

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



**EFFECTO DE TRES DIETAS SOBRE LA GANANCIA DE PESO Y COMPOSICIÓN
NUTRITIVA DE LA CARNE DE CODORNIZ JAPONICA**

Por:

KARLA DIDYNAEA GONZÁLEZ PINEDA

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila, México a mayo de 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

EFFECTO DE TRES DIETAS SOBRE LA GANANCIA DE PESO Y COMPOSICIÓN
NUTRITIVA DE LA CARNE DE CODORNIZ JAPONICA

POR:

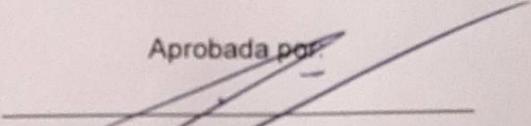
KARLA DIDYNAEA GONZÁLEZ PINEDA

TESIS

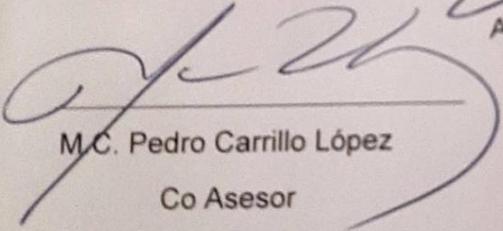
QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

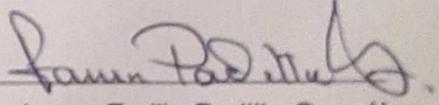
Aprobada por:

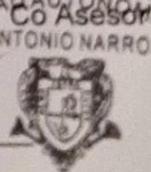

Inj. Ricardo Deyta Monjaras

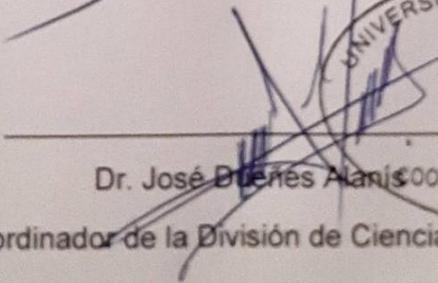
Asesor principal


M.C. Pedro Carrillo López

Co Asesor


Dra. Laura Emilia Padilla González




Dr. José Buénes Alanís

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Saltillo, Coahuila, México a mayo de 2021

DEDICATORIA

A mis padres: Carlos Eduardo González Reséndiz y Karla Maria Elena Pineda Jimenez.

AGRADECIMIENTOS

Gracias mamá y papá sin ustedes no lo hubiera podido lograr, su amor y su apoyo fueron mi más grande motivación para llegar a este punto y hacerlos sentir orgullosos de mí. Siempre me apoyaron en todo lo que quise realizar por más loco y arriesgado que fuera, porque nunca me dejaron caer y estuvieron para mí sin importar lo demás. Esto es por ustedes y para ustedes.

A mis amigos, que me acompañaron desde el principio de esta aventura, a los que llegaron después o casi al final pero sin duda alguna estuvieron conmigo fueron parte de esto se quedaron o no, siempre los llevaré en mi corazón, porque fueron mi familia en un lugar desconocido en donde me aventure para cumplir esta meta de vida, me ayudaron a saber que no estaba sola, que era capaz de muchas cosas y que no debía rendirme, que por más que la situación se vea difícil todo mejorará *“después de la tormenta el sol vuelve a brillar”*

Gracias mi amada ALMA MATER, gracias por estos 5 años en los que fuiste mi casa, me brindaste la oportunidad de ser lo que soy, una profesionista que hoy comienza una nueva etapa llena de metas, y muchas ganas de ser alguien mejor.

A cada uno de mis maestros que no dejaron rendirme que sabían que yo tengo mucho por dar en esta profesión y me impulsaron para seguir adelante, ser alguien mejor, espero no defraudarlos. Fueron ese granito de arena que me ayudara a defenderme de todo lo que viene, no existen palabras que interpreten lo agradecida que estoy con ustedes, sus enseñanzas GRACIAS POR TODO Y, POR TANTO.

Y, por último, pero no menos importante a esa joven que llegó en aquel agosto de 2015 a una ciudad nueva en donde no conocía a nadie, pero tomó el valor y se aventuró para llegar a este momento. Gracias por no rendirte, por seguir adelante, por ser cada

día más fuerte sin importar la situación, todo y cada una de las cosas buenas o malas que pasaron en estos 5 años te ayudaron a ser alguien muchísimo mejor, sabemos que no eres la misma niña que llego a esta universidad, eres alguien fuerte, que no se intimida, que no le tiene miedo a los retos, que ama su carrera, que quiere ser la mejor en lo que hace y no descansa hasta que lo logra.

Te quiero y te admiro. Esto es por ti y para ti:

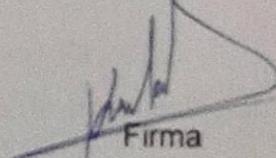
Lo logramos Ingeniero Agrónomo Zootecnista Karla Didynaea Gonzalez Pineda

Manifiesto de Honestidad Académica

El suscrito Karla Didynaea González Pineda, egresado de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula 41153347 y autor de la presente tesis manifiesto que:

1. Reconozco que el plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.
2. Las ideas, opiniones, datos e información publicada por otros autores y utilizada en la presente Tesis han sido debidamente citadas reconociendo la autoría de la fuente original.
3. Toda información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redacta según su criterio y apreciación de tal manera que no se han incurrido en el copiado y pegado.
4. Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía y manifiesto no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.
5. Entiendo que la función y alcance del comité de asesoría, está circunscrito a la orientación y guía respecto a la metodología de la investigación realizada para la presente tesis, así como del análisis e interpretación de los resultados obtenidos. En consecuencia, eximo de toda responsabilidad relacionada al plagio académico, a mi comité de asesoría y acepto que cualquier responsabilidad al respecto es únicamente por parte mía.
6. Juro por mi honor: honrar y respetar, siempre y en todo lugar, a la Universidad Autónoma Agraria Antonio narro y enaltecer con mis actos la profesión y el título que ostentaré.

ATENTAMENTE



Firma

Tesista de licenciatura UAAAN

INDICE

	Página
Resumen.	VI
Capítulo I	
1. Introducción.	1
1.1 Objetivo general.	3
1.1.1 Objetivos específicos.	3
1.2 Hipótesis.	3
Capitulo II	
2. Revisión de literatura.	4
2.1 Historia.	4
2.2 Clasificación taxonómica de <i>Coturnix coturnix</i> .	5
2.3 La codorniz japonesa (<i>Coturnix coturnix japonica</i>).	5
2.4 Características de la codorniz.	6
2.5 Requerimientos nutricionales.	7
2.6 Alimentación.	8
2.7 Rendimiento al beneficio de la codorniz japonesa.	9
2.8 Parámetros productivos y reproductivos de la codorniz japonesa.	9
2.9 Sexado.	11
2.10 Codorniz para carne.	12
2.11 Actualidad de la coturnicultura.	12
Capitulo III	
3. Materiales y métodos.	14
3.1 Localización.	14
3.2 Tratamientos.	15
3.3 Toma de datos para ganancia de peso.	16
3.4 Sacrificio de aves para estudio Bromatológico.	16
3.5 Análisis de laboratorio.	17

3.5.1 Determinación de grasa por método Soxhlet.	18
3.5.2 Determinación de proteína cruda por método Kjeldahl.	20
3.5.3 Determinación de materia seca y ceniza.	22
3.6.1 Ganancia de peso.	23
3.6.2 Calidad nutricional de la carne.	23
3.6.3 Análisis estadístico.	23
3.6.3.1 Ganancia de peso.	23
3.6.3.2 Calidad nutricional de la carne.	23
Capítulo IV	
4 Resultados y discusión.	24
4.1 Ganancia de peso.	24
4.2 Contenido de grasa, proteína cruda, materia seca y ceniza.	28
Capítulo V	
5 Conclusiones.	30
Literatura citada.	31

ÍNDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro 2.1 Valor nutricional (por cada 100 g).	8
Cuadro 2.2 Rendimiento de codorniz.	9
Cuadro 3.1 Tratamiento.	15

INDICE DE GRÁFICAS

	Pagina
Grafica 2.1 Evolución del contenido en grasa con la edad en dos líneas de codornices japonesas.	6
Grafica 4.1 Ganancia de peso final de los tratamientos.	24
Grafica 4.2 Peso al inicio y al final del experimento	25
Grafica 4.3 Comportamiento semanal de la ganancia de peso de T0	25
Grafica 4.4 Comportamiento semanal de la ganancia de peso de T1	26
Grafica 4.5 Comportamiento semanal de la ganancia de peso de T2	26
Grafica 4.6 comportamiento semanal de la ganancia de peso de cada tratamiento	28
Grafica 4.7 Resultados de análisis de laboratorio para calidad de carne expresado en porcentaje	29

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1 Diferencia hembra y macho.	11
Figura 3.1 Baterías de alojamiento para las codornices del experimento.	15
Figura 3.2 Ubicación de codornices para cada tratamiento.	15
Figura 3.3 Codornices en jaula.	15
Figura 3.4 Empaquetado de canal de codorniz.	17
Figura 3.5 Canal de codorniz.	17
Figura 3.6 Peso de muestra de carne de codorniz.	18
Figura 3.7 Muestras de carne asignada a cada análisis.	18
Figura 3.8 Preparación para extracción.	18
Figura 3.9 Vaso Berzelius en aparato de reflujo.	19
Figura 3.10 Papel filtro.	19
Figura 3.11 Proceso de extracción de grasa.	19
Figura 3.12 Pesaje de matraz en balanza analítica.	20
Figura 3.13 Digestión.	20
Figura 3.14 Destilación.	21
Figura 3.15 Titulación.	21
Figura 3.16 Incineración.	22

Resumen

Con la finalidad de encontrar alternativas de alimentación que favorezcan la eficiencia en la producción de carne de codorniz, en el presente trabajo se evaluó el efecto de la composición de la dieta sobre la ganancia de peso y contenido nutrimental de la carne. Empleando para ello tres distintas dietas, mismas que representaron los tratamientos del experimento, donde T1 correspondió a la dieta a base de grano de maíz, T2 a la dieta a base de grano de sorgo y T0 una dieta comercial.

El inicio del experimento se dio a partir de la cuarta semana de edad de un lote de 336 codornices macho, donde fue necesario formar 3 grupos de aves asignándole para ello un tratamiento de los antes mencionados a cada grupo. A partir del arranque de actividades del presente, los datos de ganancia de peso fueron tomados y registrados dos veces a la semana, cabe señalar que durante la realización del experimento no se tuvo ningún problema de tipo metabólico.

Al final del periodo de engorda, se obtuvieron los siguientes datos de pesos en gramos (g): T1 143.36 T2 143.63 y T0 122.66, lo cual indica que las dietas a base de maíz y sorgo favorece la ganancia de peso de las codornices en comparación con una dieta comercial.

Para la evaluación de calidad de la carne se sacrificaron tres codornices de cada tratamiento y se llevó a cabo las pruebas de laboratorio para la determinación de la composición nutricional, en este sentido y de acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio, con respecto a calidad de la carne no se encontró diferencia significativa por efecto de los tratamientos en porcentaje de cenizas, materia seca y proteína cruda, sin embargo, para contenido de grasa si hubo diferencia estadística por razón de los tratamientos.

CAPITULO I

1. Introducción

El crecimiento de la industria avícola ha incrementado considerablemente en los últimos años, gracias a las mejoras tecnológicas que se han venido introduciendo y al entusiasmo de los productores por mejorar la calidad de su producto para así obtener mayores ingresos. Cuando hablamos del sector avícola nos viene a la mente pollos de engorda, gallinas ponedoras, sin contar que hay otros rubros de menor escala, pero bastante productivos como lo es la cría de codorniz.

La codorniz (*Coturnix coturnix*) es un ave originaria de China y Japón, donde se criaban a principios del siglo XI por lo atractivo de su carne. Pero el interés económico en estas aves migratorias recién surge a partir de 1900, cuando los japoneses empezaron a criarla de forma comercial por considerarla como una carne exquisita.

El arte de criar, mejorar y fomentar la cría de las codornices bien sea para la producción de carne o de huevo de consumo y codornaza (heces fecales) se conoce con el nombre de coturnicultura, se trata de una actividad que se relaciona o abarca todo aquellos que trata con la domesticación y explotación de codornices con fines comerciales por medio de la venta de sus huevos y carne. Se estima que una codorniz puede llegar a poner aproximadamente entre 300 y 500 huevos por año, lo que quiere decir que llega a poner más de un huevo por día; además estas aves pueden llegar a tener una vida útil de tres años, exponiendo grandes perspectivas acerca de la industrialización y comercialización de la cría de estas aves.

Si bien es cierto que la falta de información para la crianza y manejo de esta especie aviar ha sido una de las principales causas por las cuales no ha tenido mucho auge en nuestro país, influyen también varios factores que limitan o mantienen por debajo los

parámetros productivos deseados, ya sea en producción de huevo o producción de carne.

La producción de carne es uno de los principales objetivos de la coturnicultura, basado en la excelente conversión alimenticia que presentan estos animales y el costo relativamente bajo al que pueden producirse los polluelos, y teniendo en cuenta además la gran capacidad de postura de esta especie, puede considerarse la producción de huevo como el segundo objetivo más importante.

La explotación de codorniz es tan importante que puede considerarse como una opción productiva y podría mostrar un nivel interesante de competencia directa con la producción de carne de pollo, o podría ser al menos una clara solución al abastecimiento del mercado de calidad para el suministro de carne exquisita a bajo costo.

1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la composición de la dieta en tres tratamientos sobre la ganancia de peso y composición nutricional de la carne de codorniz, con la intención de encontrar alternativas de alimentación que favorezcan la eficiencia productiva y económica.

1.1.1 Objetivos específicos

- Cuantificar y comparar la ganancia de peso de las codornices macho de acuerdo a la alimentación proporcionada en base a los tratamientos establecidos.
- Analizar muestras de carne en el laboratorio con alcance de representatividad de los distintos tratamientos, con la finalidad de encontrar el efecto de tratamiento sobre los parámetros de calidad nutrimental de la canal de codorniz.

1.2 Hipótesis

Ho. Hay efecto en al menos uno de los tratamientos establecidos en el proyecto sobre la ganancia de peso y/o contenido nutrimental de la carne de codorniz.

H1. No hay efecto en ninguno de los tratamientos establecidos en el proyecto sobre la ganancia de peso y/o contenido nutrimental de la carne de codorniz.

CAPITULO II

2. Revisión De Literatura

2.1 Historia

Durante el siglo XI esta especie empezó a ser domesticado como mascotas en China y en el siglo XII, las codornices fueron introducidas a Japón, donde su principal función continuó siendo la de deleitar con su presencia y el canto del macho, esta vez a la corte imperial.

De esta manera, la codorniz domesticada (*C. coturnix* japónica) empezó a mostrar sus extraordinarias cualidades; inclusive se dice que el emperador de Japón se alivió de tuberculosis, con un tratamiento que incluía el consumo de su carne.

En este mismo país, a partir de la segunda mitad del siglo XIX, la codorniz empezó a ser seleccionada con el propósito de producir carne y huevos. Durante la primera década de este siglo XIX, la crianza de la codorniz ya estaba tan extendida en Japón que incluso podemos afirmar que era parte de su esencia cultural.

El periodo comprendido entre 1910 y 1940, coincidió con la expansión imperial de Japón, por lo que las codornices domesticadas se establecieron en Corea, China, Hong Kong y todo el sureste de Asia. Luego esta especie paso a Europa y a Estados Unidos, donde se disemino por casi todos los países del mundo. (Basilio, 2020).

2.2 Clasificación taxonómica de *Coturnix coturnix*

La taxonomía es la ciencia que se encarga de clasificar los organismos, de nombrar y describir, de establecer los parámetros de diferencia, creando familias, ramas y conjuntos de razas, La taxonomía es estudiada bajo el sistema taxonómico de Linneo, en honor al biólogo Carlos Linneo (1707 – 1778).

Básicamente de la división de los organismos en 7 clases, llamadas Taxones: 1. Dominio 2- Reino, 3- Phylum, 4- Clase, 5- Orden, 6- Familia, 7- Género y 8- Especies (Martinez, 2010).

A continuación se enlista la clasificación taxonómica de la codorniz:

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Aves

Orden: Galliformes

Familia: Phasianidae

Subfamilia: Perdicinae

Género: Coturnix

Especie: C. japonica

(Valencia, 2011)

2.3 La codorniz japonesa (*Coturnix coturnix* japónica)

Es la especie más comercial para la producción de huevo y usada con fines de alimentación humana ya que tiene una eficiencia productiva en la que requiere 300 g de alimento para producir 12 huevos.

En la actualidad es difícil encontrar codornices japónicas puras pues los diferentes cruces con la línea Pharaon le han restado presencia.

En la búsqueda de mejorar la capacidad de producción de carne, algunos países, como Italia, Francia, España y Brasil, han seleccionado aves con mayor capacidad cárnica, logrando pasar de un peso vivo de 130 g para el macho a pesos de 300 g, y a pesar de que podemos tener algunas variaciones de color y tamaños no se han consolidado como una raza o especie diferente a la codorniz japonesa.

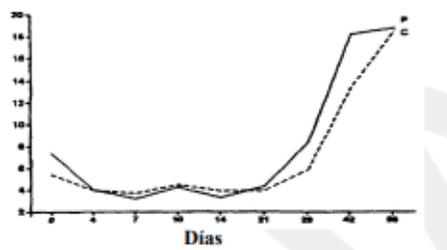
La ventaja de su cría en torno a la genética, es que esta ave no es un híbrido comercial, como en el caso de pollos y gallinas, con lo cual es posible reproducirla en la misma unidad productiva para obtener los reemplazos (Gonzalez, 2018).

2.4 Características de la codorniz

La codorniz japonesa madura en alrededor de 6 semanas y por lo general está en producción completa de huevo a alrededor de los 50 días de edad. Con un cuidado adecuado, las hembras deben poner 200 huevos en su primer año de postura (Randall y Bolla, 2010).

La carne de codorniz tiene un bajo contenido en grasa (aproximadamente 6%) aunque es muy importante vigilar la edad al sacrificio, ya que a partir de las 5 semanas aumenta rápidamente. Es una carne apreciada por su jugosidad y sabor. Normalmente se comercializa en fresco eviscerada, o conservada.

Grafica 2.1. Evolución del contenido en grasa con la edad en dos líneas de codornices japonesas (Marks, 1993)



En la codorniz, igual que en la perdiz o faisán, el nivel energético del pienso es muy importante porque condiciona la cantidad de alimento consumido por el ave e influye sobre el engrasamiento final de la canal. En la fase de inicio de la engorda, un régimen pobre en energía se compensa por un sobreconsumo de alimento, por ello, debe haber un buen equilibrio entre la energía de la dieta y su contenido en proteína. Según las recomendaciones en codornices sacrificadas a las cinco semanas de edad, la relación energía metabolizable/proteína para un nivel de 2.800 kilocalorías (kcal). debe ser de 96 para obtener el máximo crecimiento con una calidad óptima de la carne. En el periodo de engorda, durante las tres últimas semanas esta relación para el mismo nivel energético podría ser de 104 a 107 g (Shrivastav, 1982).

Cordero (2012), menciona que, las codornices son aves con altos requerimientos nutricionales; la mayoría de los productores utilizan formulaciones personales o simplemente compran alimentos balanceados de distribución comercial, los cuales en su mayoría son insuficientes para suplir los requerimientos particulares de la especie, por lo que los rendimientos productivos no son los ideales económicamente hablando, ni en el área de postura ni en la de engorde.

2.5 Requerimientos nutricionales

Para las fases de iniciación y crecimiento de codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japónica*), los requerimientos nutrimentales publicados por NRC (Nutrient Requirements of Poultry 1994) no cambiaron con respecto a los publicados anteriormente.

Aunque las aves requieren menos proteína en la dieta al avanzar su edad, el requerimiento para codorniz japonesa es de 24% para los periodos de iniciación y crecimiento (Portillo, 2011).

La carne de codorniz es suave y sabrosa, sin embargo, a pesar de ello es más común la venta de huevo en mercado, la carne de codorniz es una delicia gastronómica rica en nutrientes, incluso se habla se cierto efecto de la época del año sobre su sabor y calidad nutritiva, especialmente otoño e invierno.

Cuadro 2.1 Valor nutricional (por cada 100 g)

Elemento	Contenido	Unidad de medida
Calorías	106	Kcal
Proteínas	23	g
Grasas	1.6	g
Hidratos de carbono	0	g
Calcio	46	Miligramos (mg)
Hierro	7.7	mg
Magnesio	36	mg
Potasio	175	mg
Fosforo	179	mg

(Escalante, 2019).

2.6 Alimentación

Ya sea que se trate de codorniz japonesa seleccionada de tipo pesado o de codorniz sin seleccionar. En relación con el peso, como es lógico, está en razón del consumo y las codornices más pesadas consumirán más que las ligeras. También las hembras consumirán más que los machos. Las codornices pesadas hacia la quinta semana pueden consumir entre 30 y 35 g mientras que el consumo en las aves más ligeras es de unos 10 g. Entre estos valores, lo más frecuente es encontrar consumos de unos 20 g. Las codornices de puesta consumen entre 20 y 25 g. de alimento diario mientras que las reproductoras de carne pueden consumir entre 30 y 40 g. El consumo de agua en la codorniz es aproximadamente del 140% del consumo de alimento. Las necesidades de agua son especialmente elevadas durante las dos primeras semanas de vida (Laffolay, 1984).

El consumo de pienso en la codorniz, en relación a su peso, es máximo la primera semana y luego va disminuyendo hasta hacerse tres veces menor en la sexta. La ganancia diaria de peso es máxima hacia la tercera semana y luego disminuye. Entre la sexta y la octava semana, según las aves cae rápidamente ya que las aves alcanzan su peso adulto (Gorrachategui, 1996).

2.7 Rendimiento al beneficio de la codorniz japonesa

La retención de grasa en las codornices, comienza a ser significativa hacia las cuatro semanas. En codornices de engorde sacrificadas a las cinco semanas, según Shrivastav y Panda (1993), el contenido y el tipo de grasa de la dieta no influye ni en el rendimiento de la canal ni en el contenido de grasa abdominal, sin embargo, pueden afectar a la piel y al contenido graso del hígado (Garcia, 1996).

Cuadro 2.2 Rendimiento de codorniz

Característica	Peso	Unidad de medida
Peso vivo a la octava semana de edad	136 - 145	g
Peso de cascara	95.8 – 101.6	g
Rendimiento de cascara	68 – 69.4	%
Rendimiento de partes comestibles	72.3 – 73.7	%
Rendimiento de pechuga	36.15	%
Rendimiento de pierna y muslo	23.3 – 24.3	%
Rendimiento de espinazo	29.1 – 29.9	%
Rendimiento de alas	10.6 – 11.2	%
Rendimiento de viseras comestibles	4.18 – 4.42	%

(Marcial y Donato, 1991).

2.8 Parámetros productivos y reproductivos de la codorniz japonesa

Los parámetros de una producción se calculan con base a los datos del comportamiento productivo, ejemplo, la cantidad de huevo, peso corporal, huevos

producidos por ave, porcentaje de producción, porcentaje de mortalidad, conversión alimenticia, entre otros (Puga, 2020).

Los parámetros reproductivos son indicadores del desempeño del animal, obtenidos cuando los eventos reproductivos han sido registrados adecuadamente. Estos indicadores nos permiten identificar las oportunidades de mejora, establecer metas reproductivas realistas, monitorear los progresos e identificar los problemas y enfermedades reproductivas en estadios tempranos. La eficiencia reproductiva de un animal a lo largo de su vida está determinada por la edad al primer parto y por el intervalo entre cada parto subsecuente (INTAGRI, 2018).

- Periodo de incubación: 17 días
- Peso del huevo: 10 g.
- Peso al nacimiento: 7 g.
- Peso de macho adulto: 130 g.
- Peso de hembra adulta: 140 g.
- Período de crianza: 1 - 21 días de edad en piso
- Periodo de levante: 22- 44 días de edad en baterías
- Periodo de postura: 45-405 días de edad en baterías
- Edad al sexado: 21 días de edad
- Pre Selección: 21 días de edad
- Selección: 40 días de edad
- No. de hembras/macho: 2 - 4 hembras por macho
- Capacidad/ jaula: 14 hembras y 7 machos en apareamiento natural
- Vida reproductiva: 2 - 3 años
- Uso comercial: Primer año
- Producción de huevos: 300 huevos (Primer año)
- No. de generaciones/año: 4
- Tasa de postura: 82% anual
- % de sexos al nacer: 50% machos: 50% hembras
- No. hembras polluelos/ madre: 114 codornices hembra nacidas en el primer año

- Consumo Alimento: 25 - 30 g. por ave adulta /día
- Conversión alimenticia: 3 kilogramo (kg). de alimento por kilo de huevo producido (Marcial, 1995).

2.9 Sexado

El sexado es la diferencia sexual basada en las características morfológicas del animal. Las codornices presentan un fenotipo para cada sexo, la codorniz japónica y la Speckled Fawn (codorniz mutada) son sexables a los 21 días de nacida (99% de efectividad), pero también se puede realizar a los 17 días de edad, con un margen de error del 15%.

El pecho de las codornices hembras (plumas) es de color marrón claro, moteado con manchas oscuras. Los machos tienen el pecho de color marrón claro sin el moteado, además, en la base del pico inferior, las plumas de la codorniz hembra son de color blanco y la de los machos de color negruzco o marrón oscuro (Arrieta, 2021).

Estas características se ven claramente en la siguiente figura:



Figura 2.1 Diferencia hembra y macho

2.10 Codorniz para carne

El objetivo es producir un animal con un peso vivo adecuado, según el mercado a que se destine y con unos resultados técnico-económicos óptimos. La selección genética y la evolución de la producción industrial han hecho que las líneas destinadas a la producción de carne evolucionen rápidamente. En España se producen codornices con tres gramajes diferentes que se corresponden con pesos de sacrificio que oscilan entre 150 y 260 g. aproximadamente y con una edad de 40 días.

A veces las codornices pesadas se sacrifican con menos días y también con menos peso para obtener mejores transformaciones y una canal menos grasa. El índice de conversión se sitúa sobre tres, aunque es muy variable (de 2.5 a 3.8) y depende mucho de la selección genética, del peso y edad al sacrificio ya que se deteriora rápidamente a partir de los 35 días de vida (Gorrachategui, 1996).

2.11 Actualidad de la coturnicultura

La coturnicultura se ha extendido a casi todo el mundo, debido principalmente al exquisito sabor de la carne y huevo de la codorniz, además de sus cualidades productivas.

La explotación de la codorniz es mayormente por tradición al consumo de huevo, teniendo estos sistemas de explotación grandes ventajas, ya que:

- No requieren de grandes espacios.
- Necesitan poca mano de obra.
- Pueden ser desde familiar hasta comercial.

Tienen un alto nivel productivo, rusticidad, precocidad, y rápido crecimiento, pudiendo ser una proteína animal de fácil acceso y rápido retorno.

El valor comercial lo tiene la hembra para poner huevo, mientras que el del macho es bajo, lo cual lo hace accesible para su consumo en la misma unidad productiva. Puede ser usada para dar paso a investigaciones desde el punto de vista genético y productivo (Agro tendencia, 2020).

En España actualmente hay unos 225,000 ejemplares de codorniz común y se estima que estas poblaciones han registrado un descenso del 61% con respecto a los datos de hace 20 años, según la organización SEO/BirdLife (1998-2019).

La codorniz fue nombrada a principios de 2020 como Ave del Año por SEO/BirdLife y su socio portugués, la Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves (SPEA), tras una votación popular en la que compitió contra el aguilucho cenizo y el alcaudón real.

La codorniz cuenta con un alto nivel reproductivo. No obstante, el descenso de ejemplares que sufre hace que se prevea un declive superior al 50% en los próximos 10 años.

La codorniz está catalogada como especie de preocupación menor por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). No obstante, este nivel de protección es insuficiente, ya que “la situación de la especie es alarmante y su declive es tan grave que podría cumplir los criterios para ser catalogada como una especie en peligro”, según indica Ana Carricondo, coordinadora de Programas de Conservación de SEO/BirdLife (Quiñonero, 2021).

CAPITULO III

3. Materiales y métodos

3.1 Localización

El presente trabajo de investigación se desarrolló en Coahuila en el municipio de Arteaga, al sureste del estado, las coordenadas son: 101°50' 24" longitud oeste y 25°25'28" latitud norte, a una altura de 1,660 metros sobre el nivel del mar.

Para el desarrollo del presente experimento, se contó con las instalaciones y equipo necesario para el manejo de las aves, entre las que destacan la nave, 3 baterías con capacidad de 16 jaulas cada una, a su vez cada jaula contaba con una capacidad de máximo 10 aves pudiéndose en todo caso lograr alojar un total de 480 aves, sin embargo, para el experimento si se utilizaron las 3 baterías, pero solamente fueron requeridas para su uso 14 jaulas por batería, dado a que en cada jaula se asignaron 8 aves, lo que dio un total de 336 codornices macho empleadas para el trabajo de investigación.

Cabe señalar que, el lote de las 336 aves tenía cuatro semanas de edad al momento del estudio, y fueron previamente seleccionadas de un grupo mayor por diferencia de sexo, es decir, después del proceso de sexado se logró descartar a las hembras y un reducido número de machos que no mostraban buen aspecto físico y de salud.

Como variables de investigación se establecieron ganancia de peso al final de la prueba y la calidad de la carne con el sacrificio y análisis de laboratorio (porcentaje de materia seca, grasa, ceniza y proteína cruda).



Figura 3.1 Baterías de alojamiento para las codornices del experimento

3.2 Tratamiento

Se utilizaron tres diferentes tipos de dieta lo que permitió a partir de ahí establecer tres distintos tratamientos para la medición de las variables de investigación, a continuación, se muestra la información relacionada con los tratamientos y su distribución experimental.

Cuadro 3.1 Tratamiento

Tratamiento	Codornices asignadas	Dieta	No. Batería
T0	112	Comercial	2
T1	112	Base maíz	1
T2	112	Base sorgo	3



Figura 3.2 Ubicación de codornices para cada tratamiento



Figura 3.3 Codornices en jaula

3.3 Toma de datos para ganancia de peso

Como previamente se había mencionado, el estudio dio inicio cuando las codornices macho contaban con cuatro semanas de edad, por lo que fue necesario tomar y registrar los pesos como base de arranque, posterior a esto, y de acuerdo al diseño experimental, se procedió a la toma y registro de los datos de peso de inicio al final, sin embargo, también se registraron los pesos intermedios de acuerdo a las siguientes edades: 4.5, 5, 5.5, 6 y 6.5, lo anterior con la finalidad de apreciar el comportamiento de la ganancia de peso de las aves por efecto de las dietas a través del tiempo.

En el caso de la toma y registro de datos fue necesario una báscula digital gramera con capacidad de 1 g a 10 kg, además de una tabla de apoyo y formatos de registro o bitácora.

3.4 Sacrificio para estudio bromatológico

Al final del experimento y luego de haber registrado los datos del pesaje final, se tomaron de manera aleatoria tres aves por tratamiento para el sacrificio:

- El manejo previo al sacrificio se realiza paso a paso para obtener el mejor aprovechamiento de la canal siguiendo la metodología de sacrificio, a las codornices se les dejó de dar agua 10 horas antes del sacrificio, con el fin de evitar la acumulación de comida en el buche.

Posteriormente, las aves fueron bañadas en agua fría antes del corte del cuello (la yugular), para que la sangre tuviera una mayor concentración en el interior y pudiera mejorar el desangrado. Después del sacrificio, las codornices fueron colocadas de cabeza en conos para ayudar en el mayor desangrado posible, posteriormente se llevó a cabo el escaldado con agua a temperatura

de 55°C por 60 segundos, tiempo en el cual los poros son dilatados, facilitando el desplumado.

Después del desplume, vino el eviscerado a través de un corte a nivel abdomen, y luego el empaquetado y congelamiento.



Figura 3.4 Empaquetado de canal de codorniz.



Figura 3.5 Canal de codorniz.

3.5 Análisis en laboratorio

Para los análisis de laboratorio se pesaron diferentes cantidades de carne para cada uno de los análisis con tres repeticiones cada uno de los tratamientos para así evaluar y comprobar que tratamiento da una mejor calidad y contenido de nutrientes en la carne de codorniz:

- 5 g para determinación de grasa
- 1 g para determinación de proteína cruda
- 2 g para determinación de materia seca y ceniza



Figura 3.6 Peso de muestra de carne de codoniz.



Figura 3.7 Muestras de carne asignada a cada analisis.

3.5.1 Determinación de grasa por método Soxhlet.

Materiales y reactivos

- Muestra de carne.
- Cuchara.
- Papel filtro poro abierto.
- Embudos.
- Agua destilada.
- Vaso de vidrio Berzelius de 600 mililitro (ml).
- Ácido clorhídrico de concentración 4 molar (M)
- Aparato de reflujo Lacónico.
- Equipo manual o semiautomático para extracción (tipo Soxhlet).
- Vidrio de reloj o caja Petri.
- Estufa a 55°C.



Figura 3.8 Preparación para extracción

Procedimiento

1. Se pesaron 5 g de muestra.



Figura 3.9 Vaso Berzelius en aparato de reflujo

2. Se colocó la muestra en un vaso de Berzelius.

3. Se agregó 50 ml de HCL 4M.

4. 40 minutos en el aparato de reflujo.

5. Transcurrido el tiempo se sacó del aparato y agregamos 150 ml de agua destilada.

6. Se filtró y se lavó el residuo con agua destilada hasta quitar reacción ácida (papel tornasol).



Figura 3.10 Papel filtro

7. Luego de que el papel filtro se haya secado (usado en la filtración) sobre un vidrio de reloj en la estufa. a 55-60°C por 10 minutos.

8. Se enrolla el papel filtro fue colocado sobre el sifón.

9. La grasa es extraída por el método Soxhlet.

10. Al finalizar la extracción se pesa el matraz con la grasa para obtener los datos de esta prueba.



Figura 3.11 Proceso de extracción de grasa



Figura 3.12 Pesaje de matraz en balanza analítica

Cálculos:

$$\%EE = \frac{\text{matraz c/grasa} - \text{matraz solo}}{\text{g de muestra}} (100)$$

3.5.2 Determinación de proteína cruda por método Kjeldhal

Procedimiento

Digestión:

- 1 g de muestra sobre el papel filtro.
- Se coloca en un matraz Kjeldahl de 800 ml.
- Agregando 4 perlas de vidrio (para que este en ebullición constante).
- Añadiendo una cucharada de catalizador, mezcla de reactivo de selenio.
- Adicionando 30 ml de H₂SO₄ concentrado.
- Se conecta al aparato Kjeldahl en la selección de digestión.



Figura 3.13 Digestión

Destilación:

- Con 300 ml de agua destilada se diluyó el resultado de la digestión.
- Luego de esperar a que se enfriara.
- En un matraz Erlenmeyer de 500 ml. Se agrega 50 ml de ácido bórico al 4% y seis gotas de indicador mixto (rojo de metilo y verde de bromocresol).
- Se agrega al matraz Kjeldahl 100 ml de NaOH al 45% y seis granallas de zinc, no se agita.
- Se conecta a la parte destiladora del Kjeldahl.
- Se obtuvo 250 ml del destilado.

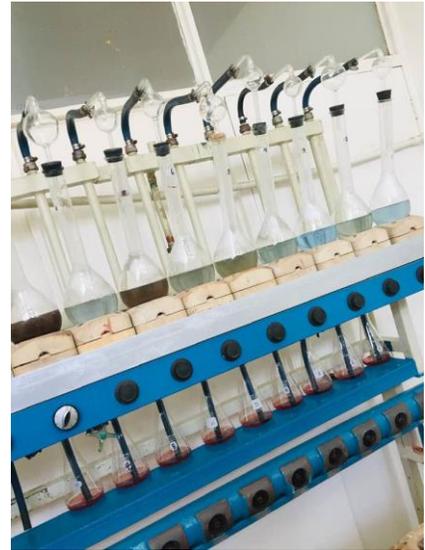


Figura 3.14 Destilación

Titulación:

- Titular con H₂SO₄ N 0.1 hasta que cambió de color de color azul a rojo.



Figura 3.15 Titulación

Cálculos:

$$\% N = \frac{(\text{ml gastados de muestra} - \text{ml de blanco}) (N \text{ del ácido})(0.14)}{\text{g de muestra}} (100)$$

- PC= (%N)(6.25)

3.5.3 Determinación de materia seca y ceniza

Materiales y reactivos

- Crisol de porcelana.
- Solución de acetato de magnesio al 15%.
- Baño María.
- Parrilla.
- Mufla.
- Desecador.
- Balanza analítica.

Procedimiento

1. Pre incinerar en parrilla del Kjeldahl hasta que ya no salga humo.
2. Pasar el crisol a la mufla, la cual debe tener una temperatura de 600°C por un periodo de tiempo de tres horas.
3. Sacar, enfriar y pesar.
4. Preparar un blanco, en un crisol, previamente pesado e identificado, con 1 ml de solución de acetato de magnesio al 15%.



Figura 3.16 incineración

Cálculos:

$$\% \text{ MS} = \frac{\text{peso del crisol con muestra seca} - \text{peso del crisol solo}}{\text{g de muestra}} (100)$$

$$\% \text{ C} = \frac{\text{mufla- peso de crisol solo}}{\text{g de muestra}} (100)$$

3.6 Variables a evaluar

3.6.1 Ganancia de peso

Esta se estimó a partir de la cuarta semana de vida tomando datos hasta las seis semanas y media de vida.

3.6.2 Calidad nutricional de la carne

Esta variable fue determinada realizando los análisis de laboratorio necesarios para obtener los resultados en los principales nutrientes de la carne.

3.6.3 Análisis estadístico

3.6.3.1 Ganancia de peso

Prueba de medias por el método de Tukey al 95%.

3.6.3.2 Calidad nutricional de la carne

Se usó un diseño completamente al azar.

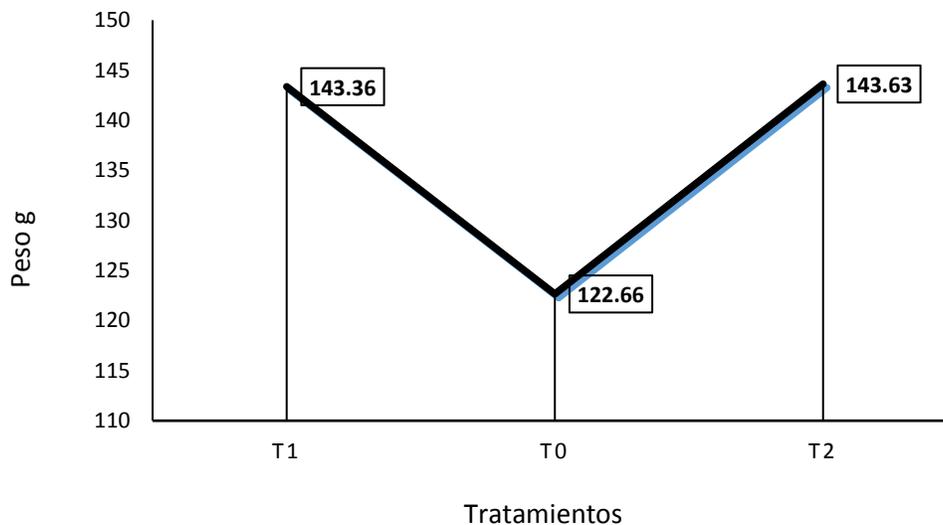
CAPITULO IV

4. Resultados y discusión

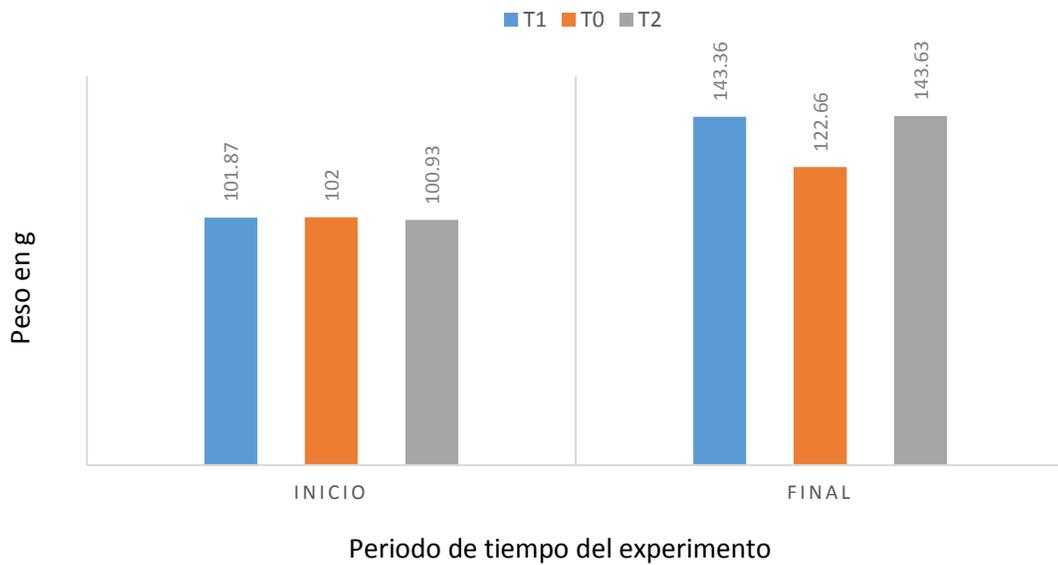
4.1 Ganancia de peso

Existe diferencia significativa sobre la ganancia de peso de la codorniz japonesa por efecto de los tratamientos 1 y 2 en comparación con T0, ya que el resultado final de los pesos fueron 122.66 g, 143.36 g y 143.63 g para T0, T1 y T2 respectivamente, lo cual indica que las dietas a base de maíz y sorgo favorece la ganancia de peso de las codornices en comparación con una dieta comercial, a continuación, se muestra de manera gráfica lo antes expuesto.

Grafica 4.1 Ganancia de peso final de los tratamientos

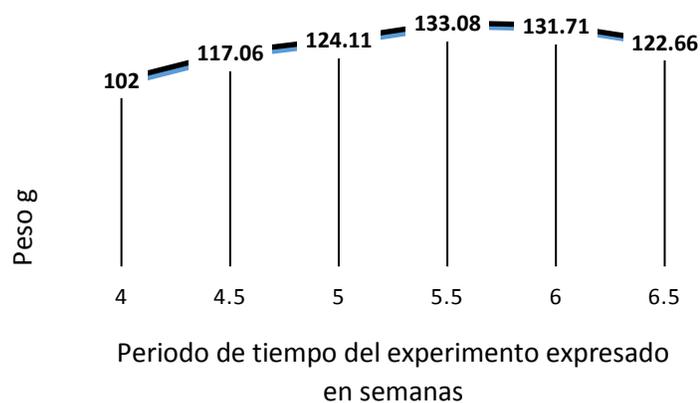


Grafica 4.2 Peso al inicio y al final del experimento

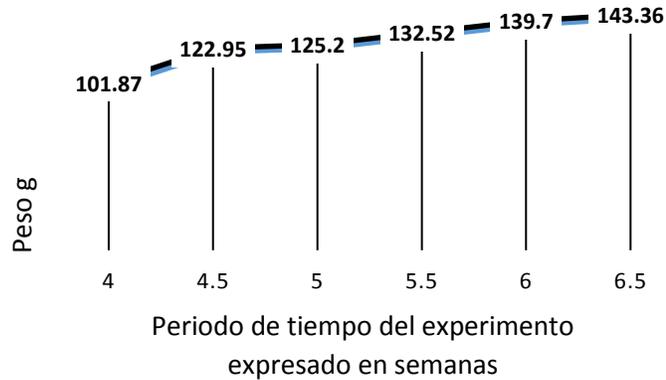


A continuación, se muestra una serie de gráficas correspondientes a los resultados obtenidos que permiten una mejor apreciación del comportamiento de la ganancia de peso durante el periodo de desarrollo del experimento por tratamiento.

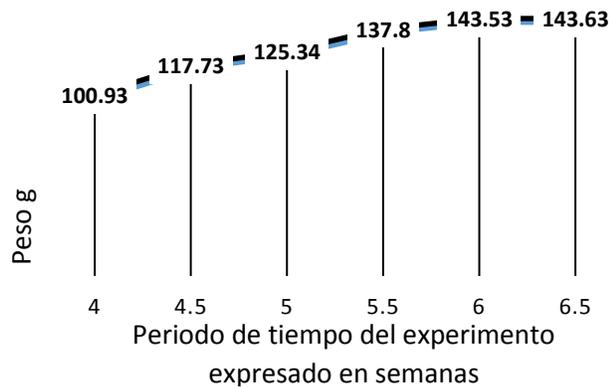
Grafica 4.3 Comportamiento semanal de la ganancia de peso de T0



Grafica 4.4 Comportamiento semanal de la ganancia de peso de T1



Grafica 4.5 Comportamiento semanal de la ganancia de peso de T2



De acuerdo a las gráficas anteriores se puede apreciar una buena ganancia de peso a través del tiempo en T1 y T2, no así para T0, ya que, tanto T1 como T2 proyectan una tendencia lineal positiva de la ganancia de peso sobre el tiempo, mientras que T0 marca solamente la tendencia positiva desde el inicio y hasta la mitad del experimento para posteriormente proyectar una tendencia negativa hasta el final del estudio, sin embargo, y de acuerdo al comportamiento que mostraron las ganancias de peso a través del tiempo y sobre la edad de las aves se puede considerar una serie de ajustes en los periodos de engorda, posiblemente a un menor plazo, pero siempre cumpliendo

con los requerimientos y especificaciones del mercado en precio y calidad, y buscando a su vez ahorro de tiempo, dinero y esfuerzo para el productor.

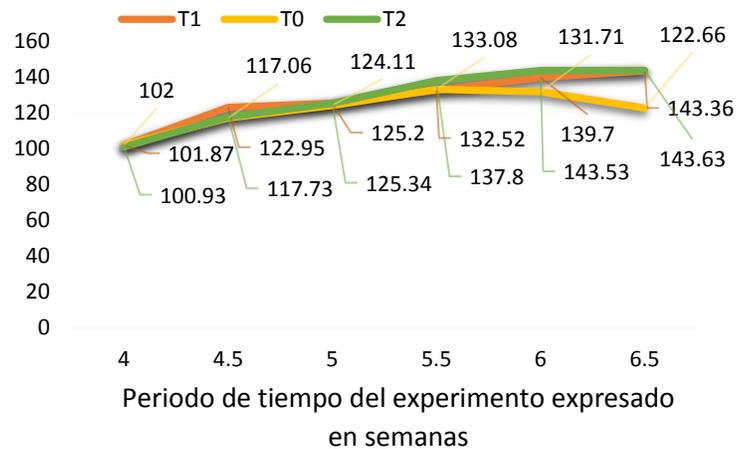
Específicamente, hablando del comportamiento de la ganancia de peso sobre la edad de las aves por efecto de los tratamientos, resulta lo siguiente:

T0 mostró diferencias de peso en gramos de 15.6, 7.05, 8.97, -1.38 y -9.05 para 4 a 4.5, 4.5 a 5, 5 a 5.5, 5.5 a 6 y de 6 a 6.5 semanas respectivamente, lo cual sugiere que, para dietas comerciales el ajuste del periodo de engorda de codornices japónicas podría ser solamente hasta la semana 5.

En T1 se observaron diferencias de peso en gramos de 21.08, 2.25, 7.32, 7.18 y 3.66 para 4 a 4.5, 4.5 a 5, 5 a 5.5, 5.5 a 6 y de 6 a 6.5 semanas respectivamente, de acuerdo a estos datos puede ser recomendable que el ajuste del periodo de la dieta sea hasta la semana 6, esto en razón del rango tan mínimo de diferencia de ganancia de peso en la última fase que corresponde a la edad de 6 a 6.5.

Para el caso de T2 se observaron diferencias de peso en gramos de 16.8, 7.61, 12.46, 5.73 y 0.10 para 4 a 4.5, 4.5 a 5, 5 a 5.5, 5.5 a 6 y de 6 a 6.5 semanas respectivamente, este comportamiento en la diferencia de peso se observa muy similar que el caso de T1, por lo que vale la pena tomar de igual forma las recomendaciones antes mencionadas para dietas a base maíz.

Grafica 4.6 Comportamiento semanal de la ganancia de peso de cada tratamiento

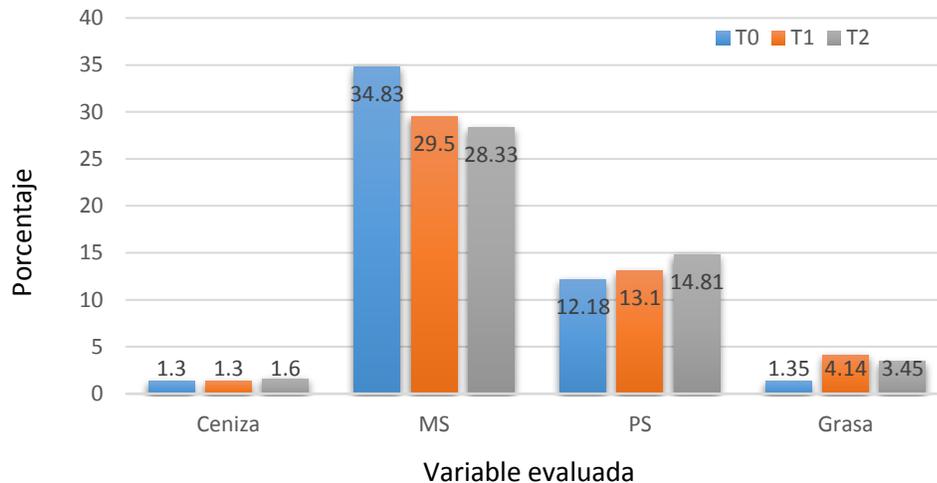


En un estudio (Díaz *et al.*, 2008) observaron que el peso promedio y la ganancia de peso se ven afectados en la octava semana; en relación al consumo de alimento, por supuesto aumenta, y al aumentar el tiempo de engorda la conversión alimenticia se desmejora significativamente en la séptima y octava semana. En este sentido se demuestra que a medida que la codorniz pasa de la sexta semana de alimentación se deterioran los parámetros marcadamente. Estos resultados coinciden con lo referido por diferentes autores (Dalmau, 1994; Obregón y Montoya, 1993), quienes coinciden en que a medida que aumenta el tiempo de engorda disminuye la eficiencia de los parámetros productivos y por consiguiente la rentabilidad de una explotación baja (Lázaro *et al.*, 2005).

4.2 Contenido de grasa, proteína cruda, materia seca y ceniza

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio con respecto a calidad de la carne se puede mencionar que no se encontró diferencia significativa por efecto de los tratamientos en porcentaje de cenizas, materia seca y proteína cruda, sin embargo, para contenido de grasa si hubo diferencia estadística por razón de los tratamientos, lo antes expuesto se puede apreciar en la siguiente gráfica.

Grafica 4.7 Resultados de análisis de laboratorio para calidad de carne expresado en porcentaje



Todos los buenos elementos que lleva consigo, hacen que esta carne magra sea altamente recomendada para personas con obesidad y colesterol alto. Al ser una carne magra, contiene muy poca grasa, esto quiere decir que se disfruta de una buena y nutritiva comida, a la vez que ingiere muy pocas calorías. La Fundación Española de Nutrición, asegura que una ración de codorniz conlleva sobre el 85% de la ingesta de proteína necesaria en una persona adulta (Grupo IFA, 2019).

El contenido en grasa de la canal en la codorniz japónica es bajo (4% a 21 días), pero aumenta muy rápidamente a partir de 21 días de edad. El contenido en proteína (20%) se reduce ligeramente a partir de los 14 o 28 días según la línea genética. Como resultado, los índices de conversión aumentan rápidamente con la edad y, por tanto, debe cuidarse la edad al sacrificio (Marks, 1993).

CAPITULO V

5. Conclusiones

En este estudio se observó que las ganancias de peso para codorniz japónica macho fueron mayores con dietas a base de maíz y sorgo a comparación de las dietas comerciales por lo que es recomendable tomar en cuenta la composición de las mismas.

De acuerdo al comportamiento que mostraron las ganancias de peso a través del tiempo y sobre la edad de las aves podría ser recomendable ajustar los periodos de engorda a un menor plazo, pero siempre cumpliendo con los requerimientos de mercado en precio y calidad, y buscando a su vez ahorro de tiempo, dinero y esfuerzo para el productor.

Es recomendable realizar otros estudios similares manejando diferentes plazos o periodos de tiempo para la engorda con la intención de comprobar lo antes expuesto o conocer de manera más detallada el comportamiento de la ganancia de peso y la calidad de la carne a través del tiempo y de acuerdo a la composición de la dieta.

Literatura citada

García, M Alimentación de aves alternativas: codornices, faisanes y perdices, Madrid, 7 y 8 de noviembre de 1996.

Clasificación taxonómica de la codorniz. (2011). Retrieved May 1, 2021, from Blogspot.com website: <http://crianzadecodorniz.blogspot.com/2011/06/clasificacion-taxonmica-de-la-codorniz.html>.

Martínez, N (Radio 5. (2010). Linneo y su sistema de clasificación biológica | RTVE.es. RTVE.es. <https://doi.org/337095>.

Cori, M. 2011. Factibilidad de uso de la carne de codorniz macho (*Coturnix coturnix japonica*) en la elaboración de productos cárnicos para consumo humano. Trabajo de Grado presentado para optar al título de Doctor en Ciencias. Facultad de Agronomía, UCV, Maracay, 293 p.

González, K. 2018. Principales razas de codorniz. En línea. Consultado el 08 de abril 2020. Disponible en: <https://zoovetesmipasion.com/avicultura/codorniz/razas-de-codornices/>

Otálora, R. 2017. Sistemas de producción de codornices. En: Revista digital Avinews. Disponible en: <https://avicultura.info/sistemas-produccion-codornices/>. Consultado el: 17/03/2020.

Fernando Puga. (2020, July 24). Parámetros productivos importancia en producción avícola. Retrieved May 6, 2021.

Laffolay, B. 1984. Les ingérés alimentaires journaliers en aviculture. Rec. Medecin Veterinaire. 160 (11), 1097 - 1115.

Quiñonero, D. (2021, January 14). El declive de las codornices. Retrieved May 1, 2021.

Ravel, P. 2006. Diagnóstico de las características productivas y reproductivas de la codorniz (*Coturnixcoturnix japónica*) en la zona central de Venezuela. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay. Venezuela.

Instituto Universitario de Tecnología del estado Portuguesa (IUTEP). 2018. Guía de la codorniz. Disponible en: <https://sites.google.com/site/vencedorespaneleros/guia-de-la-codorniz>. Consultado el: 17/03/2020.

Cumpa Marcial y Cueva Donato (1991) - Evaluación Comparativa de tres Programas de Alimentación en el Engorde de Codornices Machos (*Coturnix coturnix japónica L.*) De Carne.

Cumpa Marcial (1995): Estudio de Pre Factibilidad para la Producción de Huevos de Codorniz en el Departamento de Lima.

Oswaldo, D., & Pereira, G. (n.d.). *Guía para la producción de codornices y sus derivados.*

Gorrachategui, M., & García, M. (n.d.). *F E D N A MADRID, 7 y 8 de noviembre de 1996 XII curso de especialización FEDNA alimentación de aves alternativas: codornices, faisanes y perdices.* Retrieved.

Obregón, J. F. y L. A. Montoya. 1993. Comportamiento productivo y día óptimo al sacrificio de codorniz japonesa de engorda en batería. Facultad de Medicina veterinaria y zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa. www.uasnet.mx/centro/profesional/emvz/aves.htm PP52. Investigado el 24 de marzo de 2008.

Lázaro, R., Serrano, M., & Capdevila, J. (n.d.). Nutrición y alimentación de codornices Madrid, 7 y 8 de noviembre de 2005 xxi curso de especialización FEDNA 369 nutrición y alimentación de avicultura complementaria: codornices.

Codorniz, carne muy nutritiva baja en grasas | HCMN. (2019, August 6). Retrieved May 17, 2021, from Hay Cosas Muy Nuestras de Grupo IFA | HCMN.