



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC**

LICENCIATURA DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

TESIS

**USO DE UN PROBIÓTICO A BASE DE *Saccharomyces cerevisiae*
EN LA ENGORDA DE CODORNIZ JAPÓNICA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

EMMANUEL MACEDO PORCAYO

No. DE CUENTA: 1126467

DIRECTOR DE TESIS

DR. DANIEL CARDOSO JIMÉNEZ

ASESOR DE TESIS

DR. ANASTACIO GARCÍA MARTÍNEZ

TEMASCALPEPEC, ESTADO DE MÉXICO

JUNIO 2017

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor, Daniel Cardoso Jiménez, Director de la UAEM (UAP) Tejupilco y Director de la presente Tesis, por las facilidades brindadas en la planificación, desarrollo y culminación de la misma.

Al Doctor, Rolando Rojo Rubio catedrático de tiempo completo del Centro Universitario UAEM Temascaltepec por el apoyo brindado en el proceso de revisión de este trabajo.

Al Ingeniero, Luis Manuel Ríos García catedrático del Centro Universitario UAEM Temascaltepec por el apoyo brindado en el proceso de revisión de este trabajo.

Al Doctor, Anastacio García Martínez catedrático de tiempo completo del Centro Universitario UAEM Temascaltepec por el apoyo brindado en el proceso de revisión de este trabajo.

Así mismo, me permito agradecer de manera general al Centro universitario UAEM Temascaltepec y a todas las personas que de alguna manera colaboraron y apoyaron en la culminación de este trabajo.

DEDICATORIAS

A mis padres Mario y Clementina, por haberme dado la vida y por el empeño que realizaron para que yo pudiera estudiar y lograr un objetivo más, en mi vida, por su confianza, paciencia y apoyo moral.

A mis hermanos por su comprensión, motivación y el incondicional apoyo que siempre me han brindado.

Así mismo me permito dedicar este trabajo a todas las personas, familiares y amigos que me han apoyado y facilitado los medios necesarios para lograr este objetivo.

ÍNDICE

RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivo específico	3
III. JUSTIFICACIÓN.....	4
IV. HIPÓTESIS.....	6
V. MARCO TEÓRICO	7
5.1 Levadura de cerveza como alternativa en nutrición animal.....	7
5.1.1 Composición.....	7
5.1.2 Fibra	8
5.1.3 Levadura activa	8
5.1.4 Levadura inactiva	8
5.1.5 Levadura inactiva enriquecida.....	8
5.2 Probiótico <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	8
5.3 Preparaciones para el uso de levaduras vivas	12
5.3.1 Selección de cepas de levadura para uso probiótico	12
5.3.2 Mecanismos de acción de las levaduras probióticas.....	12
5.3.3 Efecto antisecretor contra las toxinas.....	13
5.4 Codorniz japonesa	15
5.4.1 Clasificación taxonómica	15

5.4.2 Clasificación taxonómica de la coturnix coturnix japonica	16
5.4.3 Codorniz japonesa	16
5.4.4. Origen.....	16
5.4.5 Características de la codorniz	17
5.4.6 Diferencia del macho a la hembra.....	18
5.4.7 El macho adulto.....	19
5.4.8 La hembra adulta	19
5.4.8 Aspectos importantes en la cotornicultura, según aquapec (2006).....	20
5.5 Ventajas de la cría codorniz	21
5.6 A continuación se detalla la anatomía y fisiología del aparato digestivo según ávila (1985).....	21
5.6.1 Boca	21
5.6.2 Esófago y buche.....	22
5.6.3 Proventrículo y estomago.....	22
5.6.4 Molleja	22
5.6.5 Intestino delgado	22
5.6.7 Ciegos	23
5.6.7 Intestino grueso	23
5.6.8 Cloaca	23
5.7 Órganos accesorios	23
5.7.1 Páncreas	23
5.7.2 Hígado y vesícula biliar	24
5.8 Anatomía y fisiología del aparato respiratorio	25

5.8.1 Fosas nasales:	25
5.8.2 Laringe	25
5.8.3 Tráquea y siringe.....	25
5.8.4 Pulmones	25
5.9 Anatomía y fisiología del aparato urinario	26
5.9.1 Órganos de los sentidos según echeverría (2004).....	27
5.9.1.1 La vista	27
5.9.1.2 El oído	28
5.9.1.3 El gusto	28
5.9.1.4 El olfato	28
5.9.1.5 El tacto	28
5.9.1.6 Manejo de las codornices.....	29
5.10 El despique.....	30
5.11 Crianza	31
5.11.1 Sistemas de crianza	32
5.11.2 Cría en baterías.....	32
5.11.3 Cría de pollito en piso.....	33
5.11.4 Desarrollo	33
5.11.5 La engorda	34
5.12 Comercio de la carne de codorniz.....	35
5.13 Finalidad de la granja producción de carne.....	36
5.14 Producción de carne	37
5.15 Composición.....	37

5.16	Parámetros productivos.....	39
5.17	Requerimientos nutricionales según salvador et al., (2005).....	41
5.17.1.	El agua	43
5.17.2.	Hidratos de carbono	43
5.17.3.	Grasas.....	44
5.17.4.	Proteínas	44
5.17.5.	Minerales.....	44
5.17.6.	Vitaminas.....	45
5.17.7.	Carotenos.....	46
5.18	Manejo sanitario	48
5.19	Síntomas o signos clínicos que indican la presencia de una enfermedad o de parásitos en las codornices.....	49
VI.	MATERIAL Y MÉTODOS	51
6.1	Localización de la zona de estudio.....	51
6.2	Duración del experimento.....	51
6.3	Material biológico	51
6.4	Equipo	51
6.5	Alimentación.....	53
6.6	Variables de estudio	53
6.7	Diseño experimental.....	54
VII.	RESULTADOS	55
7.1	Consumo de alimento	55
7.2	Ganancia de peso	56

7.3 Conversión alimenticia	57
7.4 Mortalidad.....	58
7.6 Peso vivo final	58
VIII. DISCUSIÓN	60
8.1 Consumo de alimento	60
8.2 Ganancia de peso	61
8.3 Conversión alimenticia	62
8.4 Mortalidad.....	63
8.5 Peso vivo final	63
IX. CONCLUSIONES.....	65
X. REFERENCIAS	66

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Parámetros productivos de codorniz.....	40
2. Necesidades nutricionales de la codorniz, según su etapa de crecimiento.....	47
3. Consumo diario de alimentación de codornices.....	47
4. Análisis de varianza de consumo de alimento utilizando cinco niveles de pro biótico en la engorda de codorniz japónica de 30 días de edad en Tejupilco de Hidalgo, Estado de México.....	55
5. Análisis de varianza de ganancia de peso de los 38 días de edad utilizando cinco tratamientos en la engorda de codorniz japónica en Tejupilco de Hidalgo, Estado de México.....	56
6. Análisis de varianza de conversión alimenticia utilizando cinco tratamientos en la engorda de codorniz japónica en Tejupilco de Hidalgo, Estado de México.....	57
7. Análisis de varianza del peso final de las codornices japónicas en Tejupilco de Hidalgo, Estado de México.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Características de la codorniz japónica.....	17
2. La diferencia del sexo de la codorniz.....	18
3. Hembra codorniz japónica.....	19
4. Aparato digestivo de la codorniz.....	24
5. Anatomía y fisiología del aparato respiratorio.....	26
6. Anatomía y fisiología del aparato urinario de la codorniz.....	27
7. El pesado de las aves.....	52

RESUMEN

Se realizó un experimento utilizando un probiótico denominado *Saccharomyces cerevisiae*, el cual se adiciono en el alimento en la etapa de finalización en codornices *Coturnix coturnix japónica*, para evaluar consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad y peso vivo final en Tejupilco México.

Los tratamientos fueron: testigo, 0.5, 1, 1.5 y 20 g (de probiótico) *Saccharomyces cerevisiae* / kg de alimento.

Se procesaron los datos a través del paquete estadístico SAS, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones (cada repetición de cuatro codornices de ambos sexos, dos machos y dos hembras) con un peso promedio final de 167.6 g de 42 días de edad aproximadamente, se les administro agua, alimento (160 g/día) con y sin probiótico, diariamente por 12 días.

Las variables de estudio fueron: consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad y peso vivo final. En dichas variables no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$).

Para la variable de consumo podemos observar que no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos sometidos a estudio, donde se obtuvieron los siguientes valores; obteniendo valores de 287, 285, 285, 272, y 282 g para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 respectivamente.

Para la ganancia de peso de igual manera no se observó diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos sometidos a estudio, donde se obtuvieron los siguientes valores; 58.25, 60.00, 61.50, 55.50 y 56.25 g para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 respectivamente.

Para la conversión alimenticia de igual manera no se observó diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos sometidos a estudio, donde se obtuvieron los siguientes valores; 4.92, 4.85, 4.77, 5.05 y 4.97 para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 respectivamente.

Para el peso vivo final de igual manera no se observó diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos sometidos a estudio, donde se obtuvieron los siguientes valores; 168g, 170g, 168g, 164g y 168g para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 respectivamente.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se ha generado escases de alimentos por la alta demanda de la población y el crecimiento urbano. Esta problemática ha afectado en México especialmente en la comunidad rural. Trayendo por consecuencia, la demanda de alimento de origen animal, lo que ha exigido la explotación de nuevas especies que sirvan como fuente de abastecimiento de los sustentos alimenticios de las comunidades, pueblos y grandes ciudades.

La cría de codornices dentro de la avicultura genera grandes cantidades de carne siendo una alternativa, para la solución de la demanda de alimentos de alto valor biológico para la alimentación del hombre, presentando ventajas en comparación de la producción de pollo de engorda, porque se puede tener en menor espacio además de generar menores costos de producción, entre otros, sin contar los beneficios que trae al consumidor por el consumo de proteína de alto valor nutricional y alta digestibilidad (Grepe, 2001).

La cotornicultura brinda grandes beneficios al hombre, porque tiene una eficiente producción, es resistente a enfermedades, dando por resultado buenos ingresos al productor. Siendo una alternativa para el sector agropecuario y la industria alimenticia (Grepe, 2001).

La cotornicultura es una rama de la de la avicultura encargada de la producción y explotación de codorniz. Siendo una actividad importante en México desde el año 1992, debido a que posee características sobresalientes en la explotación como alto rendimiento en la canal 75%.

Esta ave domestica alcanza un desarrollo precoz a los 35 a 42 días, por lo que se puede sacrificar en un lapso de tiempo breve, con parando con la producción de pollo, la carne de codorniz tiene mejor precio que la carne de pollo, esta ave se

adapta a casi todo tipo de clima, necesita un mínimo espacio para su alojamiento, son muy resistentes a enfermedades respiratorias, que causan graves daños en otras especies de aves domésticas (Grepe, 2001).

En la producción de carne de codorniz influyen varios aspectos como la genética, reproducción, sanidad y alimentación.

Este último representa entre el 60 a 80% del costo de producción por lo que es necesario adicionar probióticos, en la dieta como la levadura de *Saccharomyces cerevisiae* para promover el crecimiento en la alimentación animal y absorción de nutrientes, para disminuir el costo de producción y tiempo.

Por lo que se expone en esta investigación estudiar la producción de carne de codorniz japónica adicionando la levadura de *Saccharomyces cerevisiae*, para promover el crecimiento y reducir los costos de alimentación.

Se está utilizando la Levadura de cerveza, *Saccharomyces cerevisiae*, como uno de los aditivos que producen efectos beneficiosos en los pollos de carne, ya que mejora las variables productivas y la calidad de la canal, efectos que son dependientes de la dosis utilizada y el tiempo de administración de la misma. Incluso el reemplazo de parte del núcleo vitamínico mineral, por Levadura, mejorando las variables productivas, notándose, además, efectos positivos en la calidad de la canal. Distintas investigaciones se focalizaron en la combinación de Levadura y antibióticos, o incluso probióticos, y según las dosis utilizadas, se han encontrado mejoras en el peso de la canal y reducción de la grasa en las aves. Otras investigaciones verificaron los efectos de la pared celular de la Levadura, encontrándose que los mananoligosacáridos, uno de los componentes de la misma, tienen efectos beneficiosos en la salud de las aves, ya que son biorreguladores del tracto intestinal, con acción preventiva o curativa, manifestándose en mejoras en la producción sin dejar residuos en la canal.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar cuatro niveles de un probiótico *Saccharomyces cerevisiae* en la engorda de codorniz japónica, en Tejupilco de Hidalgo, Estado de México.

2.2 Objetivo específico

Determinar el consumo de alimento, ganancia de peso total, conversión alimenticia, mortalidad y peso vivo final de las codornices sometidas a cuatro diferentes niveles de un probiótico a base de *Saccharomyces cerevisiae*.

III. JUSTIFICACIÓN

El rápido crecimiento de la población en México ha generado escases de alimento de buena calidad. Trayendo por consecuencia, el aumento de la demanda de alimento de origen animal, exigiendo explotar nuevas especies que sirvan como fuente de abastecimiento para el sustento alimenticio de las comunidades, pueblos y grandes ciudades.

Por esta razón la presente investigación presenta una alternativa importante, ya que en nuestro país no existe una potencial explotación de la codorniz, que satisfaga las necesidades de consumo de esta ave.

Específicamente en el sur del estado de México no existen productores dedicados a esta explotación, que relativamente es nueva además de no requerir grandes costos de inversión económica como de infraestructura.

Observando que las condiciones ambientales que prevalecen en Tejupilco, México siendo adecuadas para la producción de codorniz, se estudió la adición de la levadura de *Saccharomyces cerevisiae* para maximizar la absorción de nutrientes en el tracto gastrointestinal y erradicar agentes patógenos en el sistema con la finalidad de producir más carne de codorniz en el menor tiempo y costo posible.

Teniendo un mecanismo de acción de competencia, por la adhesión en los receptores del epitelio intestinal y competencia de nutrientes con bacterias patógenas por un lugar del tracto intestinal actuando como barrera, al impedir el alojamiento de bacterias patógenas en el epitelio celular (Periti et al., 2001).

Al producir sustancias antibacterianas como el ácido láctico se impide el desarrollo de bacterias patógenas al acidificar el medio ya que las bacterias entero patógenas

se desarrollan y viven en pH 5.5 a 7.5 siendo su medio optimo el pH alcalino (Vandenplas et al.,2002).

Al estimular la inmunidad los probióticos tienen un efecto sobre el sistema inmunológico del organismo mediante dos vías la primera, migración y multiplicación de los microorganismos probióticos a través de la pared intestinal estimulando las partes más lejanas, y la segunda, por reconocimiento de organismos probióticos muertos como antígenos que puedan estimular directamente el sistema inmune (Lázaro, 2005).

IV. HIPÓTESIS

La respuesta productiva de la codorniz japónica se mejora con la adicción del probiótico *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta.

V. MARCO TEÓRICO

5.1 Levadura de cerveza como alternativa en nutrición animal

Las levaduras son hongos microscópicos, de 5 a 10 micras. Se consideran como organismos anaeróbicos facultativos. Su propagación es un proceso mediante el cual la levadura convierte al oxígeno y al azúcar, mediante un proceso denominado metabolismo oxidativo. La reproducción puede ser asexual (por gemación y fisión) y sexual (por ascósporas) (Castañeda, 2002).

La levadura de cerveza es un fermento que procede de la descomposición del gluten contenido en la cebada. Está constituido por un hongo, conocido con el nombre de "*Saccharomyces cerevisiae*" (Castañeda, 2002).

5.1.1 Composición

- Vitaminas hidrosolubles biotina y acido celulares complejo B.

Carece de minerales como el:

- Calcio
- Potasio
- Cobre
- Hierro
- Fosfatos zinc, selenio, cromo y molibdeno.
- Lípidos puede variar entre 4% y 7 % en base seca según las condiciones de propagación impuestas y las especies o cepas utilizadas. La especie *Saccharomyces cerevisiae* contiene una cantidad considerable de A. G. insaturados que ayudan a controlar el colesterol.

5.1.2 Fibra

La levadura de cerveza es rica en fibra dietaria siendo su valor de alrededor del 18% de la materia seca.

5.1.3 Levadura activa

Levadura viable con un conteo de 10 mil a 20 mil millones de células vivas por gramo esta levadura se utiliza principalmente como probiótico, muy aprovechado en monogástricos.

5.1.4 Levadura inactiva

Casi nula viabilidad, prácticamente 100 células vivas por gramo. Es apetecible debido a que en especies que no aprovecha o no toleran alimentos fermentados.

5.1.5 Levadura inactiva enriquecida

Se trata de aprovechar la biodisponibilidad, ya que esta enriquecida con micros minerales con la menor posibilidad de intoxicación por selenio, cromo, hierro, zinc, manganeso, cobre, molibdeno.

5.2 Probiótico *Saccharomyces cerevisiae*

La Levadura de cerveza, *Saccharomyces cerevisiae*, como uno de los aditivos que producen efectos beneficiosos en las aves mejorando las variables productivas y la calidad de la canal, efectos que son dependientes de la dosis utilizada y el tiempo de administración de la misma. Incluso el reemplazo de parte del núcleo vitamínico mineral, por levadura, mejora las variables productivas, notándose, además, efectos positivos en la calidad de la canal (Yang et al., 2007).

Esta vez se introduce el aspecto de un efecto benéfico sobre el hospedero y se enfatiza el requerimiento de viabilidad para los probióticos (Schrezenmeir *et al*, 2001).

En el 2003, Sanders llevó a cabo una revisión, donde la definición más reciente fue publicada en un encuentro de Expertos Consultores de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), los cuales definieron a los probióticos como microorganismos vivos que al ser administrados en cantidades adecuadas, confieren un beneficio saludable al hospedero. Aunque algunos aceptan el concepto de reemplazar las bacterias patógenas del intestino con bacterias benéficas, aún persisten dudas sobre la eficacia de los probióticos disponibles, muchas de ellas derivadas de experiencias sin éxito de los primeros productos probióticos, algunos de los cuales no dieron los resultados esperados. Sin embargo, los investigadores empezaron a estudiar la selección de bacterias, su habilidad para fijarse en el intestino y su uso en las diferentes etapas productivas (Castañeda, 2002).

La adición directamente a la dieta de microorganismos usados como promotores de crecimiento han proporcionado resultados variables expresados en los parámetros productivos; esto puede deberse a la diferencia en las cepas usadas, cantidad de la dosis, composición de la dieta, estrategias de alimentación y a la interacción con otros aditivos alimenticios en la ración diaria (Castañeda, 2002).

El comportamiento animal en respuesta a la adición de probióticos está influenciado por múltiples factores, entre los cuales se encuentran la dosis utilizada, edad, raza, tipo de explotación, uso de antibióticos, estrés y el ambiente de la crianza. Por esta razón es muy común encontrar respuestas variables al uso de probióticos, por lo que considerar estos factores es un punto crítico antes de utilizar estos productos (Castañeda, 2002).

Los probióticos han sido señalados como una alternativa al uso de antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. Aunque existen muchas definiciones, todas coinciden en señalarlos como microorganismos vivos que ejercen un efecto benéfico para el tracto intestinal del hospedero, sin perturbar las funciones fisiológicas normales.

Las características de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* microorganismo eucariota autorizado como nuevo aditivo para la alimentación animal. Puntualiza los modos de acción de la levadura, así como sus efectos positivos en términos de rendimiento productivo en varias especies monogástricas.

Los mecanismos involucrados en la actividad biológica y la facilidad de producción constituyen los principales criterios de selección de los microorganismos a emplear en productos probióticos. Las cepas de levaduras más empleadas como probióticos pertenecen a especies de los géneros *Saccharomyces*, *Kluyveromyces*, *Hansenula*, *Pichia* y *Candida*.

Su acción bioreguladora depende de la capacidad de colonización, lo que se produce por varios mecanismos, tales como: antagonismo microbiano con represión de las bacterias patógenas, estimulación de los sistemas inmunitarios de defensa del animal, fijación y eliminación de bacterias patógenas e incremento de la actividad enzimática específica.

Los aditivos de levaduras han sido empleados como alimento animal por más de cien años, así como para la prevención de enfermedades. Numerosas cepas de la especie *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* se han probado desde entonces empleando cultivos puros de células vivas, por su eficacia en el tracto digestivo.

En la actualidad, los probióticos constituyen un aditivo efectivo en la nutrición animal y se definen como cualquier preparación que contenga microorganismos viables y en cantidades suficientes para alterar la microbiota del hospedero, ejerciendo un efecto beneficioso sobre la salud.

Los aditivos alimentarios se adicionan en cantidades trazas a las dietas y son usados habitualmente en la alimentación animal con tres fines fundamentales: mejorar el sabor u otras características de las materias primas y piensos, prevenir ciertas enfermedades y aumentar la eficiencia de la producción animal.

Dentro de las características que deben presentar los aditivos biológicos se enumeran los siguientes: alta concentración de microorganismos viables, estabilidad en condiciones ambientales normales por un período no inferior a 30 días, capacidad de las cepas para colonizar el tracto digestivo, influir de modo favorable sobre la flora intestinal y el estado de salud de los animales (efecto sanitario) y mejorar los índices de producción (efecto zootécnico).

Dichas características son de gran interés para seleccionar microorganismos para su uso probiótico. Las levaduras no son huéspedes habituales de la biota microbiana digestiva en los animales monogástricos, por lo cual circula a lo largo del tracto digestivo en forma viva y activa sin adherirse a las paredes del mismo.

Las cepas que no tienen capacidad de adherirse al epitelio intestinal son eficaces como biorreguladores y su acción depende de su capacidad de colonización a través de varios mecanismos.

Estos mecanismos deben garantizar la diversidad de la biota en el intestino, a la cual la cepa probiótica tiene que adaptarse y mantenerse estable y activa para ejercer su acción y desarrollar, además, actividades específicas.

El estado de salud de los animales ha sido amenazado principalmente por enfermedades diarreicas de diversa etiología debido a cambios en la dieta y el estrés, lo cual afecta los parámetros productivos y el estado sanitario del mismo.

5.3 Preparaciones para el uso de levaduras vivas

5.3.1 Selección de cepas de levadura para uso probiótico

Los criterios más importantes de selección que han sido empleados para escoger cepas de levadura con características probióticas se agrupan por sus propiedades de resistencia, funciones y potencialidades, resaltando dentro de estos:

- Tolerancia a elevada acidez
- Resistencia a sales biliares
- Capacidad de colonización a células intestinales
- Efecto antagónico directo sobre enterobacterias y otras levaduras
- Efecto antisecretor contra las toxinas de microorganismos patógenos mediado por la producción de proteasas
- Efecto trófico en la mucosa intestinal mediante la producción de poliaminas
- Efecto inmunoestimulante

La selección de la cepa probiótica depende de los requerimientos del animal al que se le va a suministrar, debe garantizar la diversidad de la biota en el intestino y proporcionar estabilidad a su ecología, que puede ser trastornada por cambios en la dieta, estrés y ejercicio vigoroso (Landete, 2005).

5.3.2 Mecanismos de acción de las levaduras probióticas

El empleo de probióticos en el caso de las levaduras está dado por su capacidad de colonización, la cual se produce a través de diferentes mecanismos. Desde el punto de vista bioterapéutico, estos mecanismos pueden ser clasificados como

farmacocinéticos (resistencia a acidez gástrica, proteólisis y capacidad de alcanzar alta densidad de población en el tracto gastrointestinal) y farmacodinámicos (antagonismo directo, efecto antisecretor y efecto trófico). Efecto antagónico directo sobre enterobacterias y otras levaduras (Gárriz et al., 2003).

Se ha informado que la levadura no actúa destruyendo de forma directa a los microorganismos causantes de la diarrea (bacterias, hongos, parásitos), sino que previene la inflamación del intestino al interferir en la unión de los microorganismos patógenos con las células del intestino (Gárriz et al., 2003).

5.3.3 Efecto antisecretor contra las toxinas

Las toxinas microbianas, por lo general, se unen a receptores específicos en células epiteliales intestinales e inducen cambios que resultan en pérdida de agua y electrolitos. El efecto antisecretor de la levadura está dado por la acción específica sobre la unión de estos compuestos a su receptor intestinal o por su degradación mediante actividad proteásica (Gárriz et al., 2003).

Las proteasas son enzimas degradativas que catalizan la hidrólisis total de proteínas, llamadas también peptidasas por hidrolizar enlaces peptídicos. Juegan un importante papel en todas las funciones orgánicas, son necesarias para el crecimiento y diferenciación celular, en procesos de recambio de proteínas, secreción de compuestos a través de las membranas celulares y la maduración de enzimas y hormonas, entre otras. También refieren que las proteasas producidas por levaduras, generalmente son capaces de actuar en un amplio rango de valores de pH (4 a 11), aunque son menos termoresistentes que las proteasas bacterianas.

Algunas levaduras segregan cantidades apreciables de proteasas, pero las del género *Saccharomyces* sólo tienen actividad de este tipo limitada. Se plantea que la levadura *S. boulardii* en altas concentraciones tiene dos mecanismos de actividad

antisecretora que actúan sobre las toxinas bacterianas. Esta levadura produce dos proteínas de diferentes pesos moleculares: 54 Kda y 120 Kda, respectivamente. Esta última no presenta actividad proteolítica y compite específicamente contra la hipersecreción inducida por *V. cholerae* y *E. coli* enterotóxica, reduciendo la formación de AMP cíclico en las células intestinales (Ochoa *et al.*, 2002).

Durante algunos años, se ha venido recomendando que los microorganismos susceptibles de emplearse como aditivos fueran especies o cepas vivas de microorganismos capaces de adherirse a las células epiteliales y multiplicarse.

Sin embargo, las levaduras y otras bacterias como el *Bacillus cereus* se han mostrado plenamente eficaces, dependiendo su acción de su capacidad de colonización y no de adherencia. Los aditivos probióticos deben reunir los siguientes criterios generales para ser considerados útiles: capaces de ser producidos en forma viable y en gran escala, durante su uso y almacenamiento deberán permanecer viables y estables, sobrevivir en el ecosistema intestinal y el huésped animal deberá verse beneficiado por albergar un probiótico. Los diversos mecanismos que desarrollan los probióticos de levaduras han permitido obtener efectos deseables en animales con beneficios en la estimulación enzimática y mecanismo de defensa intestinal, actuando en la unión de toxinas a receptores intestinales mediante la producción de proteasas, en la actividad inmunoestimulante y efecto antagónico dentro de otras acciones. Estos mecanismos han provocado un efecto saludable en los animales empleando levaduras como aditivo probiótico, para evitar fundamentalmente enfermedades de diarreas de diversa etiología con mejoras en su estado sanitario y en los parámetros productivos. Se concluye que el empleo de aditivos probióticos de levadura constituye una alternativa factible en la alimentación animal (Ochoa *et al.*, 2002).

Los resultados obtenidos han demostrado que algunos lactobacilos usados como probióticos son capaces de estimular el sistema inmune mediante dos vías: La primera, migración y multiplicación de los microorganismos probióticos a través de la pared intestinal estimulando las partes más lejanas, y la segunda, por reconocimiento de organismos probióticos muertos como antígenos que puedan estimular directamente el sistema inmune (Lázaro, 2005).

Así adicionando 0,6 % de Levadura de cerveza a una ración iniciador en la dieta de las aves, se obtienen diferencias significativas tanto en la Ganancia de Peso como en la Conversión Alimenticia, Igualmente, cuando esas aves recibieron 0,3 y 0,5 % de *Saccharomyces cerevisiae* en las raciones de iniciación y terminación entre los 18 y 50 días de vida, se vieron mejoradas las variables productivas mencionadas anteriormente. En otro trabajo, en pollos de carne, se observaron mejoras en la Ganancia de Peso y la Conversión, al incorporar 0,9 % de este aditivo, con respecto a 0,6% y control. Coincidentemente, cuando se incluyó este aditivo a niveles de 0,1 o 0,2 % de cultivo de Levaduras de Cerveza viva, adicionada en la dieta de pollos, las aves que habían recibido los mayores valores de este aditivo, mostraron mejor Ganancia de Peso, aunque no se encontraron variaciones en el peso de algunos órganos, como riñón, hígado, timo, bolsa de Fabricio ó de la canal, órganos que tuvieron iguales pesos a los controles (Churchil et al., 2000; Yang et al., 2007).

5.4 Codorniz Japonesa

5.4.1 Clasificación taxonómica

La codorniz pertenece al grupo de las Gallináceas, familia Phasianoidea y especie *Coturnix coturnix*.

Esta ave es destinada a la producción de carne por su mayor peso corporal. *Coturnix coturnix japonica*: es la codorniz japonesa que anida en la isla de Sakhaline y en el archipiélago del Japón y emigra a Siam, Indochina y Taiwán (Valencia, 2015).

5.4.2 Clasificación taxonómica de la *Coturnix coturnix japonica*

Reino: Animal

Tipo: Vertebrado

Clase: Ave

Subclase: Carenadas

Orden: Gallináceas

Familia: Phasianidae

Género: *Coturnix*

Especie: *coturnix japonica*

Nombre común: Codorniz ficina (Robbins, 2016)

5.4.3 Codorniz Japonesa

La codorniz japonesa es un ave resistente que se desarrolla en jaulas pequeñas y son económicas de mantener. Se ven afectadas por las enfermedades comunes de las aves, pero son bastante resistentes.

Actualmente es difícil encontrar Japónicas puras en el mundo, pues sus diferentes cruces con la "Pharaon" le han restado presencia (Aquapec, 2006).

5.4.4. Origen

La codorniz es originaria de China y Japón son aves de tamaño pequeño; el macho presenta la garganta de color canela intenso o marcada con algo de negro en la barbilla. (BirdLife International, 2012).

5.4.5 Características de la codorniz

La hembra es de color crema claro durante toda su vida. Los machos jóvenes son muy similares a la hembra. Pero al crecer se diferencian con un color canela oscuro llega hasta las mejillas y el abdomen (ver figura 1) (Botanical-Online, 2015).



Figura 1. Características de la codorniz japónica

5.4.6 Diferencia del macho a la hembra

La diferenciación del sexo se basa, principalmente, en las características morfológicas del animal. Las codornices presentan un fenotipo para cada sexo, el sexo se puede determinar a los 21 días de nacidas con un 99 % de certeza y a los 15 días con un margen de error de 15 % (Perrins, 2006).

Como se observa en la figura 2. La diferencia del sexo de la codorniz



Figura 2. La diferencia del sexo de la codorniz

5.4.7 El macho adulto

Su peso oscila entre 100 y 140 gramos y se puede identificar por el color de las plumas o por la glándula ubicada en el proctodeo, esta es una estructura bulbosa localizada en la parte superior de la cloaca que al hacerle presión excreta un fluido cremoso, mediante una glándula impar se logra el proceso de la reproducción, ya que en esta se almacena semen. En machos jóvenes se desarrolla a la quinta y sexta semana (Centro de Estudios Agropecuarios, 2001).

5.4.8 La hembra adulta

Pesa un poco más que el macho, de 120 a 160 gramos, el color del plumaje es similar al del macho pero en el pecho presenta plumas más claras y con pequeños puntos negros (Centro de Estudios Agropecuarios, 2001). Como se observa en la figura 3.



Figura 3. Una hembra de codorniz japónica con sus características

5.4.8 Aspectos importantes en la cotornicultura, según Aquapec (2006)

En ocasiones la avicultura tiende a agotarse en las especies tradicionales como gallinas, patos o gansos.

Muchas veces encontrar una alternativa puede resultar ventajoso para aquellos productores que buscan extender su mercado. La cría de codorniz es una opción acertada si se desea invertir poco capital para obtener buenas ganancias en un tiempo relativamente corto.

La cría de codorniz es una actividad viable, que puede iniciarse con poco dinero. Muchos criadores comienzan su criadero de codorniz criando de 60 a 1000 codornices en lugares poco convencionales, como el jardín de la casa.

La codorniz no necesita vitaminas ni suplementos. Por ser un ave de un costo relativamente bajo, no se justifica invertir dinero en estos, pues la mejoría es tan baja que es muy difícil encontrar el retorno.

Esta ave es rústica, de color grisáceo, resistente a enfermedades, así es la codorniz, una pequeña ave silvestre que ha pasado de ser una pieza de caza poco apreciada a convertirse en una gran productora de carne (que tiene bajo tenor graso y alto poder nutritivo y digestivo) y huevos (apreciados por ser ricos en proteínas, vitaminas, hierro y por poseer bajo porcentaje de colesterol).

De esta gran familia que son las codornices se distingue una en particular, la Codorniz Japónica. " Quizás es la más pequeña de su especie pero es también la mayor productora de huevos de todas ellas, teniendo una capacidad genética hasta de 1.5 huevos diarios lo que la hace la más productiva de las codornices; en total al

año produce desde 300 a 500 huevos, sin descansar y es más, tan sólo a los cuarenta y cinco días de edad.

De manejo sencillo y bajos costos de producción, la codorniz se ha convertido en una herramienta para mejorar la calidad alimenticia de las mesas populares y para generar ganancias considerables a los productores.

5.5 Ventajas de la cría codorniz

- Poca competencia
- Producción altamente intensiva
- Bajo costo de Instalaciones, lo que permite aplicar tecnología de punta
- No requiere conocimientos especializados
- Margen de rentabilidad alto, por tratarse de productos poco tradicionales
- Los huevos de la codorniz son más ricos en vitaminas y minerales más que los de gallina y de mejor sabor.

Las hembras pesan 10 a 20 gr. más que los machos. Producción de carne: - A los 35 a 40 días pesan 90-110 gr. - A los 40-50 días 115-120 gr. - A los 6 meses 180 gr (Burdisso, 2012).

5.6 A continuación se detalla la anatomía y fisiología del aparato digestivo según Ávila (1985).

5.6.1 Boca

Posee glándulas salivales, la saliva contiene enzimas amilasa (ptialina), su función es lubricar de modo que facilite el paso de alimento; esta provista de la lengua que empuja el alimento al esófago.

5.6.2 Esófago y buche

Continúa desde la boca y conecta al buche, con la función de almacén y da paso al alimento al aparato digestivo. En este órgano el alimento se remoja con agua y saliva de la boca; el buche permite consumir grandes cantidades de alimento, da un balance favorable para los microorganismos del tracto gastrointestinal por la concentración de ácido láctico indicando que predominan los (lactobacilos).

5.6.3 Proventrículo y estomago

Contiene glándulas que secretan jugo gástrico, las células glandulares secretan el ácido clorhídrico y pepsina encima que ayuda a la digestión de la proteína. El alimento mezclado con jugo gástrico va a la molleja.

5.6.4 Molleja

Es el estómago verdadero; la molleja es un órgano redondeado y de paredes fuertemente muscular, con movimientos para triturar los alimentos con ayuda de (grit) para pasar el alimento al intestino. En la molleja se encuentran enzimas como la pepsina procedente del proventrículo. El pH es de 2 a 3.5 óptimo para una digestión péptica.

5.6.5 Intestino delgado

Es corto y el alimento pasa por el asa duodenal y dentro de esta se encuentra el páncreas que contienen las enzimas (amilasa, tripsina, lipasa) donde continúa el proceso de absorción y digestión.

5.6.7 Ciegos

Son similares al intestino delgado excepto que sus vellosidades no son tan largas, su función es la fermentación microbiana de la fibra del alimento que genera ácidos grasos volátiles, se localizan entre el intestino delgado y el grueso.

5.6.7 Intestino grueso

Es corto y absorbe agua. Es la unión de este con el intestino delgado, existen dos ciegos bien definidos, donde se realiza un poco de la digestión bacteriana de la fibra. Es la parte final donde los minerales y el agua se absorben y la fibra es fermentada por microorganismos, produciendo ácidos grasos volátiles aportando energía para el animal.

5.6.8 Cloaca

Cloaca: es un órgano que puede considerarse como vestíbulo del aparato genital (oviducto) y, a la vez, desembocadura del aparato digestivo y del aparato urinario. Por allí se evacúan los excrementos sólidos y líquidos durante la defecación.

5.7 Órganos accesorios

5.7.1 Páncreas

Ya que yace en el asa duodenal, vierte el jugo pancreático que contienen amilasas, quimotripsina, tripsina, carboxipeptidasas y lipasas en los conductos pancreáticos que se vacían en el duodeno y actúa sobre carbohidratos, grasas, proteínas y toda la digestión del almidón.

5.7.2 Hígado y vesícula biliar

Es grande y bilobulado con conductos que se dirigen hacia el duodeno directamente a través de la vesícula biliar, cuya secreción es ácida, muy rica en amilasas y lipasas y, por lo tanto, eficiente en la digestión y absorción de grasas.

La anatomía del aparato digestivo de la codorniz se observa en la figura 4.

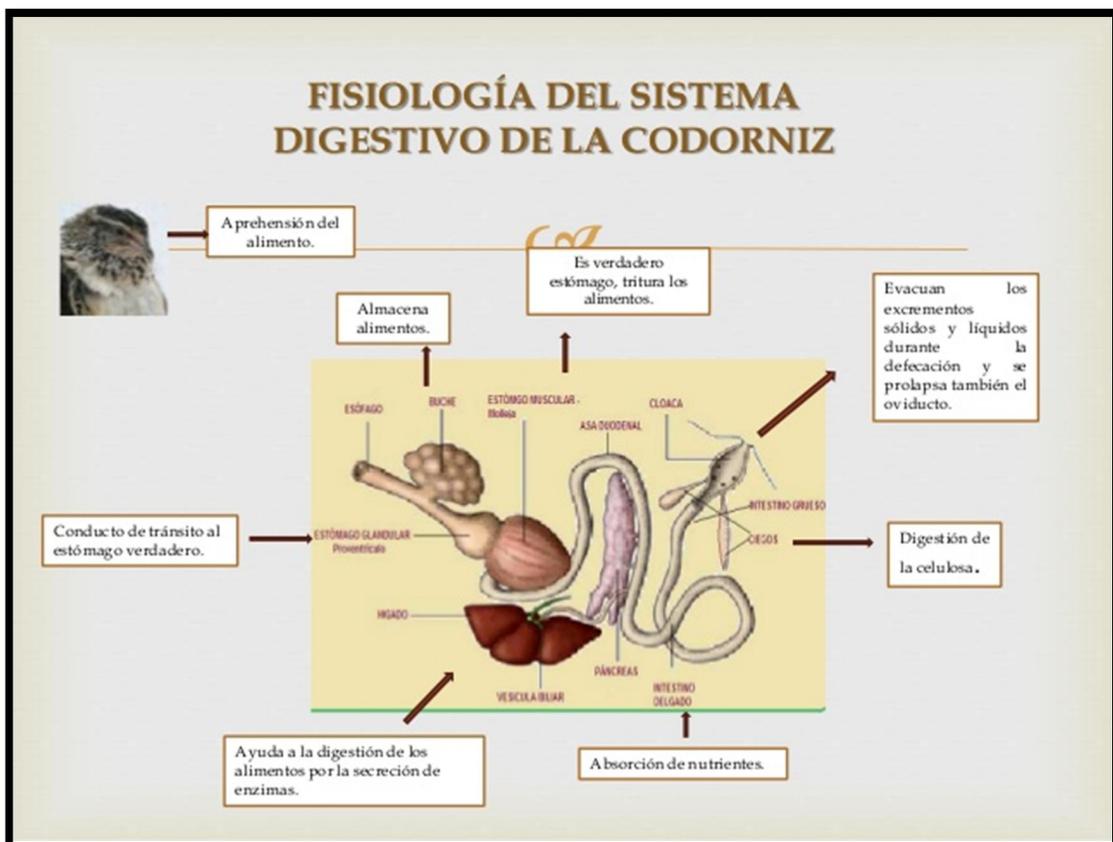


Figura 4. Aparato digestivo de la codorniz

5.8 Anatomía y fisiología del aparato respiratorio según

<http://www.slideshare.net/CSSMAV/la-codorniz-monografia-aybar-valencia>

5.8.1 Fosas nasales

En la codorniz las fosas nasales presentan dos aberturas externas situadas en la base del pico (valva superior). Las aberturas nasales están protegidas por finas plumas que actúan de filtro ante la penetración de partículas extrañas. Cuando el animal necesita una respiración rápida e intensa (disnea) abre el pico y practica la llamada respiración jadeante.

5.8.2 Laringe

Comunica el paladar duro y, por tanto, las fosas nasales con la tráquea; limita con la faringe. Su papel principal es la conducción del aire.

5.8.3 Tráquea y siringe

Es un conducto paralelo al esófago que comunica la laringe con ambos pulmones y la siringe se localiza en la bifurcación de la tráquea. En estos órganos ocurre el fenómeno del canto.

5.8.4 Pulmones

Son los órganos principales de la función respiratoria. Están divididos en pequeños lóbulos conectados por los bronquios y éstos, a su vez, están comunicados con la tráquea.

Están divididos en pequeños lóbulos conectados por bronquios y estos, a su vez, están comunicados en la tráquea. En la codorniz es típico el escaso desarrollo de los pulmones Sacos aéreos: son reservorios que conectan el aparato respiratorio

El aparato respiratorio de las aves se observa en la Figura 5.

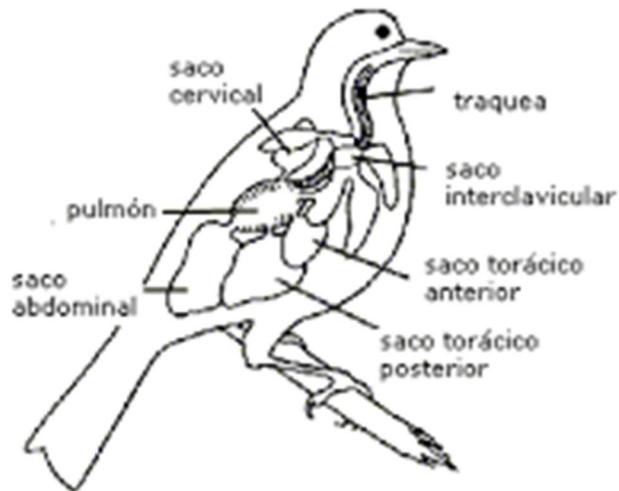


Figura 5. Anatomía y fisiología del aparato respiratorio

5.9 Anatomía y fisiología del aparato urinario

Los órganos de los aparatos urinarios y genital están relacionados en las aves desde las primeras edades embrionarias. En la codorniz la diferenciación sexual tiene lugar en el quinto día de la incubación. Si bien el brote genital ha surgido dos días antes de la incubación. (<http://www.slideshare.net/lascarro1/manual-ica-codornices>).

Como se observa en la figura 6. La Anatomía y fisiología del aparato urinario de la Codorniz.

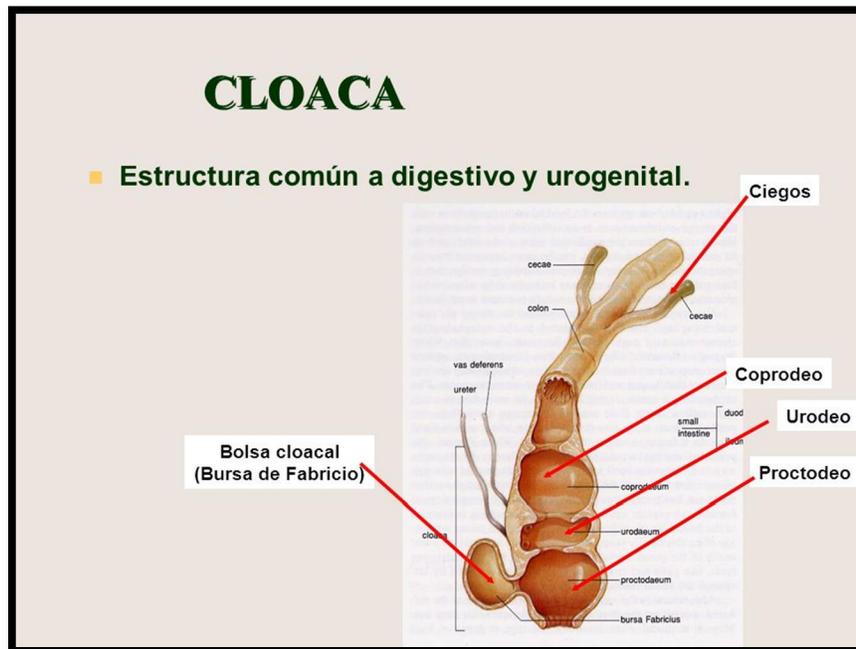


Figura 6. Anatomía y fisiología del aparato urinario de la codorniz.

5.9.1 Órganos de los sentidos según Echeverría (2004)

5.9.1.1 La vista

En la codorniz tiene un gran desarrollo el ojo no es esférico sino que ofrece una gran concavidad alrededor de la córnea. Respecto a la relación entre la iluminación y la conducta de las codornices, se ha demostrado que la iluminación del ambiente estimula su búsqueda de alimento.

5.9.1.2 El oído

Es muy difícil señalar los límites de la capacidad auditiva en esta especie animal, aunque se tiene la impresión de que la sensibilidad auditiva es muy inferior a la de los mamíferos, es decir, no oyen por encima de frecuencias mayores a 400 Hz (Sánchez, 2004).

5.9.1.3 El gusto

Parece ser que en la codorniz la selección de los alimentos se establece más por las sensaciones gustativas que por la impresión olfativa y táctil. Desde el punto de vista anatómico, se sabe que las codornices cuentan con formaciones llamadas 'botones gustativos', situados en la base de la lengua y la faringe y relacionados directamente con las glándulas salivales.

Las formaciones gustativas aumentan en las aves domésticas y, de acuerdo con la edad, se acentúa la sensibilidad gustativa.

5.9.1.4 El olfato

El olfato de la codorniz se encuentra adecuadamente desarrollado, quizás más que en ninguna otra gallinácea, con el fin de colaborar en la ingestión del alimento y en la percepción de señales de alarma.

5.9.1.5 El tacto

En la codorniz se encuentra bien desarrollado este sentido, de forma tal que le permite al ave captar estímulos a distancia a través de las plumas.

5.9.1.6 Manejo de las codornices

Después de 30 días de nacidas las codornices, las naves deben cumplir lo siguiente, según (Díaz *et al.*; 2004):

- Tener menor iluminación (luz tenue en toda la nave), separar las aves por sexo (sexar animales) (Díaz *et al.*; 2004).
- Poseer una temperatura máxima de 20 °C (lo ideal es de 16 a 17 °C, con 70% humedad relativa (Díaz *et al.*; 2004).
- Contar con una ventilación normal: se puede permitir corrientes de aire con una entrada y salida. Tener 3.5 m ancho por 5 m de largo, con una capacidad de 200 codornices por m² (Díaz *et al.*; 2004).
- La proporción adecuada para la reproducción es de un macho para cada 3 hembras (se considera una codorniz adulta a los 40 días de edad).
- La codorniz empieza a poner sus huevos a la octava semana de edad, pero puede ser a la séptima semana de edad cuando se somete a iluminación artificial.
- La iniciación de codornices se realiza bajo criadoras de campana, en locales especiales y solamente dura 13 días (regularmente se coloca una delgada cama de paja).
- El índice de mortalidad en esta etapa es muy reducido, después de los 13 días, pueden dejarse en el mismo sitio durante un tiempo más, ampliando el círculo que conforma el cerco y posteriormente se colocan en baterías.

- La viabilidad durante la etapa de iniciación y cría es muy alta. Dando los bajos índices de mortalidad el 90% de las hembras, iniciadas, llegan a la postura.
- Con una producción de 200 a 300 huevos por año normalmente. El promedio de peso a la edad adulta es de 160 gramos y en canal 110 gramos, para la raza japonesa.
- Es importante indicar que en el espacio que ocupan 110 gallinas se pueden tener 1250 codornices (Pérez y Pérez., 2004).

5.10 El despique

Es la práctica que consiste en cortar el extremo del pico, de manera que este no vuelva a crecer a su tamaño normal, se recomienda realizar esta labor a los 7 días de edad por ser el momento más en términos de reducir el estrés y tener un manejo con aves pequeñas.

Se utiliza un despicador que tiene un orificio central de 4 milímetros de diámetro y una lámina con función cortante y un cauterizante que debe tener una temperatura de 1500 grados, se introduce un cuarto del pico para el corte.

Para un buen despique es importante tener presentes algunas recomendaciones tales como el mantener en perfecto estado la máquina despicatora, además de desinfectar siempre al inicio y al terminar cada operación y (Amarilla y Albornox, 2013).

El avicultor debe ser consciente y no despicar nunca las aves o pollitos que se encuentran en un estado de estrés o enfermedad. Se aconseja proveer a las aves vitaminas que favorecen la coagulación de la sangre y otra que aumente las defensas orgánicas unos días antes y después de la operación del despique.

Una práctica poco usual, pero que se recomienda realizar, es el retiro de los alimentos balanceados una hora antes del inicio de la práctica para luego darle al comenzar.

El despique de las aves es una operación que debe ser ejecutada por personales especializados o capacitados para lograr un resultado eficaz que reditúe en beneficio del productor en productividad, mejor eficiencia en la conversión de alimento, menor mortalidad, uniformidad de lote y principalmente evitar el canibalismo durante el desarrollo de las aves (Amarilla y Albornox, 2013).

Posterior al despique se debe cuidar la provisión de alimento y agua de manera que sea lo suficiente para evitar que las aves se golpeen el pico o la herida (Amarilla y Albornox, 2013).

El avicultor debe ser consciente de que para lograr un trabajo eficaz debe cuidar todos los detalles y por sobre todo trabajar en equipo.

5.11 Crianza

Comprende de 30 días. La temperatura requerida es de 35 a 39°C. De acuerdo a Oliveira (2002) las aves necesitan una temperatura de 37° a 38°C en el primer día y puede ir descendiendo hasta alcanzar la temperatura ambiente. El peso al nacer es 6-9 gr. Una criadora convencional tiene capacidad para 1250 codornices, con un rodete de 3 m. de diámetro y un bebedero para 200 aves.

5.11.1 Sistemas de crianza

Aunque se pueda hacer tanto en el suelo como en criadora de batería, se prefiere este sistema, por ser más higiénico y presentar menos problemas que con la cría en el piso.

5.11.2 Cría en baterías

Se utilizan las mismas que se obtienen en el comercio para la cría de pollos salvo que deben modificarse colocándolo en los lados donde van los comederos y bebederos así como en al piso, alambre cuadrulado, N° 3 o 4; debido al pequeño tamaño de los pichones, esto es indispensable para que no se salgan y puedan caminar bien en el piso de la criadora.

La temperatura de la criadora inicialmente y durante los primeros 7 días deben oscilar entre los 35 y 38°C; desde el comienzo de la 4 semana en adelante ya no necesitan calor salvo que estén en lugares cuya temperatura ambiente sea de 20°C, o menos, en cuyo caso se mantendrán los 24 a 25°C.

Es indispensable que la criadora disponga de alimento y agua en forma permanente. En relación al agua y durante la primera semana, en los bebederos deberán colocarse pequeñas piedrecitas, para evitar que cuando se metan en él se puedan ahogar (Díaz *et al.*; 2004).

En la primera semana se puede estimar que 200 codornices necesitan un metro cuadrado de criadora, en la segunda semana metro y medio de superficie y dos metros cuadrados para la tercera semana. A partir de este momento de pasan a las jaulas de reproducción según sea el caso; en las de reproducción una pareja un macho y dos hembras por compartimento y en las de ceba se acomodan de 4 a 5 ejemplares por sección para su engorde (Díaz *et al.*; 2004).

5.11.3 Cría de pollito en piso

El piso del local se cubre con cascara de arroz o viruta de madera y se debe tener sumo cuidado en evitar corrientes de aire, para ello es necesario contar con cuartos que tengan paredes cerradas hasta una altura de 0.80 a 1 m o en su defecto colocar alrededor del foco y teniendo a este como centro, un círculo echo en cartón de 1.5 a 2 m de radio (Díaz *et al.*; 2004).

No se debe olvidar que los polluelos requieren tener a su disposición alimento durante todo el tiempo y que el agua se debe cambiar diariamente.

Finalmente, como medida de precaución para evitar contaminaciones de afuera, no se debe permitir la entrada de personas extrañas dentro de los cuartos de cría y mucho menos aceptar que agarren y manoseen a los animales (Díaz *et al.*; 2004).

5.11.4 Desarrollo

Este periodo de tiempo es el que decidirá la productividad, lo más importante durante esta fase, después de la salud de las aves es el peso corporal y la uniformidad del lote (Sánchez, 2004).

Es de gran importancia determinar cada semana la cantidad de alimento que se proporciona a los animales. Se debe de aumentar el alimento diario de concentrado después de los 15 días aunque las codornices tengan sobrepeso. No es recomendable mantener la misma cantidad de alimento por más de tres días. La humedad del ambiente para codornices de 15 a 30 días debe oscilar entre un parámetro del 50 al 60%. La luz puede ser retirada a partir de los 20 días de edad, para prevenir la madurez sexual prematura y posibles problemas asociados a ella (Sánchez, 2004).

En esta etapa se requiere de todos los cuidados necesarios debido a que en ella se presenta el desarrollo sexual. La selección es un factor que se debe de tomar en cuenta, en esta etapa se escogen a los animales que irán a la postura y los que pasaran a engorde, entre otros beneficios. Se debe de seleccionar a los animales por el grado de crecimiento y desarrollo. Al final del período de crecimiento se realiza el sexaje, este método se lo puede realizar mediante exámenes macroscópicos o por simple observación. El método más utilizado es el observar la protuberancia del surco profundo o hendidura en el lado dorsal, que en el macho están muy acentuados (Sánchez, 2004) y (Salvador et al., 2005).

5.11.5 La engorda

Comprende de 3 a 4 semanas. La densidad de población es de 80 a 100 aves/m² o de 50 aves por jaula (44 X 25 cm. de altura). Alcanzan un peso de 140 a 180 gr., en canal 90-120 gr. El rendimiento es de 75-78 %.

El Periodo del nacimiento al sacrificio, seis semanas y media. Producción 175 gramos en pie y 115 gramos en canal, periodo de demanda del producto marzo a noviembre. La codorniz, ave de rápida conversión de proteínas, es resistente a enfermedades y muy fértil.

La cotornicultura es una rama de la avicultura cuya finalidad es la de criar, mejorar y fomentar la producción de codornices para aprovechar sus productos: huevos, carne, codornaza, entre otros. Este tipo de explotación ha tenido en los últimos años un gran auge, mostrando unas perspectivas amplias de comercialización e industrialización, en particular de variedades como japónica, coreana, faraona y lassoto, entre otras, de gran interés zootécnico por sus características de precocidad y alta postura.

Para mejorar la productividad del sector se debe realizar una excelente planificación y, sobre todo, un estricto control de las prácticas de manejo, cuidando los factores que intervienen en la producción, como son la nutrición, el manejo, la sanidad y, según el fin productivo, la raza seleccionada; todo esto para lograr una producción satisfactoria que le permita al productor competir en precio y calidad y obtener una alta rentabilidad al final de cada ciclo.

A las ocho semanas de su nacimiento, las hembras tienen un peso cercano a 150 g y los machos a 120 g, con un consumo medio de unos 500 g de alimento por animal. La codorniz presenta un crecimiento bastante rápido, llegando a duplicar o triplicar su tamaño y peso en las primeras tres semanas de vida (Agelfire, 2001).

5.12 Comercio de la carne de codorniz

Para este propósito, las condiciones de producción son algo diferentes: Aunque la nave es similar, los animales no se ubican en baterías sino en corrales de cría sobre el piso, con poca luz, para evitar que los animales vuelen y gasten energía.

La edad de sacrificio está alrededor de los 42 días, con un peso aproximado de 150 gr; la carne es codiciada por su delicado sabor, siendo Francia y España los países con mayor aceptación de este producto.

En los países de Sudamérica la cría de codornices para carne es casi nula. Oliveira (2000) destaca la viabilidad económica de esta especie ya que ocupa poco espacio, genera un rápido retorno financiero.

Por ser pequeña la canal de esta especie, no es necesario realizarle cortes al ave durante el procesamiento y preparación; así mismo, la carne es altamente palatable y con un alto valor nutritivo. Sin embargo, es necesario incentivar el consumo de

este producto a través de grandes estrategias de mercadeo, en las que se muestren claramente todas las cualidades del producto.

Países europeos como Francia, España e Italia tienen altos consumos per cápita de carne de codorniz, pues conocen sus virtudes nutricionales, llegando en algunas ocasiones a consumos per cápita de más de 300 g. Guatemala, Nicaragua, El Salvador y Costa Rica son algunos de los destinos de la carne de codorniz, que se envía congelada.

El período de incubación dura 16 días y los pollos de codorniz nacen con un peso aproximado de 10 g, de un huevo de forma ovoide de unos 3 cm de longitud por 2,5 cm de ancho. A las ocho semanas de su nacimiento, las hembras tienen un peso cercano a 150 g y los machos a 120 g, con un consumo medio de unos 500 g de peso por animal. La codorniz presenta un crecimiento bastante rápido, llegando a duplicar o triplicar su tamaño y peso en las primeras tres semanas de vida (Aybar, 2011).

5.13 Finalidad de la granja producción de carne

- Peso del ave: 120-190 g
- Producción de carne Rendimiento en canal: 75%
- Peso del ave: 180-220 g
- Vida útil: 42-56 días

Por su parte, la producción de carne puede llegar a ser una gran alternativa económica, ya que este producto es muy apetecido por sus características organolépticas, lo que ha hecho que su venta esté en aumento en varios lugares del mundo (Aybar M ,2011).

5.14 Producción de carne

En la producción de aves para consumo humano se debe tener en cuenta los siguientes aspectos que otorgan algunas características de calidad:

- Animales que se han criado especialmente para engorde y consumo son los más adecuados, ya que el mercado exige ejemplares jóvenes y grasos. Su carne es perfecta para asar, escabechar y guisar, acompañada de algunas salsas y aderezos.
- Animales que han quedado como desecho de los lotes de incubación, con un buen manejo de engorde son animales con un excelente acabado.
- Animales que han cumplido su edad y pasan a ser beneficiados, presentan una dureza mayor de la carne y en algunas ocasiones sus canales son demasiado pequeñas.
- La codorniz japónica presenta características específicas para la producción de carne por su docilidad, mayor cantidad de pechuga, rápido proceso de engorde y Reproducción acelerada, aunque las más recomendadas son las líneas especializadas hacia la producción de carne.
- Rendimientos obtenidos en la ceba de codornices japonesas Sexo Peso vivo (g) Peso canal (g) Rendimiento en canal (%) Peso vísceras (g) Macho 145,36 88,54 60,91 21,84 Hembra 154,02 91,89 59,66 25,50 (Romero, 2000).

5.15 Composición

La carne de codorniz es rica en niacina, además de proteínas, grasas y hierro. La carne de codorniz destaca desde un punto de vista nutricional por su riqueza en

proteínas de buena calidad, las cuales también son conocidas como proteínas de alto valor biológico, por su alto contenido en aminoácidos esenciales.

La composición del músculo cocido de codorniz, según la FAO, es la siguiente por 100 gramos de porción comestible: Agua (g) 59,8 Proteína (g) 21,1 Grasa (g) 8,4 Cenizas (g) 1,0 Carbohidratos totales (g) 9,7 Carbohidratos disponibles (g) 9,7 Energía (kcal) 199 Calcio (mg) 78 Fósforo (mg) 129 Hierro (mg) 4,6 Vitamina A (mg) 4,0 Tiamina (mg) 0,06 Riboflavina (mg) 1,06 Niacina (mg) 2,5 (Naturvida, 2014).

Para que este subsector de la industria avícola sea más competitivo y se convierta en un dinamizador del sector agropecuario, se debe:

1. Comenzar con un lote no muy grande de animales (50-100) e ir aumentándolo a medida que se vaya obteniendo experiencia.
2. Iniciar con ejemplares que reúnan las condiciones más adecuadas como reproductores.
3. Ubicar la cría en un lugar de buen clima, disponiendo de las condiciones recomendadas respecto a higiene, ubicación, etc.
4. Mantener estrictamente las medidas de higiene indispensables y, sobre todo, no introducir animales provenientes de otros lugares sin tener la seguridad de que están completamente sanos (Valencia, 2011).
5. Mantener un stock de alimento que reúna las características nutricionales adecuadas para la fase y el tipo de explotación, además del suministro permanente de agua fresca, limpia y abundante.

6. Estudiar las posibilidades del mercadeo antes de iniciar una explotación en grande.
7. Llevar los registros adecuados, tanto para el control de la explotación, como para los costos de administración.
8. Desinfectar a diario los bebederos y semanalmente el resto del equipo.

5.16 Parámetros productivos

Arrieta (2005) señala valores de peso vivo de 190 g, y en las variables de consumo de alimento, peso en canal, rendimiento en canal y conversión alimenticia indican valores de 186,2 g; 116,5 g; 61,2 g; respectivamente, en codornices de engorda a los 44 días de edad, concluyendo que la eficiencia en los parámetros productivos disminuye al aumentar la edad, como se observa en el cuadro 1.

Cuadro 1. Parámetros productivos de codorniz

Característica	Parámetro
Relación hembra macho	2 ó 4 : 1
Edad al inicio de la postura	35 a 45 días
Tiempo en postura	1 a 1,5 años
Horas para producir un huevo	22
Peso promedio de un huevo	10 a 12 g
Huevos por año	200 a 300
Porcentaje de postura ideal	80 y 90% (el promedio real anual varía entre 60 y 70%)
Tiempo, en días, de incubación	14 y 17
Peso de los polluelos al nacer	6 a 7 g
Mortalidad nacimiento y desarrollo	10%
Mortalidad desarrollo engorde	5%
Mortalidad desarrollo postura	4%
Temperatura ideal para el desarrollo de las aves	Entre los 18 °C y 24 °C
Rango de consumo de concentrado por ave al día	20 a 30 g
Peso de las aves para matanza	Entre 100 y 120 g <i>Coturnix japónica</i> De 180 a 240 g Bob White
Edad a matadero	42 y 56 días
Rendimiento en canal	Entre el 60 y el 75 %

Fuente: Echeverría (2004), actualizado por Cordero (2009).

5.17 Requerimientos nutricionales según Salvador et al., (2005)

Las necesidades de alimentación son diferentes para el polluelo de codorniz, la codorniz de engorde y las reproductoras. En caso del polluelo de codorniz, la ración debe cubrir necesidades de crecimiento y de mantenimiento, en el caso de las ponedoras, el alimento debe cubrir las necesidades proteicas ideales para obtener un buen rendimiento como se observa en los cuadros

Un buen alimento es aquel en que están presentes todos los nutrientes en las proporciones necesarias para que las aves se desarrollen y produzcan huevos. La deficiencia de un nutriente puede retardar el desarrollo, disminuir la postura y hasta puede provocar susceptibilidad a enfermedades.

Los nutrientes pueden dividirse en seis clases: agua, hidratos de carbono, proteínas, grasas, vitaminas y minerales. Es conveniente recordar cuál es la diferencia que existe entre un alimento simple y otro balanceado.

Así por ejemplo, el grano de maíz es un alimento simple pues no contiene la proporción suficiente de todos los nutrientes que permiten a una codorniz producir huevos en forma continua. Este cereal es rico en hidratos de carbono y pobre en proteínas, vitaminas y minerales.

Para compensar estas deficiencias se deben agregar otros alimentos simples, ricos en proteínas como la harina de soja, de girasol, harina de hueso y conchilla que aportan calcio y fósforo.

Del correcto mezclado de distintas proporciones de alimentos simples se obtiene el alimento balanceado. Este balanceado si se desea se puede conseguir en tiendas agrícolas a un precio moderado o si se prefiere se puede preparar el alimento balanceado por uno mismo, es cuestión de moler los granos de maíz seco, pero hay

que compensar la falta de vitaminas con complejos vitamínicos que se los disuelve en el agua, las codornices deben tener un bebedero el cual este siempre con agua fresca y lleno.

Este proceso se lo puede realizar a nivel doméstico y/o de pequeña industria ya que no se está dependiendo de estos productos para salir adelante, solo son una opción para consumir o comercializar a nivel familiar. Es indispensable que dispongan de agua limpia y fresca durante todo el tiempo. Cada codorniz consume 23 gramos de concentrado.

El peso corporal debe verificarse a las dos semanas después de recibir las ponedoras o sea al momento de iniciar la postura. Su peso promedio a esa edad deberá ser de 110 a 115 gramos.

Los animales que estén por debajo de este peso 10 o 15 gramos, deben separarse en una jaula aparte para crear grupos homogéneos. Si las aves están demasiado pesadas, una reducción del 10% al 15% en la ración deberá rebajar su peso corporal.

Si las aves están demasiado livianas, un aumento del 10% en su ración será necesario para obtener el peso corporal deseado. A los animales separados por bajo peso se les deberá suministrar durante cinco días vitaminas electrolíticas en el agua.

Pero hay que tener en cuenta que las ponedoras con otras comidas no especificadas para codorniz, han demostrado serios trastornos digestivos y reproductivos que no solo disminuyen totalmente la postura sino que pueden incluso ocasionar la muerte de las aves.

Los complejos vitamínicos y proteínicos son muy importantes para el desarrollo y crecimiento óptimo de las codornices, en el mercado actual existen varios tipos de complejos, ya sean fortificantes contra enfermedades, vitaminas anti-stress, etc., hay bastante donde se puede escoger y lo mejor que se puede hacer es disolver dos distintas medicinas en agua hasta que este medicamento se acabe y después dejar de darles por alrededor de un mes; luego se puede conseguir otros dos diferentes medicamentos y seguir el mismo proceso.

Las necesidades nutricionales de las codornices deben ser suplidas en la medida de lo posible y acorde con las siguientes etapas de crecimiento y de producción:

- Inicio: de 1 día de nacidos hasta la semana 3.
- Desarrollo: de la semana 4 hasta la 6.
- Engorde: de la semana 6 hasta su ingreso en el matadero.
- Postura: inicia dos o tres semanas antes de que el ave expulse los huevos.

5.17.1 El agua

Las aves que se alimentan de semillas obtienen muy poca agua de su alimento de modo que necesitan en todo momento de agua limpia. Una codorniz consume unos 40 a 60 ml de agua diarios. El consumo puede variar de acuerdo a varios factores: naturaleza del alimento, temperatura, humedad y actividad de las aves (Salvador *et al.*, 2005).

5.17.2 Hidratos de carbono

Representa cerca del 75% del peso seco de los vegetales y granos, constituye gran parte de la ración de las aves de corral, pues sirven como fuente de calor y energía (Salvador *et al.*, 2005).

5.17.3 Grasas

Son necesarias para la estructura de las células vivas que conforman el cuerpo del ave; son los ácidos grasos esenciales como el ácido linoleico, son componentes de grasa que un ave no puede producir por sí mismo, de esta manera estas deben obtener estos ácidos grasos del alimento que ingieren, que son importantes para la producción de hormonas; además son importantes como conductor de las vitaminas liposolubles como A, D, E y K. El aporte insuficiente de estos principios nutritivos retarda el crecimiento y la producción de huevos de las aves (Salvador *et al.*, 2005).

5.17.4 Proteínas

Los granos y las harinas suplen cerca de la mitad de las necesidades proteicas de la mayoría de las aves. Las aves descomponen las proteínas en sus intestinos, lugar donde se absorben los aminoácidos. En el hígado pueden transformar algunos aminoácidos en otros, pero existen algunos que no lo pueden producir y son aminoácidos los que deben estar presentes en la dieta del ave, estos son llamados aminoácidos esenciales (FEDNA, 2005).

La producción de huevo no se ve afectada por las dietas alimenticias suministradas durante el período de crecimiento. Un nivel de proteína entre el 15 y 16% es satisfactorio. Sin embargo, se dice que para una buena postura el nivel no debe ser inferior al 20% de proteína (Romero, 2005).

5.17.5 Minerales

Se necesita de cierta cantidad de minerales diferentes para mantener saludable a un ave. Lo esencial para la codorniz es el calcio, fosforo, magnesio, manganeso, zinc, hierro, cobre, cobalto, yodo, sodio, cloro, potasio, azufre, molibdeno y selenio (FEDNA, 2005).

Experimentos realizados en Argentina 1996, sobre nutrición aviar dice que en las dietas de las aves ponedoras, se debe de tener un mínimo de 1.50 a 2.10% de calcio. Para las aves en crecimiento se considera aceptable una relación calcio: fósforo de 2:1 (FEDNA, 2005).

5.17.6 Vitaminas

Las vitaminas son principios nutritivos indispensables para que la energía de los alimentos pueda ser aprovechada, entre las más importantes tenemos:

Vitamina a: Es necesario administrar a las aves vitamina “A”, ya que esta no se encuentra en estado de provitamina (caroteno). Si a las aves se suministra una alimentación con falta de vitamina “A”, a las dos semanas su crecimiento desciende hasta caer rápidamente (Sánchez, 2004)

Vitamina B2 (Riboflavina): Es necesaria para el crecimiento, tonifica los nervios periféricos, evita la parálisis de patas y es esencial para obtener un buen rendimiento en ponedoras, en las aves ponedoras, la deficiencia de riboflavina produce una disminución del rendimiento de los huevos incubados (Sánchez, 2004).

Vitamina D3 (antirraquítica): Entre sus fuentes se encuentra, el aceite de bacalao y de pescado. Su deficiencia produce huesos blandos, pico gomoso, retardo de crecimiento, disminución de la producción y mala incubabilidad, las plumas del animal enfermo se erizan (Sánchez, 2004).

Vitamina E: Su carencia provoca la encefalomalacia alimenticia (reblandecimiento del cerebro) o locura de los pollos, edema o distrofia muscular (Sánchez, 2004).

Vitamina K: Es necesaria para la formación de la protrombina, que es indispensable para la coagulación de la sangre. El único síntoma notable de la falta de vitamina k, es la acumulación de sangre debajo de la piel. Debido a las hemorragias las aves se ponen anémicas (Sánchez, 2004).

Vitamina B12 (Cianocobalamina): Intervienen en la síntesis de los ácidos nucleicos, regula la función de la tiroides. La vitamina B12 se almacena en el hígado y su incorporación a las raciones disminuye las necesidades de otras vitaminas como colina, ácido pantoténico y ácido fólico (Bissoni, 1996).

5.17.7 Carotenos

Los carotenoides son un grupo de pigmentos vegetales liposolubles de color intenso (rojo, anaranjado y amarillo). Todos los organismos que dependen del sol para obtener energía, sean bacterias o plantas, contienen carotenoides. Su efecto antioxidante protege a los organismos para que no sufran daños durante la fotosíntesis (Acosta, 2007).

Cuadro 2. Necesidades nutricionales de la codorniz, según su etapa de crecimiento.

Nutriente	Iniciador		Desarrollo		Reproductora	
	0 a 6 sem.		7 a 23 sem.		24 a 65 sem.	
Kcal- E.M./Kg.	2832	2920	2755	2920	2810	2920
%proteína cruda	18.00	19.00	15.00	16.00	16.00	16.50
%calcio	0.90	1.00	0.85	0.95	3.00	3.30
% fosforo	0.47	0.50	0.42	0.47	0.45	0.50
% sodio	0.20	0.24	0.20	0.25	0.18	0.22
% cloro	0.20	0.30	0.20	0.30	0.18	0.30
% arginina	0.96		0.74		0.82	
% lisina	0.89		0.67		0.74	
% metionina	0.36		0.30		0.33	
% triptófano	0.18		0.17		0.17	
% treonina	0.64		0.50		0.54	
% Ac. linoleico	1.25		1.25		1.50	

Fuente: Universidad Autónoma de Chihuahua. Sistemas de producción avícola.

CUADRO 3. Consumo diario de alimentación de codornices.

De 2 a 15 días de edad	8 a 10 g/ día
De 15 a 30 días de edad	10 a 16 g/ día
De 30 a 45 días de edad	20 a 22 g/ día
Adulto y ponedoras	20 a 22 g/ día

Fuente: Universidad Autónoma de Chihuahua. Sistemas de producción avícola.

5.18 Manejo Sanitario

Aunque las codornices sean bastante resistentes a las enfermedades, es necesario mantener una higiene adecuada para evitar peligros. Al igual que otras aves, pueden presentarse en cualquier momento brotes producidos por parásitos internos o externos o por virus. El canibalismo se presenta cuando los animales tienen poco espacio vital, es decir, cuando las jaulas o corrales están sobre cargados de población.

Dentro de las enfermedades provocadas por virus reseñaremos las más importantes, que son: la viruela, enfermedad contagiosa en adultos provocada por el virus variólico, se trata con vacunas y administración de vitamina A oralmente.

Otras enfermedades importantes son la bronquitis de virus y la enfermedad de Newcastle. Las enfermedades bacterianas más comunes en las codornices son la pullorosis, cuyo agente patógeno es la *Salmonella pulloru*, se da principalmente en pollos de codorniz con la aparición de una diarrea blanca acompañada de convulsiones y muerte rápida a los dos o tres días. Las codornices adultas son raramente afectadas y los síntomas son muy discretos. Se emplean antibióticos y sulfamidas en el alimento.

Las enfermedades causadas por protozoos son la coccidiosis, afección parasitaria provocada por el género *Eimeria*, que se manifiesta por una infestación intestinal.

En las crías industriales, es una enfermedad rara, pero aparece cuando los animales son alimentados naturalmente, se administran medicamentos anticoccidiosicos en la alimentación y en la bebida. Otra enfermedad bastante común es la histomoniasis.

Se sugiere aplicar las siguientes medidas preventivas según Vásquez y Ballesteros (2007):

- No permitir que los coturpollos entren en contacto con otras aves
- Se deben aislar las aves que estén enfermas.
- Limpiar y desinfectar el galpón antes de la llegada de los polluelos
- Lavar y desinfectar el equipo antes y después de usarlo
- No permitir la entrada a visitantes en la granja
- Quemar o enterrar las aves muertas
- No mezclar las aves pequeñas con las aves adultas
- Es importante el control de aves silvestres, ratas e insectos
- Cuando se hallen aves muertas, se les debe realizar la necropsia e identificar las posibles causas de muerte
- La pureza en el agua es de gran importancia, si no se usan bebederos automáticos de copa, se deben lavar y desinfectar diariamente con esponjas y desinfectante yodado. Durante los primeros 14 días de vida de las codornices se debe chequear la temperatura y ventilación del galpón, para evitar condiciones excesivas de calor o frío (Sánchez, 2004).
- La temperatura de la criadora debe oscilar entre los 35 a 38 °C; desde la cuarta semana en adelante ya no se necesita calor, salvo que se encuentren en condiciones menores a 20 °C en cuyo caso se mantendrá en 24 a 25 °C.

5.19 Síntomas o signos clínicos que indican la presencia de una enfermedad o de parásitos en las codornices

Antes de describir cada enfermedad en particular, es conveniente que usted comprenda cuáles son sus causas principales. El productor debe estar atento a los cambios físicos y de comportamiento de las aves, ya que la mayoría de las enfermedades actúa tan rápido que, en ocasiones, no se tiene el tiempo suficiente para reaccionar y sus consecuencias son fatales. Una codorniz sana se muestra

libre de trastornos; es sensible al medio que la rodea; se alimenta en forma continua; sus deyecciones son de color y olor normales; no estornudan. Las plumas se encuentran limpias y la piel libre de cascaritas de granos; se mueve libremente sin dificultad alguna indistintamente de qué forma haya sido criada (interior, exterior, solas o agrupadas). Las enfermedades se manifiestan por síntomas, los cuales, en mayor o menor proporción, son los que enseguida se detallan:

- Consumo menor de alimento
- Nivel bajo de postura
- Pérdida de peso
- Caída anormal de plumas
- Abscesos, inflamaciones por encima o debajo de la piel
- Diarreas, excretas sanguinolentas o mucosas
- Problemas de respiración
- Estornudos, tos o ronquera
- Picos sucios y pegajosos
- Ojos llorosos
- Cabeza inclinada y pérdida de vivacidad
- Dificultad para trasladarse (locomoción)

(Vásquez y Ballesteros, 2007)

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Localización de la zona de estudio

El presente trabajo se realizó en la cabecera municipal de Tejupilco; ubicada en las coordenadas 19° 02'04" de latitud Norte y 100° 02'14" de latitud Oeste del meridiano de Greenwich, con una altitud de 1620 msnm. Con un clima cálido seco, temperatura media anual de 28 °C y una precipitación pluvial de 1300 mm.

6.2 Duración del experimento

El trabajo de investigación se realizó durante el mes de septiembre de 2016 con una duración de 12 días de trabajo experimental.

6.3 Material biológico

Se utilizaron 80 codornices (*Coturnix coturnix japónica*) de ambos sexos de 30 días de edad.

6.4 Equipo

Se utilizaron 20 divisiones de 50*50 cm cada una, donde se colocaron 4 codornices por división, además se colocó un comedero con capacidad de 100 g y un bebedero de botella de 0.5 litros, de esta manera se logró un mejor control de las aves.

Se utilizó una báscula analítica para el pesaje del probiótico y una báscula de precisión para el pesado de las aves y alimento, un termómetro, instalación eléctrica, cámara fotográfica, calidra, detergente y creolina al 5%.

Como se observa en la figura 7. El pesado de las aves



Figura 7. El pesado de las aves

Cuatro horas antes de la llegada de las aves se encendió el foco dentro de la nave para elevar la temperatura hasta alcanzar una temperatura constante de 28°C la cual se controló con la ayuda de un termómetro y se mantuvo así hasta el final de la engorda ya que es la temperatura ideal para estas aves.

El alimento que se utilizó fue de la Marca la Unión Tepexpan para engorda de codorniz (Codor Engordina) con un 21% de Proteína; únicamente 10 kg para cada

tratamiento, quedando enumerados de la siguiente manera; T₁ = alimento comercial (testigo 0 g/ton), T₂ = alimento comercial más probiotico (500 g /ton), T₃ = alimento comercial más probiotico (1000 g /ton), T₄ = alimento comercial más probiotico (1500 g /ton), T₅ = alimento comercial más probiotico (2000 g /ton).

Los tratamientos T₂, T₃, T₄ y T₅ se prepararon mezclando una parte de alimento con el probiótico y este se mezcló con otra parte del alimento hasta obtener los 10 kg que se utilizaron en el experimento.

6.5 Alimentación

A la llegada de las aves se les ofreció el tratamiento correspondiente, este se pesó diariamente y se tomaron los datos por la mañana, al día siguiente se pesó el alimento rechazado y las aves, todo esto se realizó durante 12 días que dura el experimento.

6.6 Variables de estudio

- **Consumo 24 g / día;** Se calculó sacando la diferencia del alimento ofrecido menos el alimento rechazado por día.
- **Ganancia de peso promedio 61.5 g;** Se obtuvo de la diferencia del peso vivo del día 1 menos el peso del día 12 de duración del experimento.
- **Conversión alimenticia 4.77 kg alimento /1kg peso vivo;** Se calculó mediante la división del consumo diario de alimento entre la ganancia diaria de peso de cada tratamiento.
- **Mortalidad no hubo bajas por tratamiento durante el experimento;** Se realizó un registro durante el trayecto del experimento.

- **Peso vivo final 168 g;** Esta variable se midió pesando a las aves en tratamiento al término del experimento, se registró su peso vivo final (42 días de edad).

6.7 Diseño experimental

El diseño que se utilizó fue completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones para cada tratamiento, cada repetición representada por cuatro codornices.

Modelo experimental

$$Y(ij) = \mu + t_i + e_{ji}.$$

Dónde:

Y = Es la variable de respuesta (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad y peso vivo final)

μ = Promedio general de la población sobre la cual se está trabajando.

t_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

e_{ji} = Error experimental del i-ésimo tratamiento en la j-esima repetición.

VII. RESULTADOS

Una vez que se concluyó el experimento y se recabo la información de campo, se obtuvieron los resultados y la interpretación de cada una de las variables que se plantearon evaluar, obteniendo la siguiente información:

7.1 Consumo de alimento

Efectuando el análisis de varianza se encontró una diferencia no significativa ($P < 0.05$) entre las diferentes dosis de enzima ofrecida en el alimento la *UNIÓN Tepexpan* utilizado en la engorda de codorniz japónica. Se obtuvo un coeficiente de variación de 4.31 % en el día 42 de edad de las codornices. **(Cuadro)**

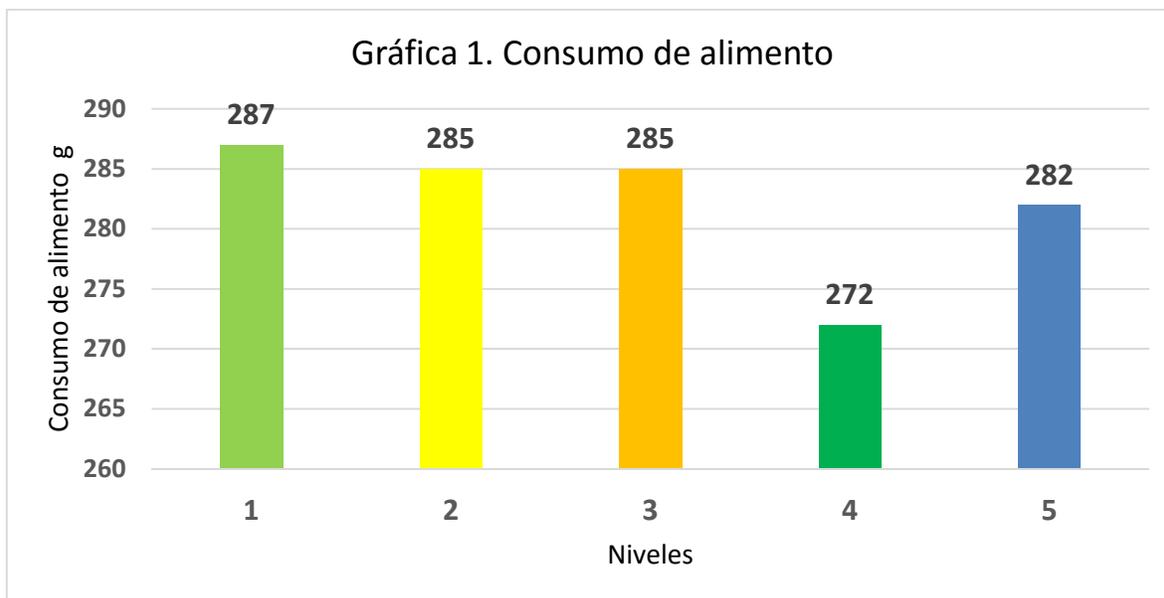
Cuadro 4. Análisis de varianza de consumo de alimento utilizando cinco niveles de pro biótico en la engorda de codorniz japónica de 42 días de edad en Tejupilco de Hidalgo, Estado de México.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C.	F.t.
Tratamiento	4	0.00055000	0.00013750	0.93 n.s.	0.4743
Error	15	0.00222500	0.00014833		
Total	19	0.00277500			

n.s.= efecto no significativo ($P < 0.05$)

c.v.= 4.31%

En la gráfica 1. Se observa el consumo de alimento promedio de 42 días de edad de las codornices utilizado en la engorda de codorniz japónica, obteniendo valores de 287, 285, 285, 272, y 282 g para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 respectivamente. **(Gráfica)**



7.2 Ganancia de peso

Efectuando el análisis de varianza se encontró una diferencia no significativa ($P < 0.05$) entre las diferentes dosis de enzima ofrecida en el alimento *UNIÓN Tepexpan* utilizado en la engorda de codorniz japónica a los 42 días de edad. La información tuvo un coeficiente de variación de 11.87%. **(Cuadro)**

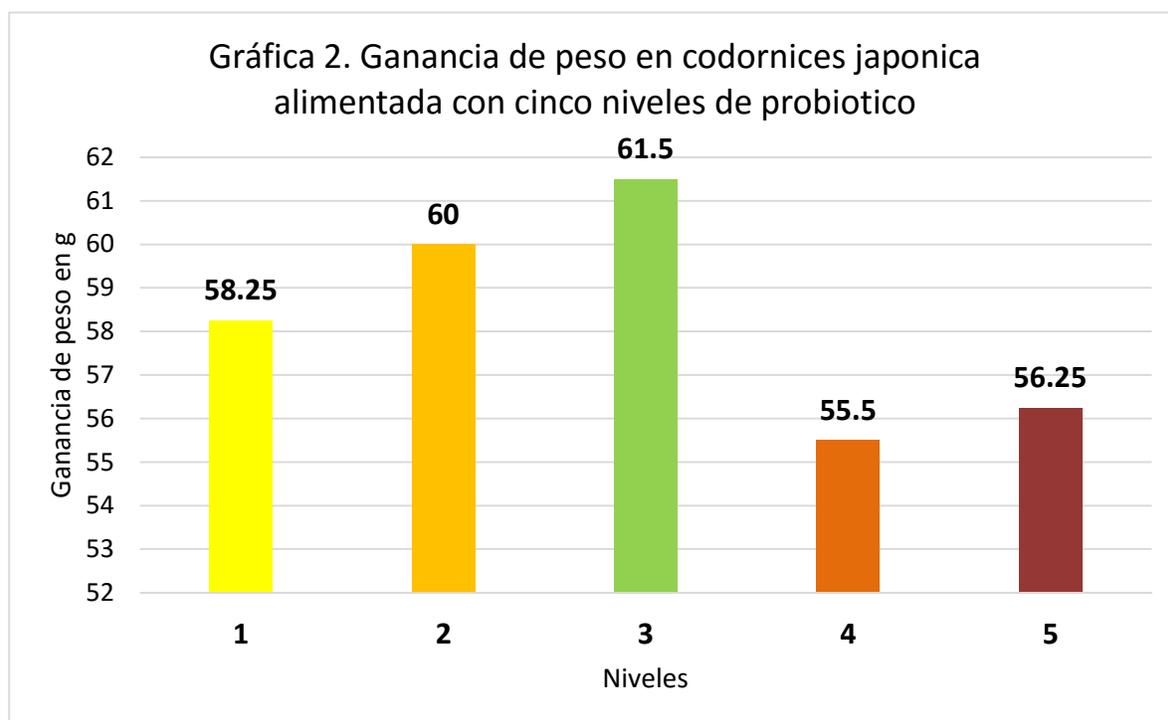
Cuadro 5. Análisis de varianza de ganancia de peso de los 42 días de edad utilizando cinco tratamientos en la engorda de codorniz japónica en Tejupilco de Hidalgo, Estado de México.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T
Tratamiento	4	93.3000000		0.48 n.s.	0.7467
			23.3250000		
Error	15	721.5000000	48.1000000		
Total	19	814.8000000			

n.s.= efecto no significativo ($P < 0.05$)

c.v.= 11.87%

En la gráfica 2. Se observa la ganancia de peso promedio de los 42 días de edad en la engorda de codorniz japónica, obteniendo valores de 58.25, 60.00, 61.50, 55.50 y 56.25 g para T1, T2, T3, T4 y T5 respectivamente. **(Gráfica)**



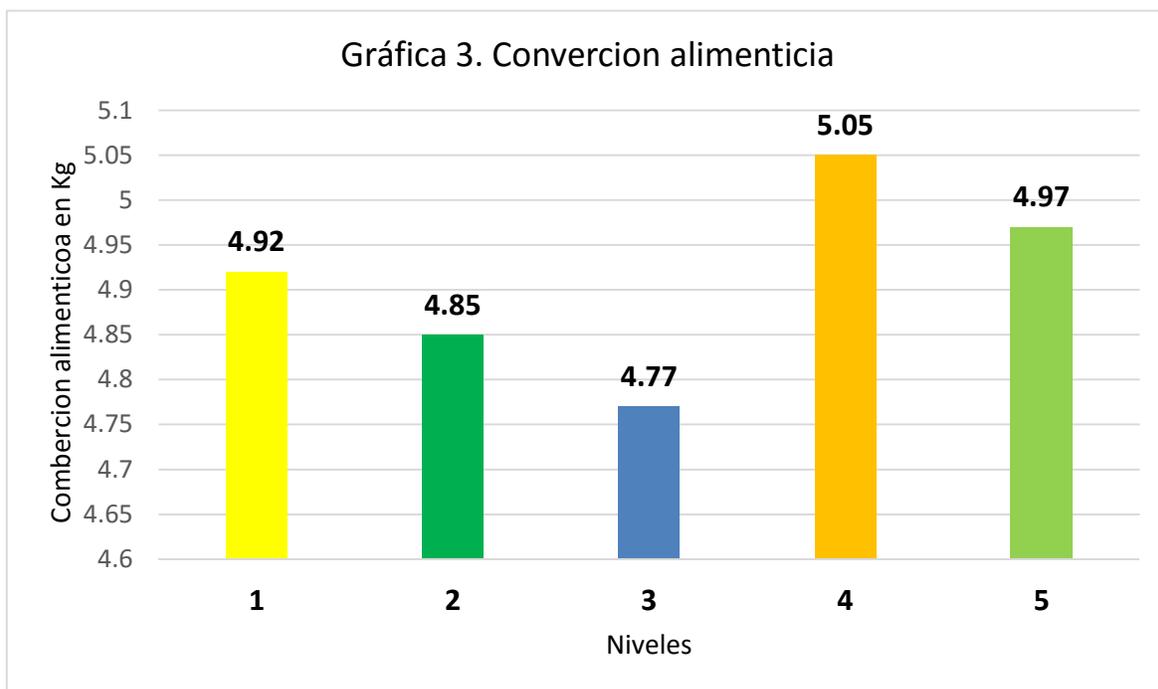
Cuadro 6. Análisis de varianza de conversión alimenticia utilizando cinco tratamientos en la engorda de codorniz japónica en Tejupilco de Hidalgo, Estado de México.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T
Tratamiento	4	0.18300000		0.13 n.s.	0.9695
			0.04575000		
Error	15	5.32250000	0.35483333		
Total	19	5.50550000			

n.s.= efecto no significativo ($P < 0.05$)

c.v.= 12.11%

En la figura se observa la conversión alimenticia promedio de la engorda de codorniz japónica, obteniendo valores de 4.92, 4.85, 4.77, 5.05 y 4.97 gramos para T1, T2, T3, T4 y T5 respectivamente. **(Gráfica)**



7.6 Peso vivo final

Ejecutando el análisis de varianza se encontró una diferencia no significativa ($P < 0.05$) entre el peso vivo final de las codornices japónicas. La información tiene poca variación, pues se obtuvo un coeficiente de variación de 4.18%. **(Cuadro)**

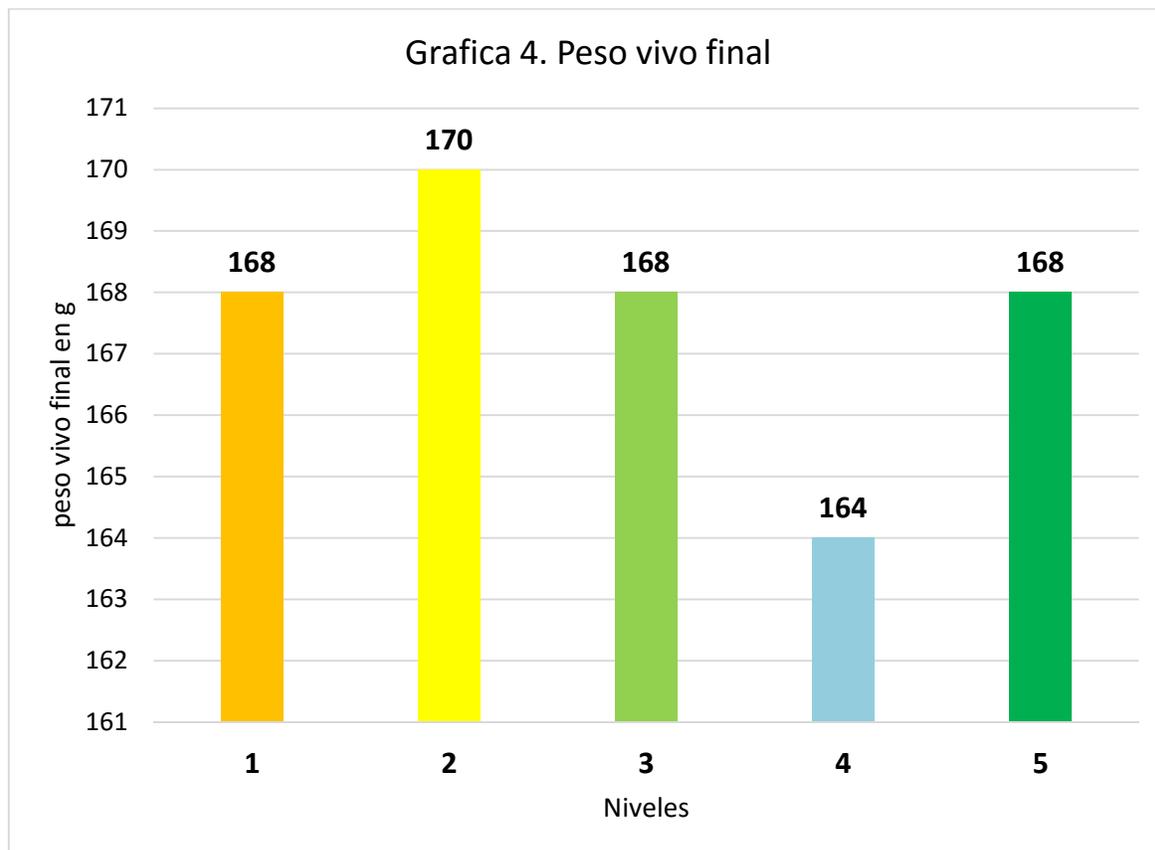
Cuadro 7. Análisis de varianza del peso final de las codornices japónicas en Tejupilco de Hidalgo, Estado de México.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T
Tratamiento	4	0.00006870	0.00001780	0.35n.s.	0.8414
Error	15	0.00074050	0.00004937		
Total	19	0.00080920			

n.s.= efecto no significativo ($P < 0.05$)

c.v.= 4.18%

En la figura se observa el análisis de varianza del peso vivo final de las codornices japónicas del primer día, obteniendo valores de 0.168, 0.170, 0.168, 0.164 y 0.168 gramos para T1, T2, T3, T4 y T5 respectivamente. **(Gráfica)**



VIII. DISCUSIÓN

8.1 Consumo de alimento

Los resultados encontrados en esta investigación (282.2 g/codorniz) son inferiores a los reportados por Martínez et al., 2015 al realizar una evaluación de dos dietas comerciales en la engorda de dos razas de codornices *Coturnix coturnix japónica* y *Coturnix coturnix japónica* variedad jumbo, con un consumo de alimento de 676.56 g promedio por ave. Mismo comportamiento se observa con los reportados por Villafaña (2005) en su investigación titulada evaluación del comportamiento in vivo de dos alimentos comerciales y una dieta elaborada en la engorda de codorniz (*Coturnix coturnix japónica*) con valores de 432.80 g/codorniz.

Los resultados son inferiores a los reportados por Aguilar (2004) en la evaluación de un alimento comercial y una dieta elaborada en la producción de carne de codorniz (*Coturnix coturnix japónica*) Para el caso del consumo de alimento, los resultados encontrados en este estudio son de (454 g/cod).

La diferencias encontradas en la variable consumo de alimento entre investigaciones puede deberse al tipo de genotipo que se utilizó, así como al sexo pues en algunas investigaciones utilizaron machos y hembras mientras en otros únicamente utilizaron machos o hembras; por otro lado podemos comentar que los consumos de alimento se comportaron inferiores con respecto a las investigaciones consultadas, y que estas diferencias pueden estar influidas por la adición del probiótico (*Saccharomices cerevisiae*) en el alimento pues estas mejoran la digestibilidad del alimento.

Lo anterior es confirmado por los autores Grepe, 2001; Ávila, 2001; Cuca *et al.*, 2009; al mencionar que el consumo de alimento depende en gran medida del genotipo, disponibilidad de alimento y agua, calidad nutricional del alimento, sexo,

manejo zootécnico, estado sanitario, condiciones ambientales, infraestructura y equipo, además comentan que si alguno de estos factores no se proporciona en forma correcta afecta directamente el consumo de alimento.

Lo antes expuesto es confirmado por Quintana, 1991; North, 1986; Lucotte; quienes dicen que el potencial genético, alimentación, manejo zootécnico, agua, temperatura, infraestructura y equipo son factores que afectan directamente el consumo de alimento, y que si alguno de estos no se proporciona en forma correcta se ve afectado el consumo de alimento.

Lo expuesto anteriormente es confirmado por Yang et al (2007) al mencionar que la levadura de cerveza, *Saccharomyces cerevisiae*, es un aditivo que produce efectos benéficos en las aves mejorando las variables productivas y la calidad de la canal, efectos que son dependientes de la dosis utilizada y el tiempo de administración de la misma. Incluso el reemplazo de parte del núcleo vitamínico mineral, por levadura, mejora las variables productivas, notándose, además, efectos positivos en la calidad de la canal.

8.2 Ganancia de peso

Los resultados encontrados en esta investigación (58.4g/codorniz) son inferiores a los reportados por Aguilar (2004) con valores de 75.72 g por ave. Los resultados son similares a Villafaña (2005) al reportar valores de 63.4 g/codorniz en la evaluación del comportamiento in vivo de dos alimentos comerciales y una dieta elaborada en la engorda de codorniz (*Coturnix coturnix japónica*) en piso, en Zacazonapan, México.

Estas diferencias encontradas en cada una de las investigaciones, puede deberse principalmente a la época del año en que se realizó cada una de estas

investigaciones, ya que algunos trabajos se realizaron en invierno y otros en verano, pues las aves tenían que consumir mayor cantidad de alimento y agua para poder regular su temperatura corporal y poder producir carne, por lo que influyo al final, en las ganancias de peso en estas investigaciones.

Lo anterior es confirmado por Grepe, 2001; Ávila, 2001; Cuca *et al.*, 2009; los cuales mencionan que si la temperatura no es la correcta al interior de la nave afecta directamente en los consumos de alimento y por ende en la ganancia de peso, ya que alteran directamente los procesos fisiológicos de las aves, ya que tienen que consumir más alimento para regular primeramente su temperatura corporal y como siguiente etapa la producción de carne como ocurrió en algunas investigaciones señaladas. Así mismo, confirma que al adicionar el probiótico al alimento mejora la digestibilidad y absorción de nutrientes, en sus procesos fisiológicos trayendo como beneficio una mayor producción de masa corporal.

8.3 Conversión alimenticia

Los resultados encontrados en esta investigación fueron de 4.91 siendo inferiores a los reportados por Aguilar (2004) al reportar valores de 5.184 en la evaluación de un alimento comercial y una dieta elaborada en la producción de carne de codorniz (*Coturnix coturnix japónica*) en la comunidad de Temascaltepec, Estado de México.

Las diferencias encontradas entre investigaciones se pueden deber a la adición del probiótico al alimento, pues observamos que al ir consumiendo el alimento durante los días del experimento esta variable mejoro, ya que consumían menor cantidad de alimento para producir un g de carne, con respecto a la investigación consultada donde no se adicionaba el probiótico en el alimento. Cabe mencionar que es una de las finalidades del probiótico al ser adicionado en el alimento, que es el incrementar

la digestibilidad de los nutrientes por el ave, lo cual nos indica que se requiere una menor cantidad de alimento para producir un g de carne.

Lo anterior, es confirmado por 1994; Grepe, 2001; Ávila, 2001; Cuca *et al.*, 2009; los cuales mencionan que cuando se realizan investigaciones donde se utiliza un probiótico estas impactan directamente en los procesos fisiológicos del ave mejorando su digestibilidad y aprovechamientos de los nutrientes contenidos en la dieta alimenticia y por ende se ve reflejado en la producción de masa corporal o carne.

8.4 Mortalidad

No se obtuvo ninguna baja en la realización del experimento por tratamiento ya que las codornices son muy resistentes además que al adicionar de la levadura de *Saccharomyces cerevisiae* erradicar agentes patógenos en el sistema digestivo.

8.5 Peso vivo final

El resultado encontrado en esta investigación fue de 167.6 g son superiores a los reportados por Vallejo (2008) quien realizó el trabajo titulado evaluación de la producción pos mortem y económica de dos genotipos de codornices (*Coturnix coturnix japonica* y *Coturnix coturnix* variedad jumbo) bajo dos sistemas de producción (piso y batería en la posta zootécnica del CU UAEM Temascaltepec, reportando valores 159.059 hasta 161.006 g.

Los resultados son inferiores a los reportados Martínez et al., 2015 al realizar una evaluación de dos dietas comerciales en la engorda de dos razas de codornices

Coturnix coturnix japónica y Coturnix coturnix japónica variedad jumbo con un peso vivo final de 181.18 g promedio por ave.

Las diferencias encontradas en los trabajos anteriormente citados puede deberse al genotipo, sexo, disponibilidad de alimento, calidad del alimento, disponibilidad de agua, sanidad, manejo zootécnico, temperatura ambiental, y del local, así como higiene del equipo; ya que si alguno de los aspectos anteriormente mencionados no se proporciona de manera correcta repercute directamente en el peso vivo final de la codornices, ya que los factores mencionados están correlacionados entre sí; si las codornices no cuentan con alimento que cubran sus requerimientos nutricionales para la engorda no pueden mostrar su potencial genético; ya que el alimento consumido por las aves lo utilizan primeramente para sus funciones vitales, crecimiento y desarrollo, y posteriormente para su producción de carne.

Lo antes expuesto concuerda con los autores, Ávila (2001), Cuca *et al* (2009) y Grepe (2001), al mencionar que el peso vivo final de las aves está directamente influenciado por el genotipo, edad, sexo, disponibilidad de alimento, calidad del alimento, digestibilidad del alimento, temperatura del local, disponibilidad y calidad del agua, enfermedades y sistemas de producción, todos ellos mencionan que es importante que en una engorda de aves se cuiden los aspectos mencionados para lograr un peso vivo final en el menor tiempo y costo posible que es tarea directa de los especialistas en la producción de aves.

IX. CONCLUSIONES

La adición de *Saccharomyces cerevisiae* en codornices en finalización no mejora la respuesta productiva.

X. REFERENCIAS

- Acosta, K. (2007). Manual de las 100 preguntas para las personas interesadas en iniciar en la producción avícola (codorniz).
- Angelfire. (2001). *Cría de codornices*. Abril 3, 2015, de Avicultura. Cría de codornices - Angelfire Sitio web:
www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/avicultura_codornices.htm
- Aggrey, S. y Cheng, K. 1993. Animal Model Analysis of Genetic Co Variances for Growth Traits in Japanese quail. *Poultry Sci.* 73: 1822 – 1828.
- Aguilar, C. C. 2004. Evaluación de un alimento comercial y una dieta elaborada en la producción de carne de codorniz (*Coturnix coturnix japónica*) en la Comunidad de Jesús del Monte, Municipio de Temascaltepec, Estado de México.
- Amarilla, J. y Albornoz, B. 2013. Guía para el coturnicultor. Todo lo necesario para la incubación de codorniz y para el avicultor. Ed. DUNKEN.
- Amarilla, J. y Albornoz, B. 2013. Guía para el coturnicultor. Todo lo necesario para la incubación de codorniz y para el avicultor. Ed. DUNKEN.
- Aquapec F1. (2006). *Codornices F1*. Abril 3, 2015, de Copyright © Sitio web:
<http://www.codornizf1.com/>
- Arrieta, R. 2005. Efectos del tipo y densidad de alojamiento en codornices (*Coturnix coturnix japónica*), sobre las variables productivas en la primera fase de postura.

Tesis de Grado para Ing. Agrónomo, Mención Producción Animal. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 93p.

- Ávila, G. E. 2001. Alimentación de las aves. Ed. Trillas. México. D. F.
- Aybar, M. (2011). *Comercio de la carne de codorniz*. Mayo 20, 2015, de Cotornicultura, Cría, y explotación de la Codorniz Sitio web: <http://crianzadecodorniz.blogspot.mx/2011/06/comercio-de-la-carne-de-codorniz.html>
- Aybar, M. (2011). *La Codorniz*. En Crianza y Explotación (p.5). Universidad San Juan Bautista: Monografías.
- BirdLife International (2012). *Coturnix coturnix*. In: IUCN 2014. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014. Downloaded on 02 April 2015.
- Bissoni, E. 1996. Cría de la codorniz. Buenos Aires. Editorial Albatros SACI.
- Botanical- en Line. (2015). *La Codorniz*. Mayo 20, 2015, de Botanical- en Line Sitio web: <http://www.botanical-online.com/animales/codorniz.htm>
- Burdisso, A... (2012). *El Portal de la Tranquera*. Cría de codornices, 1, p.1.
- Castañeda, C. Consenso sobre probióticos, agentes bioterapéuticos en el manejo de las diarreas. Microorganismos en los alimentos, suplementos alimenticios y medicamentos. Acta Pediatr. (México) 23(4): p. 243-249, 2002.

- Chesson A. 1993. Phasing out antibiotic additives in the EU: worldwide relevante for animal food production. In Antimicrobial Growth Promoters: Worldwide Ban on the Horizon. Bastiaanse Communication, Noordwijk aan Zee, the Netherlands. 20-2.
- Churchil, R., Mohan, B., Viswanathan, K., (2000). *Effect of supplementation of broiler rations with live yeast culture*. Cheiron 29 (1- 2): 23-27.
- Cuca, G. M. Ávila, G. E y Pro, M. A. 2009. Alimentación de las aves. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México. D. F.
- Díaz, D.; Valera, L. y Vargas, C. 2004. Manejo y parámetros productivos en las granjas coturnícolas de la zona Andina de Venezuela. Memorias XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. p. 275.
- Echeverría, J. (2004). "Crianza de codornices Bobwhite". ECAG Informa. Atenas, C.R., (29):, 21-23.
- Fedna, (2005). Nutrición y Alimentación de avicultura complementaria. Gorrachategui, M. (1996). Alimentación de aves alternativas: codornices, faisanes y perdices.
- Fox S. (1994). *Probióticos en la nutrición animal*. Mundo Porcino- No 17 Ene-Feb. 28-32p.
- Gárriz, A.; Dalmaso, M. C.; Marina, M.; Rivas, E.; Ruiz, O. A.; Pieckenstain, F. L. Inhibición de la biosíntesis de poliaminas como estrategia de control de las

enfermedades causadas por ascosporas de *Sclerotinia Sclerotiorum*. ASAGIR, Argentina, 2003.

- Grepe, (2001). *Centro de Estudios Agropecuarios*. Codornices. Ed. Iberoamericana. Mexico. D.F pp. 25-40.
- Landete, J. M. Estudio y caracterización molecular de la producción de aminas biógenas por parte de bacterias lácticas de origen enológico. Tesis Doctoral, Universidad de Valencia, 2005.
- Lázaro C. (2005). Efecto de probióticos en el alimento de marranas sobre los parámetros productivos de lechones. *Rev. investig. vet. Perú*, 16(2), pp.97- 102. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S160991172005000200001
- Leeson, S.; Summers, J.D., 2005. *Commercial poultry nutrition*. Third Edition, Nottingham University Press.
- Lilly DM., Stillwell H. (1965). *Probiotics*. Growth promoting factors produced by microorganisms. *Science* 147:747-8
- Lucotte, G. 1991. *La codorniz, cría y explotación*. Ediciones Mundi–Prensa. Segunda edición. Madrid España.

- Martínez I. (2015) Evaluación de dos dietas comerciales en la engorda de dos razas de codornices *Coturnix coturnix Japonica* y *Coturnix coturnix* variedad Jumbo, en el municipio de Santiago Tianguistenco, Estado de MÉXICO.
- Maurice Randall y Gerry Bolla. (2010). Cría de codornices japonesas. *elsitioavicola*, 3332321, 5. 02/04/15, De El sitio *Avicola* Base de datos.
- Naturvida Factoría de Internet. (2014.). Beneficios y *Propiedades la Carne de Codorniz*. *Natursan*, 1, p1.
- Oliveira, B.L. Importância do manejo na produção de ovos de codornas. In: Simpósio Internacional de Coturnicultura, 2, Congresso Brasileiro de Coturnicultura, 1, (2004). Lavras. *Anais*. Lavras, 2004, p. 91-96.
- Oliveira, B.L., Oliveira, D.D., Fassani, E.J. Aspectos zootécnicos da criação de codornas (*Coturnix Coturnix Japonica*). Lavras, (2000).
- Parker RB. (1974). *Probiotics, the other half of the antibiotic story*. *Anim. Nutr. Health*. 29:4-8.
- Pérez y Pérez. 2004. Coturnicultura; Trabajo de Cría y Explotación Industrial de Codornices. 2º ed. Científica – Médica. Barcelona, España. 500p
- Periti, P.; Tonelli, F. Preclinical and clinical pharmacology of biotherapeutic agents: *Saccharomyces boulardii*. *J. Chemother*. 13: p. 473-493, 2001.

- Perrins, Chr. 2006. La Gran Enciclopedia de las Aves. Editorial Diana. México.
- Quintana, J.A. 1991. Avitecnia. Manejo de aves domésticas Ed. Trillas. México. D. F.
- Robbins, M. (2011). Clasificación Taxonómica de la Codorniz. *En Crianza de Codorniz* (p.5). E.U: scribd.
- Rodrigo Efrén Vázquez Romero y Hugo Humberto. (2009). Estudio Sobre la Codorniz Baja California. Abril 4 2015, de *Encuesta sobre codorniz en Baja california (CODOCANA)* Sitio web: <http://www.oeidrus>.
- Romero, E. 2000. Cría de codornices. [Página Web en línea]. Disponible en:<http://www.agrobit.com/Microemprendimientos/criaanimales/avicultura/Mi000002av.htm>_[Consulta: 10/110/2015].
- Salvador, F. et. al, (2005). Manejo de codornices.
- Sánchez, C. (2004). Crianza y comercialización de codornices, Edit; ripalme, Lima, Perú.
- Schrezenmeir J, De Vrese M. (2001). *Probiotics, prebiotics and symbiotics approaching a definition*. Am. J. Clin. Nutr. 73 (suppl): 361s-364s.
- Vallejo A. (2008). Evaluación de la Producción Post Mortem y Económica de dos genotipos de Codornices (*Coturnix coturnix Japonica* y *Coturnix coturnix* variedad

Jumbo) bajo dos Sistemas de Producción piso y batería en la Posta Zootécnica del CU UAEM Temascaltepec, Estado de México.

- Vandenplas, Y.; Ramírez, J. A.; Castañeda, C. Consenso sobre probióticos, agentes bioterapéuticos en el manejo de las diarreas. *Microorganismos en los alimentos, suplementos alimenticios y medicamentos. Acta Pediatr. (México)* 23(4): p. 243-249, 2002.
- Vásquez, R. y Ballesteros, H. (2007). La cría de codornices. Colombia. Recuperado de<<http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/CodornicesNo1.pdf>>.
- Villafaña, J. V. 2005. Evaluación del comportamiento in vivo de dos alimentos comerciales y una dieta elaborada en la engorda de codorniz.
- Yang, Y., Iji, P, Choct, M. (2007). *Effects of different dietary levels of mannanoligosaccharide on growth performance and gut development of broiler chickens.* *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 20 (7): 1084-1097