cruz.pdf)
- [15] UNA. 2019. *Compendio de indicadores económicos del sector avícola*. 25 Edición. Ciudad de México.
- [16] Santos-Ricalde, R., & Segura-Correa, J. 2019. La importancia de la cría de pavos (Meleagricultura) en Yucatán. *Bioagrobiencias*, 13(1):1–8.
- [17] Consejo mexicano de la carne. 2019. *Compendio Estadístico 2019*. Consejo Mexicano de la Carne. Accessed Jun 2021. <https://www.google.com/search?q=compendio+estadistico+2019+consejo+mexicano+de+la+carne&oq=Compendio+estadistico&aqs=chrome.4.0i512j69i57j0i20i263i512j0i512i7.6376j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- [18] Fuhram, E. 2021. Poultry prospers during the pandemic: Grooun turkey and chicken dark meat do particulary well as consumer tur to dining at home. *The National Provisioner*, January:20–21.
- [19] Hybrid. 2021. *Converter Commercial Males Metric*. Accessed Jun 2021.

[https://www.hybridturkeys.com/documents/1227/Converter\\_NA\\_CS\\_Performance\\_Metric\\_05\\_2021.pdf](https://www.hybridturkeys.com/documents/1227/Converter_NA_CS_Performance_Metric_05_2021.pdf)

- [20] Aviagen. 2021. *Nicholas Select Commercial Performance Objectives*. Accessed Jun 2021 [https://www.aviagenturkeys.us/uploads/2021/01/14/Nicholas\\_Comm\\_Perf\\_Obj\\_Select.pdf](https://www.aviagenturkeys.us/uploads/2021/01/14/Nicholas_Comm_Perf_Obj_Select.pdf)
- [21] Erasmus, M. A. 2017. A review of the effects of stocking density on Turkey behavior, welfare, and productivity. *Poultry Science*, 96(8):2540–2545. <https://doi.org/10.3382/ps/pex075>
- [22] Gebaska, M. 2012. Economic Effects of Raising Animal Welfare Standards of Broilers on Polish Farms. *Economic Science for Rural Development*, 29(29):77–84.
- [23] Axon comunicación. 2004. *Monográfico Enriquecimiento Ambiental*. Uno Más: CONSEJOS DE TU VETERINARIO. Accessed Jun 2021 [https://axonveterinaria.net/web\\_axoncomunicacion/unomas/64/Uno\\_mas\\_64.pdf](https://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/unomas/64/Uno_mas_64.pdf)
- [24] UFAW. n.d. *Environmental enrichment - UFAW*. Accessed Jul 2021 <https://www.ufaw.org.uk/why-ufaws-work-is-important/environmental-enrichment-3>
- [25] Fraser, D., Weary, D. M., Pajor, E. A., & Milligan, B. N. 1997. A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. *Animal Welfare*, 6(3):187–205.
- [26] Jones, P. J., Tahamtani, F. M., Pedersen, I. J., Niemi, J. K., & Riber, A. B. 2020. The productivity and financial impacts of eight types of environmental enrichment for broiler chickens. *Animals*, 10(3):1–15. <https://doi.org/10.3390/ani10030378>
- [27] Liu, Z., Torrey, S., Newberry, R. C., & Widowski, T. 2020. Play behaviour reduced by environmental enrichment in fast-growing broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 232. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2020.105098>
- [28] Glatz, P., & Rodda, B. 2013. Turkey farming: Welfare and husbandry issues. *African Journal of Agricultural Research*, 8(48):6149–6163. <https://doi.org/10.5897/AJAR12.034>
- [29] Akşit, M., Kaçamaklı Yardim, Z., & Yalcin, S. 2017. Einfluss der umweltsanierung auf die leistung und die fleischqualität von broilern: Effekte der lichtquelle und das anbieten von sitzstangen. *European Poultry Science*, 81:1–11. <https://doi.org/10.1399/eps.2017.182>
- [30] Martenchar, A., Huonnic, D., & Cotte, J. P. 2001. Influence of environmental enrichment on injurious pecking and perching behaviour in young turkeys. *British Poultry Science*, 42(2):161–170. <https://doi.org/10.1080/00071660120048393>
- [31] Sherwin, C. M., Lewis, P. D., & Perry, G. C. 1999. Effects of environmental enrichment, fluorescent and intermittent lighting on injurious pecking amongst male turkey poults. *British Poultry Science*, 40(5):592–598. <https://doi.org/10.1080/00071669986954>
- [32] Sherwin, C. M., Lewis, P. D., & 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. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(98\)00215-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(98)00215-9)
- [33] Beaulac, Kailyn, & Schwan-Lardner, K. 2018. Assessing the effects of stocking density on Turkey tom health and welfare to 16 weeks of age. *Frontiers in Veterinary Science*, 5:1–12. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00213>
- [34] OIE. n.d. *Bienestar Animal - OIE - Organización Mundial de Sanidad Animal*. Accessed Jul 2021. <https://www.oie.int/es/que-hacemos/sanidad-y-bienestar-animal/bienestar-animal/>
- [35] Broom, D. 1991. Animal welfare: concepts and measurement. *Journal of Animal Science*, 43(10):8509–8515.
- [36] Bessei, W. 2018. Impact of animal welfare on worldwide poultry production. *World's Poultry Science Journal*, 74(2):211–224. <https://doi.org/10.1017/S0043933918000028>
- [37] Bergmann, S., Schwarzer, A., Wilutzky, K., Louton, H., Bachmeier, J., Schmidt, P., Erhard, M., & Rauch, E. 2017. Behavior as welfare indicator for the rearing of broilers in an enriched husbandry environment—A field study. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, 19:90–101. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2017.03.003>
- [38] Manteca, X., Mainau, E., & Temple, D. (2012, June). ¿ *Qué Es El Bienestar Animal ?* FAWEC. Accessed Jun 2021. <https://www.fawec.org/es/fichas-tecnicas/23-bienestar-general/21-que-es-el-bienestar-animal>
- [39] Pastell, M. 2016. CowLog – Cross-Platform Application for Coding Behaviours from Video.

*Journal of Open Research Software*, 4:4–7. <https://doi.org/10.5334/jors.113>

- [40] DOF. 2015. *DOF - Diario Oficial de la Federación*. Accessed: Jul 2021. [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5405210&fecha=26/08/2015](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5405210&fecha=26/08/2015)
- [41] Stathgraphics technologies. n.d. *Centurion Product Details: Powerful statistical software package*. Accessed Sep 2021. <https://www.statgraphics.com/centurion-overview>
- [42] Bartz, B. M., Anderson, K. A., Oviedo-Rondón, E. O., Livingtson, K., & Grimes, J. L. 2020. Effects of stocking density on large white, commercial tom turkeys reared to 20 weeks of age: 1. growth and performance. *Poultry Science*, 99(11):5582–5586. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.024>
- [43] Coleman, J. W., & Leighton, A. T. 1969. The effect of population density on the production of market turkeys. *Poultry Science*, 48(2):685–693. <https://doi.org/10.3382/ps.0480685>