



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE LA CODORNIZ JAPONESA
(*Coturnix japonica*) EN SISTEMA DE CRIANZA EN PISO EN EL
ALTIPLANO MEXICANO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

ESTEBAN HERNÁNDEZ WHISNANT

Asesor:

DR. MARCO ANTONIO JUÁREZ ESTRADA



Ciudad Universitaria, Cd. 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.

DEDICATORIA

A todos los hombres y mujeres de ciencia que dedicaron sus vidas a la creación y difusión de conocimiento. También a quienes reconocen la realidad, ejercen el pensamiento crítico y se guían por los hechos. Quienes conforman un gran cementerio de gente ilustre, autores y eminencias, en el cual está fundado el mundo moderno.

AGRADECIMIENTOS

Para:

Mis maestros y profesores que me enseñaron y fomentaron el estudio y el desarrollo de actividades didácticas.

Mi familia que me apoyaron en mis estudios profesionales. Mi padre y abuelo que no dudaron de mi desempeño escolar.

Mis amigos de confianza que me brindaron apoyo y consejos durante mis estudios.

Papá Memo que mostró su entusiasmo por mis estudios, ojalá hubiera confiado tanto en la medicina como lo hizo por la ingeniería.

El departamento de medicina y zootecnia de aves de la U.N.A.M. que me enseñó sobre las aves domésticas y silvestres y sus enfermedades.

El Dr. Marco Antonio Juárez Estrada, quien, en su gran paciencia, me asesoró durante la elaboración de este proyecto de tesis. Además de proporcionarme consejos invaluable y específicos sobre la avicultura alternativa.

Agradecimiento a la D.G.A.P.A-U.N.A.M. por el apoyo al presente trabajo a través del proyecto PAPIME PE212319: Contenidos temáticos de coturnicultura y módulo de crianza sustentable para la enseñanza y aprendizaje exitosos de la materia de avicultura productiva alternativa.

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN	2
HIPOTESIS	8
OBJETIVO GENERAL	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
MATERIAL Y MÉTODOS.....	10
RESULTADOS	18
DISCUSIÓN.....	35
CONCLUSIÓN	49
LITERATURA CITADA.....	50

RESUMEN

ESTEBAN HERNÁNDEZ WHISNANT. Desempeño productivo de la codorniz japonesa (*Coturnix japonica*) en sistema de crianza en piso en el altiplano mexicano (Bajo la dirección del: Dr. Marco Antonio Juárez Estrada).

El presente estudio se efectuó en una granja comercial de codorniz japonesa (*Coturnix japonica*) ubicada en el altiplano mexicano con el objetivo de estudiar el ciclo productivo de la codorniz japonesa cuando se utiliza un sistema de crianza en piso. Los guarnigones evaluados se incubaron y eclosionaron en las propias instalaciones de la granja. La calidad de los guarnigones fue evaluada a la eclosión, 1,440 guarnigones fueron alojados en un rodete circular dentro de una caseta de ambiente natural con orientación Norte-Sur. Durante la primera semana se midió la temperatura ambiental y la humedad relativa cinco veces al día, después se hicieron las mediciones cada tercer día hasta el día 35 de edad. Se midió la temperatura corporal de los guarnigones 3 veces al día en la primera semana, después estas lecturas se efectuaron diario cada tercer día hasta el día 27 de edad. Se calculó la ganancia diaria de peso, mortalidad por etapa, conversión alimenticia, consumo de alimento total por semana, consumo de alimento por ave, peso semanal, densidad y supervivencia final. Finalizada la etapa de crianza, después de la tercera semana se cambió el rodete por una valla dentro de la misma caseta. En la quinta semana las codornices fueron trasladadas a una caseta de finalización común. La dieta proporcionada durante el ciclo productivo fue alimento balanceado comercial para codornices de iniciación y crecimiento. Las codornices en la caseta de finalización fueron sacrificadas al día 35 de edad. En las codornices para faenación se midió el peso vivo individual, peso promedio y rendimiento porcentual de la canal, peso y porcentaje relativo de vísceras, corazón, hígado, molleja, sangre y plumas, cloaca, cabeza y patas. Los días 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 y 55 del ciclo se tomaron muestras de heces para analizar la presencia de endoparásitos, se encontraron ooquistes de *Eimeria* sp. Los ooquistes de *Eimeria* sp se clasificaron con base a cuatro tamaños, su morfometría y descripción específica de especie contribuyeron a identificar a *Eimeria bateri*, *Eimeria tsunodai*, *Eimeria uzura* y *Eimeria fluminensis*. Incidentalmente debido a una fuerte infestación en la caseta de finalización común se recolectó un tipo de ácaro parásito dominante, el cual fue identificado como *Dermanyssus* sp. La alta densidad de aves seleccionada por el productor, la competencia por espacio y alimento, el derrame de agua de un bebedero durante la segunda semana de crianza, el estado inapropiado de la cama, las temperaturas ambientales menores a las recomendadas durante la primera y segunda semana de crianza, además de la presencia de *Eimeria* sp y *Dermanyssus* sp fueron las principales causas que afectaron negativamente el desempeño productivo de las codornices criadas en piso en el altiplano mexicano, incidentalmente esto contribuyó a la presentación de una mayor mortalidad en la parvada estudiada.

Palabras clave: GUARNIGONES, CRIADORAS, BIENESTAR ANIMAL, RENDIMIENTO CÁRNICO, COCCIDIOSIS AVIAR, ACÁROS EN AVES.

INTRODUCCIÓN

La codorniz japonesa (*Coturnix japonica* Temminck & Shlegel, 1849) es un ave que pertenece al orden de las *galliformes* y forma parte de la familia *Phasianidae* (Mills et al., 1997). La codorniz japonesa fue domesticada en el siglo XI y su finalidad era la de ser ave de canto, a principios del siglo XX fue introducido a Estados Unidos de Norteamérica donde se utilizó como ave de exposición, posteriormente alrededor de 1910 en Japón se empezó a hacer selección genética para la producción especializada de carne y huevo, después de la segunda guerra mundial todas estas líneas genéticas se perdieron (Nunome et al., 2017), por lo cual las líneas actuales presentes en México provienen en su mayoría de U.S.A.

Las codornices japonesas desde el punto de vista zootécnico tienen varias características altamente deseables como crecimiento rápido, tamaño pequeño, madurez sexual temprana, intervalo generacional corto, período de incubación corto, alta tasa de producción de huevos, buena palatabilidad y nutrición de su carne, además de ser muy dóciles y requerir menos espacio para su alojamiento (Baer et al., 2015). La codorniz japonesa tiene la ventaja de madurar sexualmente en un periodo menor al de otras gallináceas (Nanda et al., 2015). Su producción de huevo fértil inicia a las 6.4 semanas de edad; el pico de postura puede ser mayor al 90% y su fertilidad es mayor al 90% (Shariful et al., 2008; Santos et al., 2011; Bobadilla-Méndez et al., 2016). El corto intervalo generacional aunado a su amplio bagaje de haplotipos genómicos permite un rápido desarrollo de familias y líneas genéticas (Wilson et al., 1961; Baer et al., 2015; Nunome et al. 2017). Su rendimiento en canal en forma eviscerada es mayor comparado al de otras aves domésticas con el mismo fin zootécnico, éste puede ser del 70% de rendimiento con relación a su peso vivo (Móri et al., 2005; Juárez et al., 2009).

La producción de codorniz es una alternativa atractiva en la avicultura desde el punto de vista económico y un área de oportunidad para aumentar la seguridad alimentaria de alimentos de origen animal para la población mexicana (Juárez et al., 2009). La corta duración del ciclo de engorda (38.5 días) permite un rápido retorno económico de la inversión. En un año pueden completarse hasta 9.4 ciclos de engorda. Los sistemas de crianza del guarnigón pueden clasificarse como crianza en piso y crianza en jaulas, estas últimas se pueden colocar en sistemas únicos, piramidales o bien en batería (Dalmau, 1994; Baer et al., 2015). La crianza en piso consiste en el alojamiento de las aves en un área delimitada por un rodete que a su vez se encuentra dentro de una cámara hecha con cortinas de polietileno dentro de la caseta; el piso se recubre con cama que puede ser de diferentes materiales (e.g.: cascarilla de arroz, aserrín o viruta de madera) y sirve para recibir las deyecciones, disminuir el exceso de humedad, permitir la maduración temprana ósea sin afectación patológica de los cartílagos de crecimiento de los huesos largos del guarnigón además de aislar al guarnigón de una menor temperatura del piso (Hesham et al., 2017). En México el calor requerido durante la fase de crianza se puede proporcionar a través de sistemas de calefacción que utilizan gas LP o en pequeña escala a través de focos infrarrojos de 250 watts (Hernández et al., 2018). En la cría de jaulas en batería se alojan los guarnigones en jaulas acomodadas una sobre la otra constando de hasta 4-5 niveles. Las excretas se pueden recolectar en bandejas o retirarse automáticamente por medio de bandas recolectoras (Dalmau, 1994). El calor en este sistema puede suministrarse por medio de resistencias eléctricas o quemadores de gas LP instalados en cada nivel de la batería o bien en toda la sala de crianza. En ambos sistemas de crianza se requiere de una temperatura ambiental inicial de 36°C, y una humedad relativa de 50 - 70%, este requerimiento de calor disminuye gradualmente de la primera hasta la tercera semana de edad en la cual la temperatura requerida por el ave es de 24°C (Sousa et al., 2014). Los

requerimientos de espacio para alojar a la codorniz adulta son mínimos. En el sistema de jaulas en batería puede mantenerse una codorniz desde el arranque hasta finalización en un espacio de 50-150 cm²/ave, y en sistemas de piso se requiere de al menos 150 a 250 cm² por codorniz.* Un sistema de crianza en jaulas muestra múltiples beneficios, sin embargo, económicamente es caro, mientras que un sistema de crianza en piso requiere de mínimo equipamiento, lo cual ha conducido a que una amplia proporción de productores en México que se inician en esta actividad opten por este último sistema.¹ La base para obtener una buena productividad está vinculada al grado de estrés que se genera en los guarnigones, una crianza inapropiada puede generar estrés crónico el cual de forma grave puede incrementar significativamente la mortalidad de las aves o bien afectar la conformación corporal y la uniformidad de las aves, afectando adicionalmente su rendimiento cárnico al momento de su procesamiento. Los factores que producen estrés en el guarnigón constituyen un cuadro complejo que se presenta consuetudinaria durante su crianza y desarrollo. Una de las causas principales de mortalidad es el inadecuado entorno ambiental que se proporciona en comparación al requerido por los guarnigones¹, la presencia de corrientes de aire con baja temperatura en la caseta puede provocar amontonamiento de los guarnigones lo que ocasiona estrés y asfixia por aplastamiento (Nanda et al., 2015). Se ha observado que durante la primera semana de crianza, la mortalidad es mayor comparada con la que se presenta en el resto del ciclo productivo (Nanda et al., 2015). Aunque una de las grandes ventajas de las codornices japonesas frente a la avicultura tradicional es su mayor resistencia a diversas enfermedades de origen avícola. Existen diferentes enfermedades infecciosas que si pueden llegar a afectar a las codornices, dentro de las patologías más comunes en México las más importantes son las enfermedades que se encuentra en control oficial y se promueve su

¹ Comunicación personal Dr. Marco A. Juárez Estrada, mayo de 2019

erradicación del país como son Influenza Aviar de alta patogenicidad y baja patogenicidad, enfermedad de Newcastle en su presentación velógena y Tifoidea aviar, además de algunas otras enfermedades microbianas importantes como micoplasmosis, coriza, cólera aviar, colibacilosis y algunas parasitarias como nematodosis, trematodosis, cestodosis, criptosporidiosis, coccidiosis y ectoparasitosis en general.

Los guarnigones cuando nacen son altamente susceptibles a la más pequeña oscilación en los parámetros ambientales, dentro de ellos el más importante es la temperatura (Taskin et al., 2014). Al eclosionar los guarnigones muestran un peso de 7 a 10 gramos, no son homeotermos maduros hasta después de la tercera semana de edad (Redoy et al., 2017), por lo que es imprescindible proporcionar calor durante toda la fase de crianza (0-3 semanas), Seet y Azizah (1987), Dauda et al. (2014) y Nanda et al. (2015) remarcan el hecho de que el mayor porcentaje de mortalidad en sistema de crianza en piso se presenta durante la primera semana de edad, ésta presenta un rango de 2.2% a 18.3%; durante la segunda semana el porcentaje de mortalidad muestra un rango de 1.8% a 2.9%; mientras que en la práctica las estirpes de pollo de engorda modernas como Ross 308™ o Cobb 500 plus™ de acuerdo a lo indicado por Van de Ven et al. (2009) esta mortalidad durante la primera semana no rebasa el 2%. Mientras que las guías de manejo de este tipo de aves indican como parámetro una mortalidad máxima del 0.8% para el mismo periodo (Cobb 500 Plus™).

En algunas granjas comerciales de México, durante la crianza de los guarnigones en Jaula se reportan mortalidades del 2 al 7% durante la primera semana de edad, mientras que en la crianza en piso este rango va del 3 al 10%². La reducción de la mortalidad causada por variaciones en las condiciones ambientales durante la fase de crianza de la codorniz puede favorecer una producción más eficiente e incrementar la cantidad de codornices disponibles

² Comunicación personal Dr. Marco A. Juárez Estrada, mayo de 2019.

que llegan a finalización en engorda, al arranque del ciclo de postura o bien a su ciclo de reproducción (Sousa et al., 2014). Un mejor control de los parámetros ambientales durante la fase de crianza constituye un factor importante para la disminución de la alta mortalidad observada durante la primera y segunda semana de vida de los guarnigones en México. Aunque en la crianza en piso se proporciona calor y se usan implementos aislantes que evitan la fuga de éste, el control de los parámetros ambientales no llega a ser completamente efectivo debido a la gran cantidad de energía requerida para cubrir toda el área de crianza.

La obtención de información acerca del confort del guarnigón y del medio ambiente que proporciona este estado de bienestar requiere de un método no restrictivo debido a que en la codorniz japonesa y en otras aves domésticas algunos investigadores han observado un impacto del estrés ocasionado por el manejo directo del ave sobre la función del sistema inmune y una afectación negativa general de los parámetros productivos (Nazar et al. 2011; Davis et al. 2008; Jones y Waddington 1992). Dentro de las propuestas para evaluar el grado de estrés general en aves se puede recurrir a la medición de cortisol y la relación linfocitos/heterófilos (Nazar et al., 2011), sin embargo, estos métodos requieren un manejo restrictivo/manipulativo para la obtención de muestras sanguíneas a lo largo del ciclo productivo afectando la adecuada medición de este parámetro debido a la magnitud en el factor de error que inducen. Un método alternativo que no requiere un manejo restrictivo estricto es la evaluación del estrés por medio de la medición indirecta de la temperatura corporal, lo cual se puede efectuar a través de la medición de puntos de simetría axial de temperatura extracorpórea por medio de cámara termográfica o un termómetro con base a la lectura de emisión de radiación infrarroja (Herborn et al. 2015). Estos cambios de temperatura se evalúan para determinar el grado de estrés a través del aumento de la temperatura del ave, la cual se ha usado como un indicador de estrés crónico (Herborn et al.,

2018). Analizar los parámetros ambientales y su posible efecto sobre la reducción del estrés crónico durante la crianza del guarnigón permitirá generar conocimientos que contribuyan a una mejor comprensión de los principales factores que participan en una adecuada crianza de la codorniz en piso. En el presente estudio se analizan las principales características que producen efectos adversos sobre la productividad final de una parvada de codornices japonesas criadas en un sistema de piso en una granja comercial ubicada a gran altitud en el altiplano mexicano.

HIPOTESIS

El diagnóstico de las causas principales que afectan el rendimiento productivo óptimo en codornices japonesas criadas en piso en el altiplano mexicano favorecerá la propuesta de alternativas de mejora en las variables identificadas con la finalidad de optimizar los parámetros productivos de las parvadas de codorniz japonesa criadas a gran altitud.

OBJETIVO GENERAL

Determinar en un sistema de crianza en piso de codorniz japonesa (*Coturnix japonica*) ubicado a una gran altitud sobre el nivel del mar en México las principales variables que podrían afectar negativamente y de forma significativa el estado de confort, bienestar y viabilidad del guarnigón y de la codorniz juvenil que en conjunto contribuyen a explicar los resultados de parámetros productivos generales de la parvada.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la calidad de los guarnigones al día de edad.
- Medir temperatura y humedad relativa diariamente a la altura del dorso de las aves, durante la primera semana de vida y después cada tercer día hasta el día 35 de edad.
- Obtener las temperaturas corporales de las codornices (cabeza, dorso, ala y patas) en la primera semana de vida y posteriormente cada tres días hasta el día 27 del ciclo productivo.
- Pesar a los guarnigones y codornices juveniles los días 1, 7, 14, 21, 28 y 35 de edad.
- Calcular el consumo de alimento semanal y por guarnigón durante la etapa de crianza.

- Determinar la tasa de supervivencia, mortalidad semanal y acumulativa, la ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y la densidad poblacional de los guarnigones durante la etapa de crianza.
- Medir el peso vivo y en las aves sacrificadas el peso de la canal individual, peso de vísceras, cloaca, cabeza, sangre y plumas.
- Calcular el rendimiento de canal y el porcentaje proporcional de vísceras, cabeza, cloaca sangre y plumas.
- Revisar a las aves para confirmar la presencia de lesiones visibles sugerentes a entidades patológicas.
- Analizar muestras de heces para detectar la presencia de endoparásitos
- Análisis del entorno ambiental y de las aves con la finalidad de detectar la presencia de ectoparásitos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales

Durante la fase de crianza (0-3 semanas de edad) 1,440 guarnigones recién eclosionados de codorniz japonesa (*Coturnix japonica*) de primera calidad se alojaron sobre la cama de un rodete construido previamente *ex profeso* en una granja comercial ubicada en Axapusco, estado de México.

En la fase de crianza el alimento se proporcionó con comederos tipo charola de iniciación (240 guarnigones/charola) y el agua de bebida con bebederos vitroleros de 3.8 litros (288 guarnigones/bebedero), durante la fase de engorda (4-5 semanas de edad) el alimento se proporcionó a través de comederos tipo tolva y el agua por medio de bebederos de tipo campana automáticos (Plasson® Industries Ltd. Tel-Aviv, Israel)). La cantidad de alimento proporcionado fue determinada a partir del consumo *ad libitum* de cada codorniz en cada fase de crianza y desarrollo. Los bebederos se higienizaron diariamente. La iluminación artificial se proporcionó con focos fluorescentes de 25 watts, durante los tres primeros días de la fase de crianza se proporcionaron 23 horas de luz y una de oscuridad, el resto de la primera semana se programaron 8-10 horas de oscuridad por 16-14 horas de luz. El alimento para el estudio (Unión Tepexpan™ Tepexpan, edo. de México, México) se proporcionó de acuerdo con los requerimientos estipulados para codorniz japonesa de acuerdo con las especificaciones del fabricante y adecuadas por el mismo de acuerdo con lo indicado en el XXI Curso de especialización FEDNA (2005), el contenido bruto del alimento se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. Componentes en el alimento reportados por el fabricante

Componente	Proporción
Proteína mínima	27 %
Cenizas mínimas	7.5 %
Lípidos mínimos	2.5 %
Humedad máxima	12 %
Energía libre de nitrógeno por diferencia	47 %

Infraestructura

La caseta en donde se realizó la crianza en piso tiene una longitud de 8 metros, 6 metros de ancho y 3 metros de altura en una pared sólida (Orientación oeste), con una única pared con altura de 2 metros provista de ventanas laterales compuestas por malla de gallinero (Orientación este) por fuera estaba equipada con cortinas móviles plastificadas y una barda sólida de 90 cm del piso a la luz de la ventana. Al arranque de la crianza los guarnigones se alojaron en un rodete de láminas plastificadas con un área de 4.19 m², como material de cama se utilizó viruta de madera con una profundidad de 5 centímetros y el calor se proporcionó con una criadora infrarroja de gas LP equipada con termostato automático. El área del rodete se incrementó el día 5 a 5.02 m², el día 7 a 7.02 m² y el día 17 el rodete se retiró por completo y el área de alojamiento en piso se incrementó a 14.47 m². Al día 28 las codornices remanentes a la venta de aves de reemplazo de postura se trasladaron a un alojamiento común de finalización con un área de 12.37 m².

Los parámetros ambientales dentro de la caseta fueron controlados a través de ventilación pasiva utilizando cortinas instaladas en las ventanas laterales y lonas alrededor del rodete creando una cámara de crianza interna.

Desarrollo del estudio

Los guarnigones (*Coturnix japonica*) estudiados fueron criados en una granja comercial ubicada en el municipio de Axapusco, Estado de México (altiplano mexicano) Latitud: 19°43'29.53" N; Longitud: 98°45'27.47" O. Se alojaron desde el arranque de la crianza 1,440 guarnigones que fueron eclosionados en las instalaciones de incubación de la misma granja a partir de un pie de cría de codorniz japonesa ubicado en las instalaciones de reproducción del mismo plantel. Después de la tercera semana de vida finalizada la fase de crianza se empezó a vender a terceros adquirientes comerciales las codornices hembra destinadas a reemplazo de codornices japonesas de postura. Las codornices destinadas para sacrificio fueron solo codornices japonesas macho.

Evaluación del estudio

Se efectuó una evaluación individual de la calidad del guarnigón en 100 aves, basada en la escala no invasiva de clasificación de calidad de pollitos recién nacidos propuesta previamente por López et al. (2009) y adaptada a codornices japonesas en el estudio efectuado por Martín (2011), ésta consiste brevemente en la evaluación de las siguientes características:

Aspecto y comportamiento general del guarnigón al nacimiento (vivacidad del guarnigón, condición ocular, presencia o ausencia de ombligos mal cicatrizados, remanentes de membranas, aspecto de cloaca, apariencia de tarsos, metatarsos y dedos, conformación de piernas, grado de hidratación, longitud del guarnigón, peso corporal y grado de limpieza del guarnigón), de acuerdo con los resultados obtenidos para estos parámetros los guarnigones categóricamente se pueden clasificar en: Excelente, bueno, regular, deficiente e inaceptable.

La temperatura ambiental y la humedad relativa se midieron a nivel de piso 5 veces al día utilizando un termohigrómetro digital (AVALY VA-EDT-1-55. Mofeg S.A. de C.V. Jalisco. México). Las mediciones fueron hechas dentro del rodete a la altura del dorso de los guarnigones y las horas de medición seleccionadas fueron a las 9:00 horas, 12:00 horas, 15:00 horas, 18:00 horas y 21:00 horas. Se calculó la temperatura ambiental promedio por día, la primera semana y en los siguientes días 10, 14, 17, 21, 24, 27, 30, 33 y 35.

La temperatura de la cabeza de 50 guarnigones y la temperatura de superficie y patas de 10 guarnigones, fueron medidas 3 veces al día a 30 cm y 40 cm de distancia con un termómetro con base a medición de radiación infrarroja (Mastergrip® Alltrade Tools LLC, Long Beach, CA, USA). La medición fue en los mismos puntos simétricos axiales de los guarnigones. A partir de cada fracción anatómica medida se calculó la temperatura media al día, esta medición por punto axial anatómico se efectuó durante los primeros 7 días de crianza y posteriormente se efectuó al día 10, 14, 17, 21, 24, 27 y 30.

Se pesaron de forma individual 100 aves seleccionadas aleatoriamente al inicio del estudio y posteriormente cada semana hasta el término de la evaluación.

El consumo de alimento se estimó semanalmente a partir de la diferencia entre el peso del alimento servido y el peso de alimento restante, con base a la información generada se determinó el consumo total acumulado. Se calculó la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia con las siguientes formulas:

$$\text{Ganancia diaria de peso} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Periodo de tiempo}}$$

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo individual}}{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}$$

Se calculó el porcentaje de mortalidad en cada fase del ciclo. El consumo de gas fue calculado al final del ciclo productivo en el sistema de calefacción utilizado.

Al término del ciclo productivo se aplicó el método de eutanasia de acuerdo con la NOM-033-SAG/ZOO-2014 a 35 codornices, las codornices se procesaron y la presentación comercial de la canal y las vísceras comestibles (hígado, corazón, molleja) se pesaron con una báscula con rangos de +/- 1 gramo (Ohaus Scout Pro 2000®, Ohaus Corp. Parsippany, NJ USA), se determinó el rendimiento porcentual de la misma con base al peso vivo de acuerdo con lo descrito por Juárez et al. (2009).

Diagnóstico de endoparásitos

Se recolectaron muestras de heces del piso de las dos casetas en donde fueron alojadas las codornices en el ciclo productivo de acuerdo con el patrón de recolección propuesto previamente por Long y Rowell (1975). Del día 0 al día 25 las muestras provinieron de la primera caseta donde se alojaron a las aves. En la caseta de finalización común se empezaron a tomar las muestras a partir del día 30, después de que las aves se movieran a ésta. Las aves del inicio de ciclo se sacrificaron en la quinta semana (codornices macho). Las muestras después del día 35 correspondieron a las aves de la caseta de finalización común. Fueron recolectadas tres muestras por día en intervalos de 5 días, iniciando el día 0 y continuando los días 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 y 55 de edad (Long y Rowell, 1975). Las heces se mantuvieron en una proporción v:v de 1:10 con dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) al 2.5% hasta un aforo de 45 ml por muestra (Juárez et al., 2002).

Técnica de McMaster y morfometría de los ooquistes

Se efectuaron pruebas de Wisconsin modificada por Scullion (2013) a cada muestra para determinar la presencia de huevos u ooquistes de endoparásitos. Las muestras fueron positivas a *Eimeria sp.* De las muestras positivas a *Eimeria sp.*, se contabilizó la cantidad de ooquistes por gramo de heces (OPGH) utilizando la técnica de McMaster (Long y Rowell, 1958; Juárez et al., 2002).

Las muestras de heces para los conteos fueron filtradas con colador, después fueron homogenizadas con un agitador (Vortex Genie 2 Modelo G 560), posteriormente fueron mezcladas en una solución de 1 en 10 en solución salina saturada. A partir de esta solución se hicieron los conteos en la cámara de McMaster tras colocar la solución en las cámaras y esperar 5-8 minutos, el conteo se hizo de acuerdo con lo descrito por Long y Rowell (1958) con las modificaciones propuestas por Juárez et al. (2002). La cantidad de los ooquistes se determinó dividiendo el número de ooquistes de una cámara entre el volumen de la cámara (0.15 cm^3), se multiplicó este valor por 10 (volumen de dilución de solución salina saturada) y el volumen que ocupa la muestra en el tubo de centrifugado, este resultado se dividió entre el peso original de las heces con la finalidad de obtener la cantidad más aproximada de ooquistes por gramo de heces. La cantidad de ooquistes por día se promedió a partir de 6 conteos hechos a partir de tres muestras recolectadas por día. El análisis morfométrico de los ooquistes de *Eimeria sp.*, se efectuó utilizando una escala ocular micrométrica (15x) en un microscopio óptico compuesto calibrado (Olympus-Tokio E-series, Tokio, Japan), con aumento de 400x. Se midió el largo y el ancho; las medidas obtenidas se multiplicaron por el factor de conversión de la escala micrométrica y se calculó el índice de forma. Los ooquistes de *Eimeria* se agruparon y categorizaron de acuerdo con la apreciación general de tamaño del ooquiste de acuerdo con lo propuesto inicialmente por Haug et al. (2008) para

coccidias de aves domésticas (*Gallus gallus*), y para coccidias de codornices por parte de Teixeira et al. (2002) y Berto et al. (2013) (Tabla 2).

Tabla 2. Categorización de los diferentes ooquistes de *Eimeria* presentes en codorniz japonesa en una granja del altiplano mexicano

Categoría	Descripción
G	(Grandes, 31.25 μm - 25.63 μm); tentativamente <i>Eimeria bateri</i>
M	(Medianas, 25.31 μm - 23.44 μm); tentativamente <i>Eimeria uzura</i>
I	(Intermedias, 22.19 μm - 20.31 μm); tentativamente <i>Eimeria tsunodai</i>
P	(Pequeñas, 18.75 μm - 15.63 μm); tentativamente <i>Eimeria fluminensis</i>

Diagnóstico de ectoparásitos

A lo largo del estudio se detectó la presencia de ectoparásitos, por lo cual los ácaros observados *in situ* se recolectaron de la pared en la parte más próxima a la cama de la caseta. El método de recolección se efectuó utilizando guantes de nitrilo, se colocó la mano en la pared y se esperó hasta que hubieran subido a la misma varios ácaros. Cuando se observaron varios ácaros en la mano y hasta el momento en que estos comenzaban a alcanzar el antebrazo se recolectaron poniendo las yemas de los dedos juntas colocadas en la luz de un recipiente y posteriormente se vertió alcohol etílico al 70% sobre la muñeca y mano, procurando que el alcohol efectuará un arrastre mecánico de los ácaros hacia dentro del recipiente. El recipiente se rellenó con alcohol etílico hasta el 70 u 80% de su volumen total. El examen de los ácaros se hizo en una caja de Petri con un microscopio estereoscópico, tras esto se realizó una revisión del ejemplar en el microscopio óptico compuesto, la descripción de especie se efectuó con base a observación de estructuras específicas descritas en las microfotografías

publicadas por Di Palma et al. (2012). El aclarado de los ácaros se hizo sumergiendo a los ejemplares en hidróxido de sodio (NaOH) al 10% hasta que se determinara que fueran lo suficientemente translucidos (4-5 días). Después los ejemplares fueron enjuagados en agua destilada, cada 24 horas durante 3 días. Cuando terminaron los lavados se empezaron a deshidratar los ácaros en diferentes diluciones de alcohol etílico (60%, 70%, 80%, 90% y 100%) cada 24 horas. Al terminar con el proceso de deshidratación se observaron los ejemplares en un microscopio óptico (Olympus-Tokio E-series, Tokio, Japan). Los ácaros se tiñeron con Fucsina básica al 1%, se sumergieron en el colorante de 15 a 30 días hasta que se evaluó que el ejemplar estuviera lo suficientemente teñido. Los ácaros teñidos se enjuagaron en alcohol etílico al 96% cada 24 horas hasta que se eliminara el exceso de Fucsina básica. Después se montaron en laminillas con resina sintética.

Análisis descriptivo

Las variables de respuesta fueron los parámetros de peso corporal promedio, porcentaje de uniformidad, porcentaje de viabilidad, conversión alimenticia, ganancia diaria de peso y rendimiento cárnico. Además de características como la temperatura y humedad relativa ambiental, y temperaturas corporales de las aves. Los promedios de las variables se expresan como promedio \pm desviación estándar. La mortalidad se expresó como porcentaje parcial correspondiente al porcentaje total de los guarnigones iniciados

RESULTADOS

Temperatura ambiental

Durante la primera semana de la etapa de crianza se registraron las temperaturas ambientales promedio más altas. En la tabla 3 se muestran la temperatura y humedad relativa promedio de la etapa de crianza.

Tabla 3. Promedio de temperatura y humedad relativa ambiental durante la etapa de crianza de los guarnigones criados en piso*

Día	°C	H.R.
1	31.62±1.66	43.60±8.65
2	32.54±1.65	40.60±9.81
3	35.30±2.80	71.40±3.13
4	32.04±1.62	40.60±9.81
5	33.38±3.42	45.60±7.06
6	32.28±1.28	53.00±2.00
7	31.54±1.18	48.20±4.32
10	28.32±1.68	45.60±6.11
14	27.38±2.03	54.60±5.41
17	27.54±1.69	53.60±6.19
21	26.76±2.34	59.60±11.67

* Medidas con un termohigrómetro digital a nivel del dorso de las aves, promedio de n= 5 por día

La cantidad de gas L.P. consumido por la criadora de gas fue aproximadamente de 57.32 L, cuyo precio total fue de \$500.00 pesos mexicanos.

Temperatura corporal

Durante la crianza, la temperatura ambiental fue disminuyendo conforme aumentaba la edad de los guarnigones (Tabla 4 y 5). Corporalmente a nivel de las cabezas de los guarnigones se registraron las temperaturas promedio más altas, mientras que la temperatura en la patas comparada con el resto de las regiones analizadas registró la temperatura promedio más baja. Las temperaturas promedio de la cabeza, dorso, ala y patas de los guarnigones, se muestran en la tabla 4 y 5.

Tabla 4. Temperaturas promedio de la cabeza, dorso, alas y patas del guarnigón durante la etapa de crianza*

Temperatura (°C) promedio a 30 cm de distancia				
Día	Cabeza	Dorso	Ala	Pata
1	42.22±1.31	42.00±0.26	41.13±0.35	40.62±0.95
2	42.69±1.21	42.44±1.00	41.37±1.53	42.57±4.5
3	38.35±0.84	38.26±1.46	37.33±2.04	34.22±3.56
4	39.41±0.07	39.23±0.44	38.15±0.07	36.46±0.62
5	40.91±2.7	40.51±2.62	39.55±1.46	40.95±6.41
6	39.41±0.32	39.24±0.25	38.32±0.47	35.75±1.16
7	39.61±0.14	38.83±0.44	37.41±0.27	36.01±0.27
10	37.38±0.65	36.41±0.77	34.84±1.19	31.67±2.35
14	34.17±0.92	33.53±1.30	32.21±1.15	29.92±0.92
17	33.68±0.5	32.09±0.53	30.89±0.53	28.83±0.6
21	33.07±0.38	31.19±0.50	30.41±1.02	28.61±1.39

* Medidas con un termógrafo infrarrojo a una distancia de 30 cm desde el sensor hasta la superficie del área corporal del ave analizada. Cabeza n=150. Dorso, ala, pata n=30.

Tabla 5. Temperaturas promedio de la cabeza, dorso, alas y patas del guarnigón durante la etapa de crianza*

Temperatura (°C) promedio a 40 cm de distancia				
Día	Cabeza	Dorso	Ala	Pata
1	38.59±0.79	38.97±0.49	38.32±0.13	36.73±0.58
2	39.03±0.23	39.03±0.41	38.09±0.42	36.2±0.05
3	35.81±1.24	35.6±1.19	33.81±0.69	31.33±1.35
4	37.36±0.02	37.31±0.2	35.93±0.42	33.99±0.98
5	38.07±1.08	37.53±1.36	36.64±1.11	32.71±1.61
6	37.35±0.42	37.16±0.26	35.49±0.63	31.54±0.46
7	36.64±0.79	36.32±1.33	35.17±1.98	31.66±0.51
10	35.16±0.88	34.52±0.62	32.14±0.79	29.74±2.08
14	31.23±1.13	31.8±0.96	30.41±1.08	27.29±1.2
17	31.89±0.14	30.2±0.73	29.02±0.67	26.25±0.26
21	33±0.41	30.47±1.73	30.43±1.4	28.26±1.69

* Medidas con un termógrafo infrarrojo a una distancia de 40 cm desde el sensor hasta la superficie del área corporal del ave analizada. Cabeza n=150. Dorso, ala, pata n=30.

Calidad de guarnigones

Las calificaciones finales de los 100 guarnigones evaluados en la muestra fueron 75 excelentes y 25 buenos. Del total, 14 guarnigones presentaron una cicatrización y cierre incompleto del ombligo (*leaky navel*), 6 sin cierre apropiado y con presencia de ombligo en botón (*navel button*) (Fasenko y O'Dea, 2008). Cuatro presentaron una de las dos patas edematosas. La longitud promedio del pico a cloaca de los guarnigones fue de 7.17 cm.

Peso corporal

De la muestra de 100 guarnigones se obtuvo un peso promedio de 11.5 ± 1.12 gramos (tuvieron acceso previo a alimento y agua ~12 horas antes del pesaje de la muestra). El peso promedio al final de la primera, segunda y tercera semana de la etapa de crianza fueron de 28.3 ± 3.92 , 72.5 ± 11.3 y 125.4 ± 19.01 gramos, respectivamente (Tabla 6).

Consumo de alimento

En la tabla 6 se observa el consumo total de alimento durante las primeras tres semanas de edad del grupo de aves en estudio. Durante la primera semana consumieron 45 kg de alimento, 119.07 kg en la segunda semana y 199.03 kg en la tercera semana del ciclo. El consumo incrementó progresivamente con la edad. El consumo promedio por guarnigón en la primera semana fue de 32.24 g, en la segunda semana de 91.87 g y en la tercera semana de 158.46 g.

Ganancia diaria de peso

La ganancia diaria de peso (GDP) fue de 5.42 gramos en la etapa de crianza. La tabla 6 muestra la ganancia diaria de peso en la primera, segunda y tercera semana de crianza.

Conversión alimenticia

En la primera semana la conversión alimenticia fue de 1.92:1, en la segunda semana de 2.08:1 y en la tercera semana fue de 3.00:1. La conversión alimenticia en la etapa de crianza se muestra en la tabla 6.

Mortalidad

La mortalidad acumulada en la etapa de crianza (21 días) fue de 12.78%. El porcentaje de mortalidad más bajo se registró en la tercera semana, este fue de 2.33% (Tabla 6).

Supervivencia

El número inicial de guarnigones fue de 1440, al final de la etapa de crianza sobrevivieron 1256 codornices, por lo cual la supervivencia la finalizar esta etapa fue de 87.22% (Tabla 6).

Tabla 6. Peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, guarnigones vivos, supervivencia y mortalidad en guarnigones criados en piso.

Parámetro productivo	Semana		
	1	2	3
Peso corporal (g)(n=100)	28.35±3.92	72.55±11.3	125.36±19.01
Consumo promedio por ave (g)	32.24	91.87	158.46
Consumo semanal total (kg)	45.00	119.07	199.03
Ganancia diaria de peso (g)	2.4	4.35	5.42
Conversión alimenticia	1.92	2.08	3.00
Guarnigones sobrevivientes	1396	1296	1256
Supervivencia acumulada (%)	96.94	89.30	87.22
Mortalidad (%)	3.06	7.88	2.33
Mortalidad acumulada (%)	3.06	10.69	12.78

Densidad

La densidad de codornices por área de alojamiento al día 1, 7, 14 y 21 fue de 344, 199, 185 y 87 guarnigones/m² respectivamente, se presenta también la densidad en centímetros cuadrados por ave en la tabla 7.

Tabla 7. Densidad de codornices por metro cuadrado y área de alojamiento

Día	Área rodete/corral (m ²)	Densidad aves/m ²	Cm ² /guarnigón
1	4.19	344	29
7	7.02	199	50
14	7.02	185	54
21	14.48	87	115

Rendimiento cárnico en codorniz macho

Se obtuvo un rendimiento en la canal de 71.84 % en las codornices macho. El promedio del peso vivo, peso de canal, cabeza, vísceras, corazón, molleja, hígado, patas, cloaca, sangre y plumas, se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Pesos y rendimiento porcentual de la canal de codornices de 5 semanas*

Variable	Peso (g)	Porcentaje del peso vivo (%)
Peso vivo	186.15±15.73	100
Canal	133.74±11.86	71.84
Sangre y plumas	12.35±3.64	6.60
Cabeza	10.58±1.28	5.68
Patas	3.40±0.35	1.83
Cloaca	2.92±0.57	1.57
Molleja	4.31±0.63	2.32
Hígado	3.72±0.91	2.01
Corazón	1.93±0.31	1.03
Vísceras	23.16±2.55	12.45

* Codornices macho. n=35

Parásitos endógenos

Del análisis de muestras de heces efectuado se determinó la ausencia de nematodos, trematodos, acantocéfalos, cestodos y/o huevos de los parásitos antes descritos.

Las muestras fueron positivas a ooquistes de *Eimeria spp* a partir del día 15 de edad. Los conteos OPGH totales por fecha de evaluación, se muestran en la tabla 9. La cama usada en la primera caseta fue nueva, mientras que en la caseta de finalización se usó cama caliente.

Tabla 9. Cantidad de ooquistes por gramo de heces en codornices japonesas durante el ciclo de crianza y desarrollo en una granja comercial ubicada en el altiplano.

Día	OPGH
Día 5	ND**
Día 10	ND**
Día 15	26,477 ±4,003
Día 20+*	44,056±5,123
Día 25	138,321±30,930
Día 30	30,288±5,960
Día 35	83,769±23,227
Día 40	6,049±920
Día 45	5,246±845
Día 50	1,757±377
Día 55+	622±78

Contados con la técnica de McMaster de acuerdo con lo descrito por Long y Rowell (1958) adecuada por Juárez et al (2002)

*Muestra tomada el día 21 por día de asueto en granja

**ND dato no disponible, ooquistes sin detectar en esta fecha por medio de flotación y/o técnica de McMaster estándar

Se observan dos picos en el número de OPGH en los días 25 y 35. El mayor pico en cantidad de OPGH fue en el día 25, este fue de 138,321 ± 30,930 de OPGH. El segundo pico se determinó en el día 35 con 83,769 ± 23,227 OPGH. Después del día 35 la cantidad de OPGH

fue menor al resto de las observaciones previas efectuadas a lo largo del ciclo productivo (Tabla 9, Figura 1).

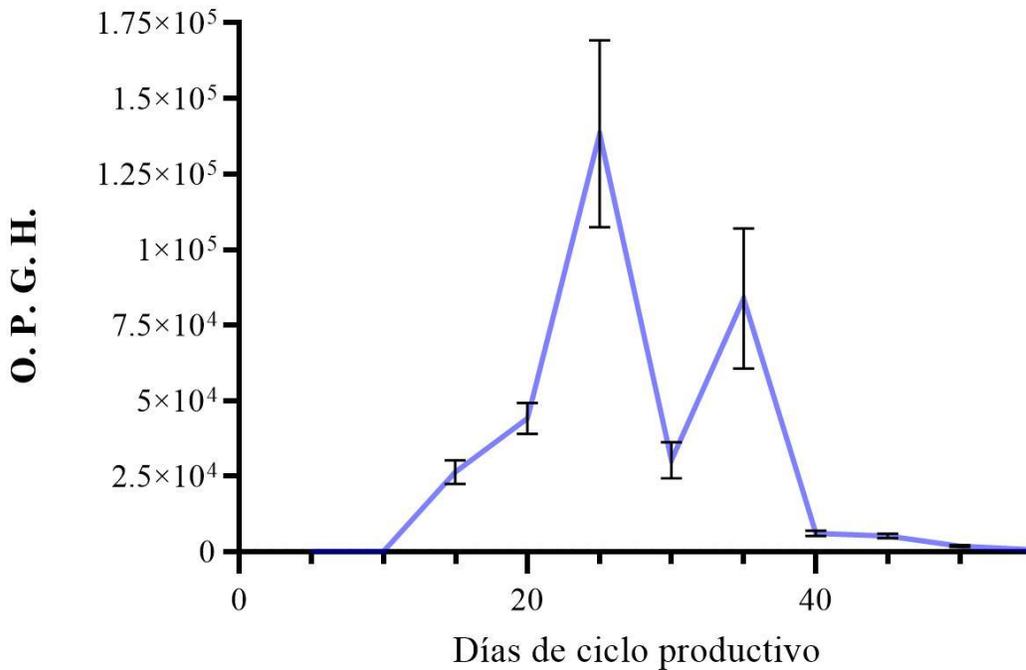


Figura 1. Cantidad de ooquistes por gramo de heces de *Eimeria* sp en codornices japonesas durante el periodo de crianza y desarrollo, se muestra la media de OPGH ± desviación estándar (Mediciones n=6).

Con base a las características morfométricas, forma y presencia/ausencia de estructuras descritas previamente por Teixeira et al. (2002) y Berto et al. (2013) para *Eimeria* de codorniz japonesa, tentativamente se identificaron cuatro diferentes especies: *Eimeria bateri* (Bhatia et al. 1965), *Eimeria uzura* (Tsunoda y Muraki, 1971), *Eimeria tsunodai* (Tsutsumi, 1972) y *Eimeria fluminensis* (Teixeira y Lopes, 2002).

En la tabla 10 se describe la distribución proporcional de OPGH de los diferentes grupos de *Eimeria* sp descritos y clasificados con base a su tamaño relativo.

En la tabla 11 se muestra el promedio de la longitud y ancho, además del índice de forma y el tipo de forma de los grupos de *Eimeria*. En la tabla 12 se muestran los rangos máximos y mínimos de largo, ancho y del índice compuesto de forma.

Tabla 10. Distribución proporcional de ooquistes por gramo de heces por medio de la identificación morfométrica (especie tentativa*) efectuada en diferentes fechas de evaluación del ciclo productivo

Día	<i>E. bateri</i>	<i>E. uzura</i>	<i>E. tsunodai</i>	<i>E. fluminensis</i>
0	0	0	0	0
5	0	0	0	0
10	0	0	0	0
15	20,565	0	1,548	0
20	36,126	881	6,608	441
25	102,357	0	26,281	9,682
30	14,538	2,726	7,269	5,755
35	5,864	0	31,832	46,073
40	1,512	0	2,964	1,573
45	1,836	0	1,994	1,416
50	316	18	896	527
55	143	6	249	211

* Clasificación de especie con base a características morfométricas propuestas por Berto et al (2013).

Las proporciones de *Eimeria* por grupo (tamaño y especie tentativa) en los conteos realizados por fecha de muestreo se pueden observar en la Figura 2. En la figura 3 se muestra una representación gráfica de la cantidad proporcional de cada una de las *Eimeria* identificadas

por grupo en los días donde se encontraron ooquistes en las muestras. En las figuras 4, 5 y 6 se muestran ooquistes de *Eimeria* de los diferentes grupos identificados.

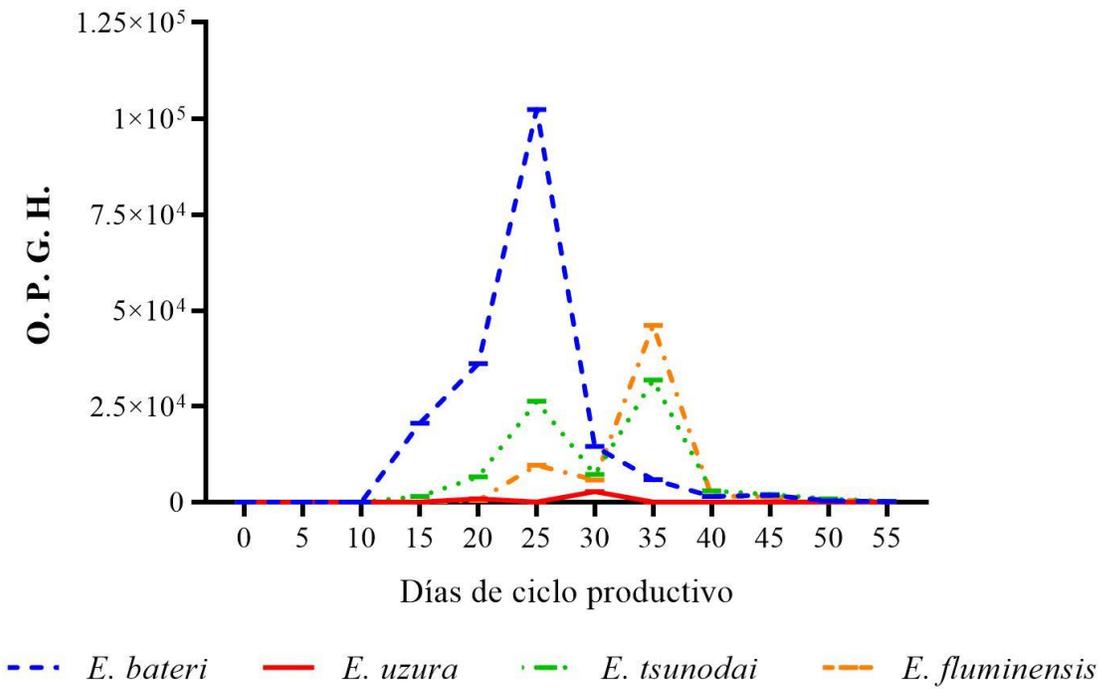


Figura 2. Distribución proporcional de ooquistes por gramo de heces de *Eimeria* sp de codornices japonesas durante el periodo de crianza y desarrollo

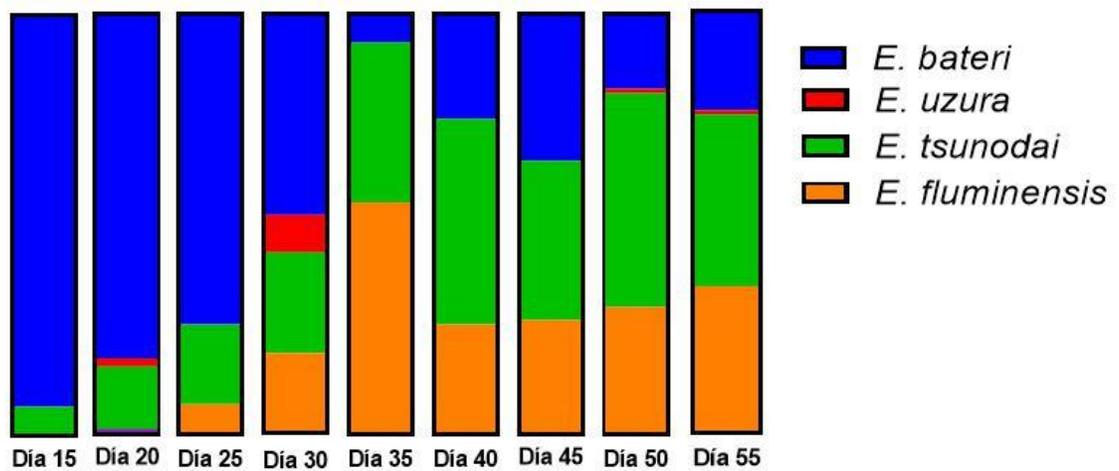


Figura 3. Proporción relativa de los ooquistes de *Eimeria* sp en codornices japonesas a lo largo del periodo de crianza y desarrollo.

Tabla 11. Medidas morfométricas por grupos de ooquistes. *

Grupos	Largo (μm)		Ancho (μm)		Índice de forma		
	Promedio	D. E.	Promedio	D. E.	Promedio	D. E.	Forma*
<i>E. bateri</i>	26.13	1.6	20.19	1.98	1.3	0.09	O, E, S
<i>E. uzura</i>	23.34	0.35	19.52	2.51	1.22	0.22	O, E, S
<i>E. tsunodai</i>	21.79	0.36	16.85	1.88	1.31	0.14	O, E, S
<i>E. fluminensis</i>	18.12	1.22	15.52	1.63	1.18	0.15	O, S

*O=Ovoide, E=Elíptica, S=Subesférica

* Clasificación de especie con base a características morfométricas propuestas por Berto et al (2013).

Tabla 12. Rangos en las medidas de largo, ancho e índice de forma de los ooquistes de los diferentes grupos de tamaño identificados (especie tentativa).

Grupos	Largo (μm)		Ancho (μm)		Índice de forma	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
<i>E. bateri</i>	31.25	25	28.13	14.06	1.78	1.00
<i>E. uzura</i>	23.44	22.19	21.88	12.50	1.88	1.01
<i>E. tsunodai</i>	21.88	20.31	21.88	12.50	1.75	1.00
<i>E. fluminensis</i>	18.75	15.63	18.75	12.50	1.50	1.00

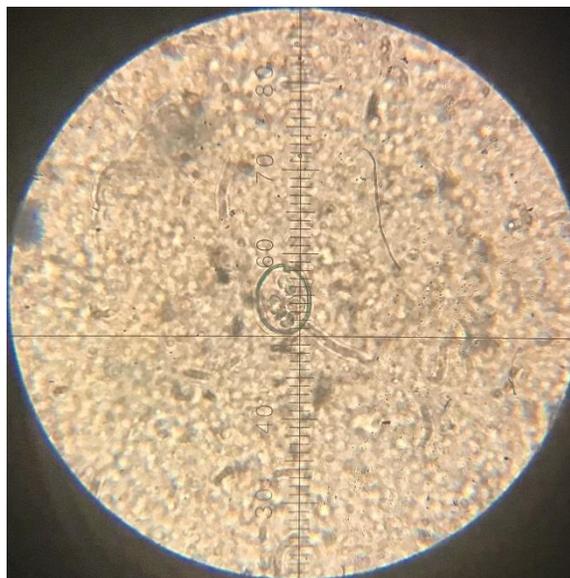


Figura 4. Ooquiste de *E. bateri*, en el centro de la cuadrícula graduada

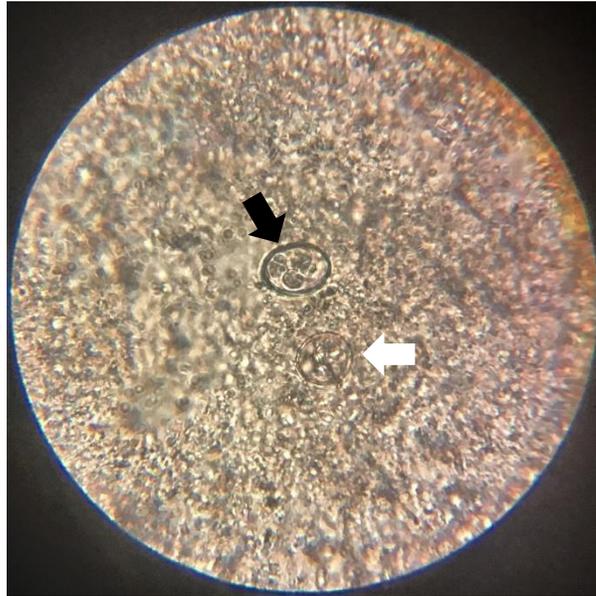


Figura 5. Ooquistes de *E. uzura*, (parte superior, flecha negra) y de *E. tsunodai*, (posición inferior, flecha blanca).

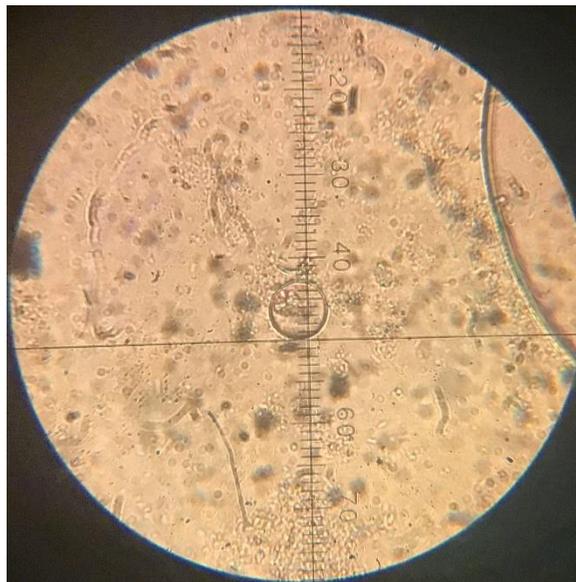


Figura 6. Ooquiste de *E. fluminensis* en el centro de la cuadrícula graduada

Ectoparásitos

Sobre la superficie corporal de las codornices de 28 días de edad se encontraron parásitos compatibles con ácaros, posteriormente se exploró el medio físico que las rodeaba y estos se hallaron en pared y cama de la caseta de finalización. Se efectuó la recolección de aproximadamente 150 ejemplares. Con base a las características morfológicas los ácaros fueron identificados como *Dermanyssus* spp.

En la Figura 7 y 8 se observan ejemplares de *Dermanyssus* spp a partir de las muestras originales. En la Figura 9 y 10 se observan ejemplares de *Dermanyssus* spp a partir de muestras sometidas a un aclaramiento efectuado con base a NaOH (10%), en las figuras 11 y 12 se observadas ejemplares aclarados y teñidos con Fucsina básica.



Figura 7. Especimen de *Dermanyssus* spp apariencia original a 100x de aumento.



Figura 8. Espécimen de *Dermanyssus* spp a partir de muestra original a 100x de aumento.



Figura 9. Ejemplar de *Dermanyssus* spp aclarado con NaOH (10%) a 100x de aumento



Figura 10. Ejemplar de *Dermanyssus* spp aclarado con NaOH (10%) a 100x de aumento



Figura 11. Espécimen de *Dermanyssus* spp aclarado y teñido con Fucsina básica a 100x de aumento.



Figura 12. Espécimen de *Dermanyssus spp* aclarado y teñido con Fucsina básica a 100x de aumento.

DISCUSIÓN

La etapa de crianza es un periodo crítico para el desarrollo óptimo de los guarnigones de codorniz japonesa. Se ha observado que en esta etapa es donde existe mayor mortalidad comparada con el resto del ciclo productivo (Mori et al., 2005). Esta mortalidad se presenta principalmente en la primera y segunda semana de vida. Las primeras dos semanas de vida del guarnigón son muy importantes, de ellas los primeros 7 días y las primeras 24 horas son clave para la supervivencia posterior, Durante esta etapa además de acabar de madurar morfo- fisiológicamente en sus sistemas nervioso, gastrointestinal, inmunológico y músculo-esquelético, este periodo coincide con el desarrollo y maduración al 100% de su capacidad gestora de termorregulación y adaptación al medio ambiente por medio del sistema nervioso central y la gestión neuro-hormonal a diferentes niveles (hipotálamo-tiroideo-adrenal) (Spiers et al., 1973).

La mortalidad registrada en la primera semana (3.06%) fue superior a la reportada por Seet y Azizah (1987) quienes registraron 2.2%. Aunque fue ligeramente inferior a la reportada por Kar et al (2017), la cual fue de 4.62% para codornices japonesas criadas en piso. La mortalidad registrada durante la primera semana no concuerda con lo reportado por Razeet et al. (2016) (6.06%), Nanda et al. (2015) (7.63%) y Dauda et al. (2014) (18.34%). Aun cuando se obtuvo una baja mortalidad, es superior a la mortalidad esperada en la primera semana (<0.8%) en estirpes de pollo de engorda (Cobb y Ross). Nanda et al (2015) sugieren que la mortalidad se debe principalmente a la inapropiada adaptación de los guarnigones al entorno climático circundante. Dauda et al. (2014) con una de las mayores mortalidades reportadas hasta hoy en día para esta primera semana de crianza en la codorniz japonesa, a diferencia de los demás investigadores además de usar focos infrarrojos, también utilizó estufas como fuente de calor e iluminación, es posible que la combustión de la estufa produjera gases

nocivos como el monóxido de carbono (CO), el cual es altamente perjudicial para los guarnigones aunado a no poder obtener un rango suficiente de irradiación calorífica. Este tipo de investigaciones reportadas desafortunadamente no hacen un análisis puntual de las causas extremadamente altas de mortalidad observadas, de hecho, la mayor parte de investigaciones publicadas en este rubro (Parámetros de codorniz japonesa) carecen de los elementos suficientes como para ser consideradas lo suficientemente válidas. Adicionalmente muchas de estas investigaciones están publicadas en revistas de dudosa calidad (metodología inapropiada). En el presente trabajo, se utilizó una criadora de gas infrarroja y focos incandescentes como fuentes de calefacción e iluminación. La mortalidad observada se pudo deber a la alta densidad de guarnigones que fueron alojados desde el inicio, ya que se pudo evidenciar incluso la asfixia de algunos de ellos por aglomeración y aplastamiento y marginalmente debido a hipotermia.

En la segunda semana la mortalidad registrada (7.88%) fue similar a lo reportado por Razez et al. (2016) (9.09%) y Kar et al. (2017) (4.03%). Mientras que los resultados obtenidos en la segunda semana no concuerdan con la mortalidad reportada por Seet y Azizah (1987) (1.8%), Dauda et al. (2014) (2.9%) y Nanda et al. (2015) (2.52%).

Seet y Azizah (1987) mencionan que la mortalidad de las primeras dos semanas observadas en su estudio pudo atribuirse al estrés generado durante el manejo y transporte de los guarnigones. En el presente estudio, extraordinariamente durante la segunda semana a diferencia de ciclos pasados de crianza (comunicación personal con el dueño de la granja el Lic. Jesús Trejo) se presentó una mayor mortalidad debido al aplastamiento de los guarnigones contra la pared del rodete, esto debido probablemente a un derrame accidental de agua de uno de los bebederos sobre el material de cama. Un accidente o imprevisto no tan severo en una etapa de crianza posterior que sucede en cambio durante la etapa de crianza

provoca un impacto altamente significativo sobre la viabilidad de los guarnigones. Es imprescindible mantener estrechamente vigiladas todas las variables que potencialmente pueden conducir a un desastre durante esta etapa de vida de las aves.

La mortalidad obtenida en la tercera semana (2.33%) es similar a los resultados obtenidos por Kar et al. (2017) (2.02%), pero superior a lo observado por Seet y Azizah (1987) (0.9%) y Nanda et al. (2015) (0.87%). La mortalidad en la tercera semana reportada por Razee et al. (2016) fue de 21.2%, mientras que la de Dauda et al. (2014) fue de 0%.

La elevada mortalidad de la tercera semana reportada por Razee et al. (2016) puede atribuirse al manejo hecho tras la segunda semana cuando se seleccionaron y movieron los guarnigones de piso a jaula, situación que puntualiza este investigador como la causa más probable de esta alta mortalidad.

Un control efectivo de la temperatura y humedad relativa ambiental, además de proporcionar una dieta accesible que cubra los requerimientos nutrimentales son imprescindibles para asegurar una mayor supervivencia y crecimiento de los guarnigones durante esta primera etapa del ciclo productivo.

La frecuencia de ombligo en botón (*navel button*) disminuye cuando la incubación se efectúa bajo temperaturas óptimas, al igual que se favorece la disminución de anomalías relacionadas con la absorción del vitelo y una menor mortalidad en la primera semana (Fasenko y O'Dea, 2008; Nariç y Aydemir, 2021). En la granja estudiada es necesario evaluar los parámetros de incubación y determinar si se puede disminuir el porcentaje de guarnigones con ombligo en botón y ombligo sin cierre completo. También se puede innovar al implementar el sistema Patio (Van de Ven et al., 2012) adaptándolo a la producción de codorniz japonesa. Este sistema creado en los países bajos en Europa combina la eclosión y la crianza al mismo tiempo y en el mismo lugar, los animales inician su ciclo productivo

inmediatamente tras eclosionar. Se ha reportado que al tener un acceso más rápido al agua y al alimento esto permite incrementar su peso promedio respecto al sistema convencional donde se eclosionan las aves en otro edificio o caseta, también se ha reportado una mayor calidad del pollito (Narinç y Aydemir, 2021). No existe ninguna publicación donde se haya utilizado el sistema Patio en guarnigones, cuestión que se vuelve crucial para efectuar una evaluación futura de este sistema con la finalidad de disminuir el menoscabo que muestran las posibles variaciones de los factores ambientales sobre la viabilidad de los guarnigones. Conceptual y prácticamente el guarnigón es menos resiliente a los cambios medio ambientales que el pollito (*Gallus gallus*), esto se reduce a una simple cuestión de biomasa, ya que el tamaño promedio de los guarnigones al nacer es mucho menor que el de los pollitos (7-10 g *versus* 42-45 g) (Nazligül et al., 2005) (Ross 308™ Broiler Management Guide, 2018).

En los hallazgos a la necropsia de los guarnigones muertos analizados se encontró material de cama dentro de los ventrículos gástricos de algunos de ellos, lo cual se asoció con poca disponibilidad de alimento debido a la alta competitividad por el acceso a los comederos, esto debido a la densidad inapropiada manejada *in situ* que fue de 29 a 50 cm² por ave en la primera semana, 50 a 54 cm² en la segunda semana y 54 a 155 cm² en la tercera semana. Con base a los descrito previamente por Edwin (2020) la densidad óptima debe ser de 100 cm² por guarnigón en las primeras dos semanas y de 250 cm² por codorniz japonesa de la tercera semana a la quinta semana. Cuando una mayor mortalidad está asociada a una mayor densidad, esto es acorde con lo reportado por Attia et al (2012) quienes indican que en densidades de 83.3 cm² por guarnigón observaron mayor mortalidad, menor ganancia de peso y menor peso corporal en comparación a los guarnigones alojados bajo condiciones de densidad de 166.6 cm² por ave.

Una indicación práctica es reducir la densidad de codornices por área cuadrada conforme el porcentaje de mortalidad se incrementa, esta operación se efectúa con base a la relación que se observa con las densidades y porcentajes de mortalidad registrados previamente en los registros históricos de la granja, esto de acuerdo con cada una de las etapas de desarrollo y engorda de la codorniz criada en piso.³

Es claro que la mortandad por asfixia y aplastamiento observada en el presente estudio se vio favorecida por las bajas temperaturas registradas y la alta densidad observada. Los autores que reportaron menor mortalidad acumulada de codornices criadas en piso como Seet y Azizah (1987), Kar et al. (2017) y Nanda et al (2015) fueron quienes proporcionaron más espacio por m² a los guarnigones, mucho mayor al espacio asignado a las aves estudiadas en el presente estudio.

La temperatura diaria promedio durante la etapa de crianza no fue suficiente para lograr alcanzar el confort térmico en los guarnigones, la cual debe ser de 36 - 37° C en la primera semana (Sousa et al., 2014). En el caso de la segunda semana, la supervivencia registrada y la temperatura promedio concuerdan con los resultados de Sousa et al. (2014), quien observó que los guarnigones criados en frío moderado (30° C) y frío severo (27° C) mostraron menor supervivencia que la registrada en su grupo control (33° C). La fuente de calor utilizada fue una criadora de gas de alta presión. Es necesario evaluar la efectividad de este tipo de criadoras a distintas alturas s.n.m., y determinar sus rangos efectivos de acuerdo a su capacidad y presión de gas LP administrada (p.s.i), además de considerar cuales son los factores ambientales (e.g. tipo de alimentación, humedad relativa, ventilación, altura s.n.m.) que pueden afectar su efectividad durante la crianza para poder proporcionar temperaturas óptimas a los guarnigones.

³ Comunicación personal Dr. Marco A. Juárez Estrada, mayo de 2019.

Anteriormente en crianza se daba importancia a vigilar únicamente la temperatura, en la actualidad se da énfasis a ventilar adecuadamente, en la primera semana los proveedores del pollito de engorda (Ross 308®) han determinado un requerimiento para la velocidad del aire de 0.25 - 0.3 m/seg. (Yahav et al., 2004), este parámetro aún no se ha determinado puntualmente para guarnigones o codornices jóvenes, se ha indicado en cambio el requerimiento de temperatura y humedad relativa con base al *Black Globe Temperature and Humidity Index* (BGTHI), el cual es de 87.1-91.4 para guarnigones de hasta una semana de edad, de 75.8-79.9 hasta las dos semanas de edad y < 70.8 hasta las tres semanas de edad, las codornices en crecimiento (22-35 días de edad) requieren < 75.5 de BGTHI (Sousa et al., 2014).

La temperatura que las aves realmente perciben depende de la temperatura del termómetro de bulbo seco y del bulbo húmedo, esto debido a la interacción existente entre ambas. Actualmente la recomendación general es que la H.R. para la primera semana sea de 60% a 70%, esto favorece una mayor capacidad calorífica del aire, con base a esta mayor H.R. se puede ajustar la temperatura a la baja. Por lo cual se puede disminuir de 1 a 2 grados centígrados de temperatura que usualmente se recomienda para codorniz criada en piso.⁴

Nanda et al. (2015) concluye que la codorniz es muy sensible a los cambios ambientales y los cambios erráticos de la temperatura causan el aplastamiento y apilamiento de los guarnigones durante la crianza. De acuerdo con Taskin y Karadavut (2013) la mortalidad en codorniz japonesa se puede reducir si se aseguran condiciones óptimas de temperatura, humedad relativa, ventilación y densidad durante la crianza de los guarnigones, afirmación que se ve ratificada con base a los resultados observados en el presente estudio.

⁴ Comunicación personal Dr. Marco A. Juárez Estrada, mayo de 2019.

Una alternativa viable a la crianza en piso es la implementación de un sistema de calefacción para un sistema de crianza de jaulas colocadas en batería complementada con un sistema de intercambio térmico del aire (Intercambiador térmico de ventilación externo), este facilita el suministro de la temperatura requerida de forma más uniforme, constante y cercana físicamente a cada uno de los guarnigones, además de favorecer la recuperación térmica y el recambio de aire fresco dentro de la caseta de crianza.⁵

El requerimiento proteico para las primeras dos semanas de vida es de 27% de proteína (Shrivastav et al. 1999) y después de la tercera semana se recomienda la disminución de la proteína a alrededor 20-24% de proteína cruda (FEDNA) (Shrivastav et al. 1999). El consumo de alimento y conversión alimenticia observado aquí durante las primeras tres semanas concuerda con lo reportado por Das et al 2004 para codornices japonesas. En la etapa de crianza del presente trabajo se obtuvo una mejor conversión alimenticia y una mejor ganancia diaria de peso que las observadas por Kar et al (2017) las cuales fueron de 1.43 g, 2.57 g y 2.86 g de GDP y una conversión alimenticia de 1.33:1, 1.93:1, 2.34:1 respectivamente durante las primeras tres semanas de vida.

La conversión alimenticia de la segunda semana es similar a la reportado por Jahanian et al. (2015) utilizando 26% de proteína y 3,000 kilocalorías por kilogramo de alimento. Mientras que Junior et al. (2017) en las primeras tres semanas obtuvo valores similares para conversión alimenticia, pero con mayor consumo de alimento y un mayor peso de los guarnigones.

El alimento del presente estudio se proporcionó durante todo el ciclo productivo, excediendo los requerimientos de proteína después de la tercera semana. Se puede disminuir el costo del alimento si después de la tercera semana se proporciona alimento con menor porcentaje de proteína y mayor cantidad de energía neta. La adopción de un sistema de crianza en jaula

⁵ Comunicación personal Dr. Marco A. Juárez Estrada, mayo de 2019.

puede mejorar los parámetros productivos. Se ha reportado un mayor peso y una mejor conversión alimenticia en aves criadas en jaula que en las criadas en piso (Razee et al. 2016, Muhammad et al. 2008).

En el sector turístico mexicano existe una demanda de productos cárnicos avícolas de valor agregado. Tales productos son mayormente producidos por las granjas comerciales de avicultura alternativa. La codorniz japonesa forma parte de esa producción alternativa. En México los productos obtenidos de la codorniz japonesa se comercializan en ferias locales, supermercados de productos especializados y mayoreo, además como producto transformado (canal s/hueso) en restaurantes de lujo y hoteles. Mantener una buena calidad de la carne y mejorar el proceso productivo contribuirá a incrementar la producción nacional de productos cárnicos de alta calidad derivados de la codorniz japonesa. El producto final de la codorniz japonesa puede ser carne o huevo. Una de las actividades económicas de la granja además de vender codornices hembra de reemplazo productoras de huevo es comercializar las canales de codorniz japonesa macho. En cuanto al estudio de rendimiento cárnico se determinó que el peso vivo al sacrificio (186.15 g) es mayor a lo reportado por Razee et al (2016) (74.62 g), Cori et al (2009) (109.8 g), Walita et al (2017) (130.6 g) y Jatoi et al. (2016) (166.75 g, 167.5 g, 164 g y 163.22 g); mientras que Júnior et al. (2017) obtuvo un peso mayor (261.44 g) al igual que Mori et al. (2005) en su grupo genético C evaluado (269.36 g).

El peso de la canal (133.74 g) es mayor al reportado por Cori et al. (2009) (75.5 g) y menor a lo reportado por Júnior et al. (2016) (188.85 g) y Mori et al. (2005) (179.46 g). El rendimiento de canal obtenido (71.84%) es similar a lo reportado por Cori et al. (2009) (73.1%), Walita et al. (2017) (70.8%) y Mori et al. (2005) (70.47%).

Cori et al (2016) al analizar cuatro diferentes líneas genéticas de codorniz japonesa obtuvo un menor rendimiento de canal (59.2%, 59.45%, 59.6% y 59.1% respectivamente para cada línea evaluada).

El peso de las vísceras (23.16 g) fue mayor que lo reportado por Cori et al. (2009). El peso de las vísceras comestibles reportado por este autor (6.3 g/100 g) puede interpretarse como porcentaje de vísceras comestibles, siendo este mayor a lo obtenido en este trabajo (5.369%).

El peso de corazón (1.925 g) fue mayor a lo reportado por Razee et al. (2016) (0.77 g), Jatoi et al. (2016) (1.44 g, 1.38 g, 1.49 g y 1.45 g) y Walita et al. (2017) (0.897 g); Júnior et al. (2017) reportan un mayor peso de corazón (2.45 g).

El peso del hígado (3.72 g) es mayor a lo reportado por Razee et al. (2016) (2.94 g) y Walita et al. (2017) (2.08 g); Jatoi et al. (2016) (3.42 g, 3.46 g, 3.31 g, y 3.3 g) reportaron pesos similares y Júnior et al. (2017) obtuvieron pesos mayores (5.6 g). El peso de molleja obtenido (4.3 g) es menor a lo reportado por Razee et al. (2016) (2.87 g), Jatoi et al. (2016) (3.81 g, 3.98 g, 4.01 g y 4 g) y Walita et al. (2017) (2.86 g); los pesos de molleja fueron similares a lo reportado por Júnior et al. (2017) (4.18 g). El peso de la cabeza fue mayor a lo reportado por Razee et al. (2016) (5.27 g) y Walita et al. (2017) (4.82 g). El peso de patas fue mayor a lo reportado por Walita et al. (2017) (1.64 g).

Aun cuando todas las codornices analizadas en el presente estudio fueron de 5 semanas al sacrificio, los resultados evidentemente difieren con los reportados por los otros autores. En el caso de la cabeza, el corte se hizo a la mitad del cuello, puede disminuirse el peso si se hace el corte y desangrado en la porción del cuello más proximal a la cabeza como fue el caso de los trabajos revisados. Esta disparidad en los rendimientos de vísceras, peso al sacrificio y rendimientos de canal en los diferentes estudios se atribuye a las diferencias en los pesos al sacrificio, los programas de selección genética de las aves y a la metodología per

se del procesamiento utilizado por cada investigador. Las codornices estudiadas en el presente trabajo fueron codornices seleccionadas para producción de doble propósito, carne y huevo. De los trabajos anteriormente citados, quien obtuvo mejores resultados, en peso vivo a la quinta semana y peso de canal, fue Júnior et al. (2017), su trabajo fue hecho en un centro de investigación avícola en Brasil. Al ser este país uno de los principales exportadores de carne y huevo a nivel mundial, han hecho énfasis en diversas investigaciones, lo cual le ha permitido innovar y tecnificar favorablemente este sector, esto a través de inversión local y extranjera (Santini et al., 2015). Tales condiciones explicarían el interés y necesidad particular de las empresas brasileñas para desarrollar líneas genéticas de codorniz japonesa de alta eficiencia para la producción de carne y huevo.

Las granjas mexicanas de traspatio presentan problemas derivados de la consanguinidad en las codornices, los productores para disminuir los efectos de la consanguinidad adquieren codornices japonesas dentro de su misma región geográfica, las cuales después de un tiempo llegan a tener características genéticas similares. Para mejorar la calidad cárnica de las parvadas mexicanas de codorniz japonesa es necesario crear programas de mejoramiento genético para las diferentes regiones del país. Es necesario importar codornices japonesas de granjas o centros de investigación que tengan características productivas mejores a la encontrada en México, esto con la finalidad de poder desarrollar un pie de cría base y desarrollar así localmente una línea para producción cárnica, otra de huevo y una más de doble propósito.

Las granjas de codornices se encuentran en diferentes regiones del país y debido a la orografía de éste, se ubican generalmente en zonas cálidas. Frecuentemente se encuentran en estados de clima cálido predominante como: Guerrero, Quintana Roo, Tamaulipas, Sinaloa, Nayarit, Chiapas y Morelos, con granjas ubicadas también en el altiplano mexicano en estados como

Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Jalisco y Estado de México. No existen hasta la fecha publicaciones sobre las principales especies de *Eimeria* de codorniz japonesa que se pueden encontrar en México, aun cuando diversos autores han reportado un efecto negativo sobre los principales parámetros de producción que las mismas ocasionan, debido a las infecciones recurrentes con las mismas (Teixeira et al. 2004; Berto et al., 2013).

Identificar y caracterizar las especies presentes de *Eimeria* en la codorniz japonesa ayuda a generar información específica sobre el tipo y grado de afectación que provoca sobre la salud de las aves este tipo de coccidia específicamente en las granjas mexicanas de codorniz japonesa. En el presente estudio y con base a la identificación morfométrica y características específicas se pudo identificar 4 especies, *E. bateri*, *E. uzura*, *E. tsunodai* y *E. fluminensis*. Las tres primeras se han podido identificar recurrentemente a lo largo de diversas producciones de codorniz japonesa alrededor del mundo, sin embargo *E. fluminensis* se ha constituido ocasionalmente como una especie contradictoria para su identificación certera, esto debido a la incertidumbre que generaron los primeros reportes alrededor de la misma. Por ejemplo, aun recientemente Arafat et al (2018) refiere a *Eimeria minima* como una especie descrita por Teixeira y Lopes (2000), pero Teixeira y Lopes en 2002 reemplazaron el nombre de *Eimeria minima* por *Eimeria fluminensis* como *nomen novum*, porque el nombre ya se había utilizado para una especie de *Eimeria* que afecta al conejo de la Florida (*Sylvilagus floridanus*). Nosotros pudimos identificar a *Eimeria fluminensis* positivamente, se requiere profundizar en el estudio e identificación certera de estas especies presentes en México auxiliándose de las técnicas modernas del laboratorio de parasitología molecular.

Durante el análisis de las muestras recolectadas a lo largo del ciclo productivo se pudo evidenciar la presencia de dos picos en cantidad de OPGH en el ciclo de engorda, y dos especies de *Eimeria* distintas que proliferan en cada pico, estos picos se pueden atribuir al

cambio de las aves dentro de las instalaciones debido al traslado de las codornices japonesas remanescentes a la venta de codornices hembra de reemplazo desde la caseta de crianza a la caseta común de finalización del ciclo de engorda. El primer pico corresponde al grupo G (*E. bateri*); que sucede antes del cambio de caseta, el segundo pico corresponde al grupo P (*E. fluminensis*); este pico sucede tras el cambio de caseta. El que se haya podido observar un mayor número de OPGH en el primer pico se atribuye a la edad más joven de las codornices (inmunidad autolimitante circunscrita a esta edad), con base a su inmadurez inmunológica los guarnigones son más susceptibles a coccidia que los adultos, al igual que los signos clínicos, estos son más frecuentes en guarnigones que en adultos (Teixeira et al., 2004; Edwin, 2020). El tipo de ooquistes más contabilizado a lo largo del ciclo de engorda fue G (*E. bateri*). El grupo IM (*E. tsunodai*) mostró dos picos similares en las dos casetas y fue el segundo grupo de mayor frecuencia en las muestras de heces. El grupo P (*E. fluminensis*) fue el más abundante en la caseta de finalización con relación a lo observado en la caseta de crianza, este fue el tercer grupo de mayor frecuencia durante el ciclo de engorda. El grupo con menor número de ooquistes contabilizados fue el M (*E. uzura*). La predominancia de *E. bateri* en la curva de infección epidemiológica por coccidias en codorniz japonesa que involucra múltiples especies (*crowding effect*) concuerda con lo reportado por Berto et al. (2014) y Al-Zarkoushi et al. (2021).

En el presente trabajo los grupos de coccidia analizados presentaron diferentes formas (e.g. subesférica, elipsoidal, ovoide) a pesar de mostrar tamaños similares. Este amplio polimorfismo en las diferentes especies de *Eimeria* que afectan a la codorniz japonesa ha sido reportado previamente por diferentes autores, esta diferencia de forma se atribuye a diversos factores que se han relacionado con la genética propia de la especie, el tipo de ambiente y el hospedero en particular (Berto et al., 2013). Es necesario generar información

fidedigna que contemple que especies de coccidia de codorniz japonesa están presentes a lo largo de las granjas en el país y considerar a su vez los diversos factores que inciden sobre la presencia específica de cada especie en cada región de México. Es recomendable realizar aislamientos y efectuar el procedimiento de identificación de acuerdo con lo recomendado por Duszynski y Wilbert (1997) y Rotolo et al (2021). La investigación del tipo de coccidia presente contribuirá al diagnóstico, control y prevención de la coccidiosis de la codorniz japonesa en México. Existe evidencia de que la presencia de *Eimeria* en codorniz japonesa permanece como un problema serio debido que se ha descrito que las tres especies más comunes (*E. tsunodai*, *E. bateri* y *E. uzura*) son resistentes a los compuestos anticoccidianos más comunes (Anbarasi et al., 2016; Arafat y Abbas, 2018). Se ha reportado que la infección con este miembro del *Phylum* Apicomplexa afecta significativamente los parámetros productivos en codornices japonesas dentro de los cuales los más afectados son la disminución en la ganancia de peso, menor consumo de alimento, deterioro en la conversión alimenticia, bajo rendimiento reproductivo y aumento de mortalidad, (Teixeira et al., 2004; Gesek et al., 2015). Para mejorar la producción de la granja estudiada es recomendable establecer un programa de prevención y control con base a agregar anticoccidianos efectivos en el alimento y considerar posiblemente en el futuro el uso de un programa de vacunación con ooquistes vivos atenuados o salvajes pero suministrados bajo un programa de inmunización temprana mínima controlada (Arafat y Abbas, 2018).

Dentro del grupo de los ectoparásitos, se ha reportado frecuentemente la presencia de diversos ácaros en aves de diferentes países y continentes. Se han encontrado en granjas industriales y producciones a nivel de traspatio, estos provocan afectaciones productivas y de bienestar en las aves. En la producción de traspatio se han reportado más especies diferentes de ácaros que en las producciones intensivas convencionales, este incremento de

su presencia en el traspatio se atribuye principalmente al contacto con aves silvestres y otros ejemplares infestados con este tipo de parásitos (Rezaei et al., 2016).

Los géneros de ácaros más frecuentemente reportados en la avicultura productiva convencional son *Dermanyssus* spp y *Ornithonyssus* spp.⁶ En México *Dermanyssus* sp. es el ácaro más frecuente en la avicultura de traspatio en comparación a la avicultura intensiva convencional*. *Dermanyssus* spp es un ácaro del orden *Mesostigmata* de la familia *Dermanyssidae* (Roberts, 2009), su ubicación es ubicua, y representa un problema económico en la avicultura convencional y de traspatio, además se considera un riesgo para la salud pública (Koç y Nalbantoğlu, 2021).

Dermanyssus spp es un ácaro parásito que afecta a la codorniz japonesa y a otras gallináceas, se alimenta de la sangre del ave y se le puede encontrar en la cama, grietas y sobre la misma ave (Krantz y Walter, 1978; Roberts, 2009). Las codornices infestadas presentan valores bajos de hematocrito y hemoglobina y una mayor proporción de eosinófilos, comparadas con codornices no infestadas (Konyali et al., 2017). También se ha reportado que el peso de las canales es menor en codornices infestadas que en codornices no parasitadas (Erdem et al., 2015) (Konyali et al., 2017). *Dermanyssus* spp representa un riesgo al ser un potencial vector de enfermedades de las aves e incluso de tipo zoonóticas (Pritchard et al., 2015). Tales infestaciones afectan el bienestar animal de las codornices y tienen un efecto negativo en la engorda de codorniz. Es posible que una parte proporcional del desempeño productivo observado en las codornices de este estudio se haya visto afectado por la infestación de *Dermanyssus* spp observada, se requiere realizar estudios futuros para determinar cuál es el impacto de una infección de este tipo sobre los parámetros productivos de las codornices.

⁶(Comunicación personal de la M.V.Z. M.C.V. Xóchitl Hernández Velasco)

CONCLUSIÓN

La alta densidad de codornices japonesas empleada por el productor, la competencia de estas por el espacio y alimento, accidentes incidentales por el uso de equipo inapropiado, el deterioro acelerado de la cama empleada, uso de temperaturas ambientales menores a lo recomendado durante la fase de crianza, además de la presencia fortuita de *Eimeria* spp y *Dermanyssus* spp afectaron negativamente el desempeño productivo de las codornices criadas en piso en una granja del altiplano mexicano, como opción de mejora se sugiere el uso de la crianza de guarnigones en jaulas colocadas en batería.

LITERATURA CITADA

1. **Al-Zarkoushi M. M. F., Al-Zubaidi M. T. S., (2021).** Epidemiological, morphological and histopathological study of quail coccidiosis in Thi-Qar Province, Iraq. *The Iraqi Journal of Veterinary Medicine*. 45(1): 69-74.
2. **Anbarasi, P., Ponnudurai G., Senthilvel K., Puvarajan B., Arulmozhi A., 2016.** A note on incidence of coccidiosis in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Indian Veterinary Journal*. 93: 29–31.
3. **Arafat N., Abbas I., 2018.** Coccidia of japanese quail: From identification, prevalence, infection, and immunization. *J. Parasitol*. 104(1): 23-30.
4. **Attia A. I, Mahrose K. M., Ismail I. E., Abou-Kasem D. E., 2012.** Response of growing japanese quail raised under two stocking densities to dietary protein and energy levels. *Egyptian J. Anim. Prod*. 47: 159-166.
5. **Berto B. P., Borba H. R., Lima V. M., Flausino W., W. L. Teixeira-Filho, C. W. G. Lopes., 2013.** *Eimeria spp.* from Japanese quails (*Coturnix japonica*): new characteristic features and diagnostic tools. *Pesq. Vet. Bras*. 33(12): 1441-1447.
6. **Bhatia, B. B., Pandey, T. P. & Pande, B. P., 1965.** *Eimeria bateri n. sp.* from Indian Grey Quail (*Coturnix coturnix coturnix*). *Ind. I. Microbiol*. 5, 61-4.
7. **Bobadilla-Mendez M. F., Rojas-Granados C. P., Andrade E. F., Retes P. L., Ferrreira L. G., Alvarenga R. R., Rodriguez-Gil J. E., Fassani M. G., Zangeronimo M. G., 2016.** Effect of different light sources on reproductive anatomy and physiology of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Anim. Reprod. Sci*. 168: 50-56.
8. **Broiler Management Guide, December 2018.**
9. **Bruno B. P., Borba H. R., Dos Santos H. L. C., Lima V. M., Flausino W., Teixeira-Filho L., Lopes C. W. G., (2014).** Evaluation of pomegranate (*Punica granatum*)

- pericarp aqueous extract on *Eimeria* spp from japanese quails (*Coturnix japonica*). *International Journal of Veterinary Science and Medicine*. 2(1): 35-40.
10. **Cori M. E., De Basilio V., Ruiz R. F., Michelangeli C., Galíndez R., García J., (2009).** Efecto de la edad de la codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) y del aturdimiento eléctrico al momento del beneficio sobre las características de la canal. *Zootecnia trop*. 27(2): 175-185.
 11. **Dalmau Barral A., 1994.** *Manual de la codorniz, cría industrial y para la caza*. Primera edición. España: Dilagro S.A. ediciones. 47, 93, 98, 100-113, 121-124.
 12. **Dauda G., Momo O. M., Dim N.I., Ogah D. M., 2014.** Growth, production and reproductive performance of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) in humid environment. *Egypt. Poult. Sci. J.* 34 (3):381-395.
 13. **Davis. K. A., Schmidt J. B., Doescher R. M., Satterlee D. G., 2008.** Fear and response of offspring from divergent quail stress response line hens treated with corticosterone during egg formation. *Poult. Sci.* 87(7): 1303-1313.
 14. **Di Palma A., Giangaspero A., Casfiero M. A., Germinara G. S., 2012.** A gallery of the key characters to ease identification of *Dermanyssus gallinae* (Acari: Gamasida: Dermanyssidae) and allow differentiation from *Ornithonyssus sylviarum* (Acari: Gamasida: Macronyssidae). *Parasites & Vectors*. 5(104). DOI: <https://doi.org/10.1186/1756-3305-5-104>.
 15. **Duszynski D. W., Wilber P. W., (1997).** A guideline for the preparation of species descriptions in the Eimeriidae. *J. parasitol.* 83(2): 333-336.
 16. **Edrem H., Savaş T., (2021).** Genotype-environment interaction in layer chickens in the growing stage: Comparison of three genotypes at two different feeding levels with

- or without red mite (*Dermanyssus gallinae*) infestation. *Arch. Anim. Breed.* 64: 447-455.
- 17. Edwin S. C., 2020.** Commercial japanese quail production and disease management. *International Journal of Science Enviroment.* 9(3): 416-422.
- 18. Fasenko G. M., O’Dea E. E., 2008.** Evaluating broiler growth and mortality in chicks with minor navel conditions at hatching. *Poultry Science.* 87: 594-597. DOI: 10.3382/ps.2007-00352
- 19. Gesek M., Sokól R., Welenc J., Tylicka Z., Korzeniowska P., Kozłowska A., Malgorzata W. A., Otrocka-Domagala I., 2015.** Histopathological observations of the internal organs during toltrazuril (Baycox®) treatment against naturally occurring coccidiosis in japanese quail. *Pak. Vet. J.* 35(4): 479-483.
- 20. Gill JL., 1978.** *Design and analysis of experiments in the animal and sciences.* Vol. 1 Ames (Io): The Iowa State University Press.
- 21. Herborn K. A., Graves J. L., Jerem P., Evans N. P., Nager R., Mc Cafferty D. J., Mc Keegan D. E. F., 2015.** Skin temperature reveals the intensity of acute stress. *Physiol. Behav.* 152: 225.230.
- 22. Herborn K. A., Jerem P., Nager R., Mc Keegan D. E. F., Mc Cafferty D. J., 2018.** Surface temperature elevated by chronic and intermittent stress. *Physiol. Behav.* 191: 47-55.
- 23. Hernández V. X. et al., 2018.** *Introducción a la zootecnia del pollo y la gallina.* Primera edición. UNAM, Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Departamento de medicina y zootecnia de las aves. 191-200.

- 24. Hesham H. M., Enas N. S., Shereen E. L. A. H., 2017.** Impact of different litter materials on behavior, growth performance, feet health and plumage score of Japanese quail (*Coturnix japonica*). *Europ. Poult. Sci.* 81.
- 25. Jatoi A. S., Mehmood S., Hussain J., Ishaq H. M., Abbas Y., Akram M., (2015).** Comparison of Six-Week Growth Performance in Four Different Strains of Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Sarhad Journal of Agriculture.* 31(1): 59-64.
- 26. Jones R. B., Waddington D., 1992.** Modification of fear in domestic chicks, *Gallus gallus domesticus*, via regular handling and early environmental enrichment. *Anim. Behav.* 43(6): 1021-1036.
- 27. Juárez E. M. A., Cabriales J. J. J., Petrone G. V. M., Téllez I. G., 2002.** Evaluación del conteo total de ooquistes de *Eimeria tenella* a partir del ciego o heces, efectuado con la cámara de McMaster y el hemocitómetro de Neubauer. *Veterinaria México.* 33(1):73-79
- 28. Juárez E. M. A., Calvo H. M. J., Altamirano H. R., 2009.** Caracterización de las piezas comercializadas y rendimiento de canal de la codorniz en México. XXXIV Convención anual ANECA 2009. 12 al 15 de agosto de 2009. Acapulco de Juárez, México. Memorias en disco compacto.
- 29. Juárez E. M. A., Diosdado E. L., García R. H., 2009.** Efecto de la rentabilidad de una empresa productora de codornices sobre su permanencia en el mercado avícola alternativo. En: XXXIV Convención anual ANECA; 12 al 15 de agosto de 2009. Acapulco de Juárez, México. Memorias en disco compacto.
- 30. Júnior P. A. S., Lana S. R. V., Lana G. R. Q., Silva L. C. L., Torres E. C., Ferreira T. S., (2017).** Cassava foliage in quail feeding. *Acta veterinaria brasilica.* September 11: 150-156.

- 31. Kar J., Barman T. R., Sen A., Nath S. K., 2017.** Management, growth performance and cost effectiveness of japanese quail in Khaza quail farm and hatchery limited at Chittagong in Bangladesh. *Global Journal of Medical Research: G Veterinary Science and Veterinary Medicine*. 17(1): 1-6.
- 32. Koç N., Nalbantoğlu S., 2021.** Evaluation of in-house factors affecting the population distribution of *Dermanyssus gallinae* in cage and backyard rearing systems by using a modified monitoring method. *Experimental and Applied Acarology*. 84: 529-541.
- 33. Konyali C., Erdem H. Savaş T., (2017).** Hemogram and Nutrient Content of Whole Carcass of Japanese Quails (*Coturnix coturnix japonica*) Infested with Poultry Red Mite (*Dermanyssus gallinae*). Conference: 2nd international Balkan agriculture congress, 2017.
- 34. Krantz G. W., Walter D. E., (2009).** *A manual of acarology*. Third edition. Texas Tech University Press. United States.
- 35. Lázaro R., Serrano M. P., Capdevila J., 2005.** Nutrición y alimentación de avicultura complementaria: Codornices. En: XXI Curso de especialización FEDNA, 2005. 7 y 8 de noviembre de 2005; Madrid, España.
- 36. Long PL, Rowell JG., 1958.** Counting oocysts of chicken coccidia. *Lab Pract.* 7: 515-519.
- 37. Long P. L. y Rowell J. G., 1975.** Sampling broiler house litter for coccidial oocysts. *Br. Poult. Sci.* 16: 583 -592.
- 38. López C. S., Juárez E. M. A., Prado R. O. F., 2009.** Una escala no invasiva para la clasificación de la calidad en pollitos recién nacidos permite valorar el proceso de incubación. En: XXXIV Convención anual ANECA 2009. 12 al 15 de agosto 2009; Acapulco de Juárez, México. Memorias en disco compacto.

- 39. Martín Gómez M., 2009.** El aumento de CO₂ durante la etapa temprana de incubación favorece el óptimo desarrollo de los embriones de codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) y de gallina ligera (*Gallus gallus domesticus*) (Tesis de licenciatura). Ciudad de México (México): Universidad autónoma de México.
- 40. Mills A. D., Crawford L. L., Domjan M., Faure J. M., 1997.** The behavior of the Japanese or domestic quail (*Coturnix japonica*). *Neurosci. Biobehav. Rev.* 21: 261–281.
- 41. Montgomery D. C., 1991.** *Design and analysis of experiments*. John Wiley & Sons, Inc. Belmont, CA. 45-81.
- 42. Muhammad S. A., Abdur R. H., Anupom M., Kayum H., Rubayet B. B. M., 2008.** Pattern of egg production in japanese quail reared on littered floor and in cage. *Bangladesh research publications journal.* 1(3): 239-249.
- 43. Móri C., Garcia E. A., Pavan A. C., Piccinin A., Cachoni P. C., 2005.** Desempenho e rendimento de carcaça de quatro grupos genéticos de cordonas para produção de carne. *R. Bras. Zootec.* 34(3): 870-876.
- 44. Nanda S., Mallik B. K., Panda P. K., Nayak I., Samal S. K. Das M., 2015.** Effect of season on mortality of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) in different age groups. *Int. Res. J. Biol. Sci.* 4 (7): 28-33.
- 45. Nagarajan S., Narahari D., Jayaprasad I. A., Thyagarajan D., (1991).** Influence of stocking density and layer age on production traits and egg quality in japanese quail. *British poultry science.* 32: 243-248.
- 46. Nariñ D. & Aydemir E., 2021.** Chick quality: an overview of measurement techniques and influencing factors, *World's Poultry Science Journal*, DOI: 10.1080/00439339.2021.1892469

- 47. Nazar F. N., Marin R. H., 2011.** Chronic stress and environmental enrichment as opposite factors affecting the immune response in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Stress*. 14(2): 166-173.
- 48. NOM-033-SAG/ZOO-2014.** Diario oficial de la federación (26/08/ 15).
- 49. Nunome M., Nakano M., Tadano M., Kawahara-Miki R., Kono T., Takahashi S., Kawashima T., Fujiwara A., Nirasawa K., Mizutani M., Matsuda Y., 2017.** Genetic divergence in domestic Japanese quail inferred from mitochondrial DNA D-loop and microsatellite markers. *Plos one*. 12(2). DOI: [10.1371/journal.pone.0169978](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169978)
- 50. Pritchard J., Kuster T., Sparangano O., Tomley., (2015).** Understanding the biology and control of the Poultry red mite *Dermanyssus gallinae*: A review. *Avian Pathology*. 44(3): 143-153.
- 51. Razee A., Mahbub A. S. M., Miah M. Y., Hasnath M. R., Hasan M. K., Uddin M. N., Belal S. A., 2016.** Performance of japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) on floor and cage rearing system in Sylhet, Bangladesh: comparative study. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 6(4): 931-936.
- 52. Redoy M. R. A., Shuvo A. A. S., Al-mamun M., 2017.** A review on present status, problems and prospects of quail farming in Bangladesh. *Bangl. J. Anim. Sci.* 46 (2): 109-120.
- 53. Rezaei F., Hashemnia M., Chalechale A., Seidi S., Gholizadeh M., 2016.** Prevalence of ectoparasites in free-range backyard chickens, domestic pigeons (*Columba livia domestica*) and turkeys of Kermanshah province, west of Iran. *J. Parasit. Dis.* 40(2): 448-453. DOI: [10.1007/s12639-014-0524-5](https://doi.org/10.1007/s12639-014-0524-5)
- 54. Roberts L. S., Janovy Jr J. Geradls D., 2009.** *Schmidt & Larry S. Roberts' Foundations of parasitology*. Mc Graw Hill. United States.

- 55. Santos T. C., Murakami A. E., Fanhani J. C., Oliveira C. A. L., 2011.** Production and reproduction of egg- and meat-type quails reared in different group sizes. *Braz. J. Poult. Sci.* 13(1): 9-14.
- 56. Seet C. P., Azizah M. D., 1987.** Growth performance and carcass characteristics of Japanese quail in Malaysia. *Malays. Agric. Res. Dev. Inst. Res. Bull.* 15(1): 55-58.
- 57. Santini G. A., Filho H. M. S., Pigatto G., (2005).** Innovation of products in the brazilian poultry chain: the case of the insumes industry. *Revista Eletrônica de Administração.* 11(4). Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=401137447003>.
- 58. Shariful A. M., Rahman H. M. A., Mondal A., Hossain K., Rubayet B. A. B. M., 2008.** Pattern of egg production in Japanese quail reared on littered floor and in cage. *Bangl. Res. Publ. J.* 1(3): 239-249.
- 59. Shrivastav A. K., Panda B., 1999.** A review of quail nutrition research in India. *World's Poultry Science Journal.* 48(1): 104-110.
- 60. Sousa M. S., Tinoco I de F. F., Amaral A. G., Inoue K. R. A., Barreto S. L., Savastano Jr. H. Souza C. F., Paula M. O., 2014.** Thermal comfort zones for starter meat-type quails. *Braz. J. Poult. Sci.* 16 (3): 265-272.
- 61. Spiers D. E., Mc Nabb R. A., Mc Nabb F. M. A., 1974.** The development of thermoregulatory ability, heat seeking activities, and thyroid function in hatchling japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *J. comp. Physiol.* 89, 159-174.
- 62. Taskin A., Karadavut U., 2014.** Analysis of postnatal mortality in quails through conditional and limited logistic regression. *Res. J. Agric. Env. Manag.* 3 (1): 68-73.

- 63. Teixeira M., Lopes C. W. G., 2000.** *Eimeria minima* n. sp. (Apicomplexa: Eimeriidae) from the japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) in Brazil. *R. bras. Ci. Vet.* 7(3): 157-158.
- 64. Teixeira M., Lopes C. W. G., 2002.** Species of the genus *Eimeria* (Apicomplexa: Eimeriidae) from japanese quails (*Coturnix japonica*) in Brazil and *E. fluminensis* for the preoccupied *E. minima* of this quail. *R. bras. Ci Vet.* 9(1), 53-56.
- 65. Teixeira M., Teixeira-Filho W. L., Lopes C. W. G., 2004.** Coccidiosis in japanese quails (*Coturnix japonica*): Characterization of a naturally occurring infection in a commercial rearing farm. *Brazilian journal of poultry science.* 4(2): 129-134.
- 66. Tsunoda K., Muraki Y., 1971.** A new coccidium of japanese quails: *Eimeria uzura* sp. nov. *The Japanese Journal of Veterinary Science.* 33(5), 227–235.
- 67. Tsutsumi Y., 1972.** *Eimeria tsunodai* sp. nov. (Protozoa: Eimeriidae) A caecal coccidium of japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *The Japanese Journal of Veterinary Science.* 34(1), 1–9.
- 68. Van de Ven L. J. F., Van Wagenberg A. V., Groot K. P. W. G., B. Kemp, Van den Brand H., 2009.** Effects of a combined hatching and brooding system on hatchability, chick weight, and mortality in broilers. *Poult. Sci.* 88 (11): 2273–2279.
- 69. Van de Ven., Van Wagenberg A. V., Uitdehaag K. A., Groot Koerkamp P. W. G., Kemp B., Van den Brand H., 2012.** Significance of chicken quality score in broiler production. *Animal, an international journal of animal bioscience.* 6(10): 1677-1663. DOI: 10.1017/S1751731112000663
- 70. Walita K. Z., Tanganyika J., Mussah S. R., (2017).** Effect of Sex, type of feed and age at slaughter on carcass yield characteristics of japanese quails (*Cortunix japonica*) in Malawi. *International journal of avian & wildlife biology.* 2(2): 50-53.

- 71. Wilson W.O., Abbott U. K., Abplanalp H., 1961.** Evaluation of Coturnix (Japanese quail) as pilot animal for poultry. *Poult. Sci.* 40(3): 651-657.
- 72. Yahav S., Straschnow A., Luger D., Shinder D., Tanny J., Cohent S., 2004.** Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions. *Poultry Science.* 83: 253-258.