

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**PRODUCCIÓN DE HUEVOS DE CODORNIZ (*Coturnix coturnix japónica*)
UTILIZANDO DIETAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON AZOLLA
(*Azolla anabaena*).**

Trabajo de investigación previo a la obtención del grado de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.

Autor:

JUAN PABLO BUENAÑO BUENAÑO

Tutor:

ING. OSCAR PATRICIO NÚÑEZ TORRES, Mg

Cevallos – Tungurahua – Ecuador, 2016

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

“El suscrito, JUAN PABLO BUENAÑO BUENAÑO, portador de la cédula de identidad número: 1804621660, libre y voluntariamente declaro que el informe Final del Proyecto de investigación titulado: **“PRODUCCIÓN DE HUEVOS DE CODORNIZ (*Coturnix coturnix japónica*) UTILIZANDO DIETAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON AZOLLA (*Azolla anabaena*).”** es original, autentico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas”.



Juan Pablo Buenaño Buenaño

C.I. 1804621660

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: **“PRODUCCIÓN DE HUEVOS DE CODORNIZ (*Coturnix coturnix japónica*) UTILIZANDO DIETAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON AZOLLA (*Azolla anabaena*).”** como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Médico Veterinario Zootecnista, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



Juan Pablo Buenaño Buenaño

C.I. 1804621660


**PRODUCCIÓN DE HUEVOS DE CODORNIZ (*Coturnix coturnix japónica*)
UTILIZANDO DIETAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON AZOLLA
(*Azolla anabaena*).**

REVISADO POR:



Ing. Oscar Patricio Nuñez Torres, Mg

Tutor



Dr. Marcos Barros Rodríguez, PhD

Biometría

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO:



Ing. Hernán Zurita Vásquez, Mg

Presidente del Tribunal

FECHA



Ing. Gonzalo Aragadway Yungán, Mg

Miembro del Tribunal

FECHA



Ing. Verónica Rivera Guerra, Mg

Miembro del Tribunal

FECHA

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Campus Querochaca, por permitirme estudiar en tan prestigiosa institución.

Al Ing. Oscar Patricio Núñez, coordinador de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia y Tutor de esta tesis, por brindarme el asesoramiento y sus conocimientos en la crianza de codornices y a su vez por facilitarme las jaulas e insumos para la realización de este proyecto de tesis.

Al Dr. Marcos Barros, por su apoyo durante la realización del proyecto de investigación, así como su ayuda en la parte estadística y elaboración de este Informe Final, sin su continua asistencia y orientación, mi investigación no hubiera sido posible.

Al personal que labora en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por facilitarme los espacios, suministros y conocimientos técnicos.

A mis docentes de cada módulo recibido, por el constante apoyo y aliento que recibí durante las clases impartidas por cada uno de ellos. Sus conocimientos y comprensión me han ayudado a evolucionar como ser humano y buen profesional.

DEDICATORIA

A Dios, porque él es el dueño de nuestras vidas y hace posible que estemos en este lugar gracias a las capacidades que nos brinda día tras día.

A mis padres, por el apoyo constante durante toda mi vida estudiantil.

A mis hermanos, por su apoyo durante la realización del proyecto de investigación y día tras día.

ÍNDICE

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD.....	ii
DERECHOS DE AUTOR.....	iii
VOTOS APROBATORIOS DEL TRIBUNAL.....	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY.....	xiv
CAPÍTULO I	15
INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO II	17
REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO	17
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	17
2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL.....	24
2.2.1. AZOLLA (<i>Azolla anabaena</i>)	24
2.2.2. RENDIMIENTO PRODUCTIVO.....	25
2.2.3. CODORNICES.....	26
2.2.3.1. GENERALIDADES.....	26

2.2.3.2. CONDICIONES AMBIENTALES.....	27
2.2.3.3. ALIMENTACIÓN	28
2.2.3.4. BASES ANATÓMICAS Y FISIOLÓGICAS.....	29
CAPÍTULO III.....	31
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	31
3.1 HIPÓTESIS.....	31
3.2. OBJETIVO GENERAL	31
3.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	31
CAPÍTULO IV.....	32
MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	32
4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR	32
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES.....	32
4.3.1. MATERIALES.....	32
4.3.2. EQUIPOS	33
4.4. FACTORES EN ESTUDIO	33
4.5. TRATAMIENTOS.....	33
4.7. VARIABLES RESPUESTA	34
4.8. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	36
CAPÍTULO V.....	38
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
5.1. RESULTADOS	38
5.2. DISCUSIÓN.....	40
CAPÍTULO VI.....	42
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	42

6.1. CONCLUSIONES.....	42
6.2. BIBLIOGRAFÍA.....	42
6.3. ANEXOS.....	47
CAPÍTULO VII.....	62
7. PROPUESTA.....	62
7.1. DATOS INFORMATIVOS.....	62
7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	62
7.3. JUSTIFICACIÓN.....	62
7.4. OBJETIVOS.....	63
7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	63
7.6. FUNDAMENTACIÓN.....	63
7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO.....	64
7.8. ADMINISTRACIÓN.....	64
7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Requerimientos nutricionales de codornices de postura.....	28
Tabla 2	Distribución de los tratamientos, repeticiones y número de animales a utilizarse en el ensayo.....	33
Tabla 3	Niveles de inclusión de Azolla y composición química de las dietas.....	36
Tabla 4	Consumo voluntario de nutrientes y comportamiento productivo (g/día) en codornices alimentadas con Azolla.....	39
Tabla 5	Digestibilidad aparente de nutrientes en codornices alimentadas con Azolla.....	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Azolla fresca antes de recolección.....	Anexo 1
Secado de Azolla al ambiente.....	Anexo 2
Molido de Azolla.....	Anexo 3
Distribución de los tratamientos y producción de huevos.....	Anexo 4
Recolección de heces.....	Anexo 5
Pesaje de huevos.....	Anexo 6
Desecación de muestras en estufa para obtener materia seca.....	Anexo 7
Ubicación de muestras en la mufla para obtener cenizas.....	Anexo 8
Pesaje de crisol para obtener valor de cenizas.....	Anexo 9
Alimentación de codornices con dietas a base de Azolla.....	Anexo 10
Análisis bromatológico de la Azolla.....	Anexo 11
Análisis de proteína de las dietas y de heces.....	Anexo 12
Datos recolectados de Consumo Voluntario de nutrientes.....	Anexo 13
Datos recolectados para rendimiento de huevos y conversión alimenticia.....	Anexo 14
Datos recolectados para digestibilidad aparente de nutrientes.	Anexo 15
Análisis de varianza para la variable consumo voluntario de materia seca (CVMS).....	Anexo 16
Prueba de Tukey para la variable consumo voluntario de materia seca (CVMS).....	Anexo 17
Análisis de varianza para la variable consumo voluntario de materia orgánica (CVMO).....	Anexo 18
Prueba de Tukey para la variable consumo voluntario de materia orgánica (CVMO).....	Anexo 19
Análisis de varianza para la variable consumo voluntario de proteína cruda (CVPC).....	Anexo 20
Prueba de Tukey para la variable consumo voluntario de proteína cruda (CVPC).....	Anexo 21
Análisis de varianza para la variable consumo voluntario de fibra detergente neutra (CVFDN).....	Anexo 22
Prueba de Tukey para la variable consumo voluntario de fibra detergente	Anexo 23

neutra (CVFDN).....	
Análisis de varianza para la variable consumo voluntario de fibra detergente ácida (CVFDA).....	Anexo 24
Prueba de Tukey para la variable consumo voluntario de fibra detergente ácida (CVFDA).....	Anexo 25
Análisis de varianza para la variable rendimiento de huevos (RH).....	Anexo 26
Prueba de Tukey para la variable rendimiento de huevos (RH).....	Anexo 27
Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia (CA).....	Anexo 28
Prueba de Tukey para la variable conversión alimenticia (CA).....	Anexo 29
Análisis de varianza para la variable digestibilidad aparente de la materia seca (DAMS).....	Anexo 30
Prueba de Tukey para la variable digestibilidad aparente de la materia seca (DAMS).....	Anexo 31
Análisis de varianza para la variable digestibilidad aparente de la materia orgánica (DAMO).....	Anexo 32
Prueba de Tukey para la variable digestibilidad aparente de la materia orgánica (DAMO).....	Anexo 33
Análisis de varianza para la variable digestibilidad aparente de la proteína (DAPC).....	Anexo 34
Prueba de Tukey para la variable digestibilidad aparente de la proteína cruda (DAPC).....	Anexo 35
Análisis de varianza para la variable digestibilidad aparente de la fibra detergente neutra (DAFDN).....	Anexo 36
Prueba de Tukey para la variable digestibilidad aparente de la fibra detergente neutra (DAFDN).....	Anexo 37
Análisis de varianza para la variable digestibilidad aparente de la fibra detergente ácida (DAFDA).....	Anexo 38
Prueba de Tukey para la variable digestibilidad aparente de la fibra detergente ácida (DAFDA).....	Anexo 39

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el comportamiento productivo de codornices (*Coturnix coturnix japónica*) utilizando dietas con niveles crecientes de Azolla (*Azolla anabaena*). Esta investigación se la realizó en la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Las variables a estudiarse fueron: consumo voluntario de nutrientes, rendimiento productivo y digestibilidad aparente de los nutrientes. Los tratamientos a emplearse fueron: T1 0% de inclusión de Azolla, T2 5% de inclusión de Azolla, T3 10% de inclusión de Azolla y T4 15% de inclusión de Azolla en la dieta. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y seis repeticiones, además de un análisis de varianza y prueba de Tukey al 5%. El CVMS, CVMO, CVPC y CVFDN mostró diferencia (P=0,0010; P=0,0169; P=0,0007 y P=0,0099 respectivamente) entre tratamientos, siendo el mayor consumo para T2, T3 y T4. Para CVFDA fue mayor (P=0,0001) para los tratamientos T3 (9,98) y T4 (10,22) g/ave/día. El rendimiento de huevos fue mayor (P=0,0001) para T1 11,8; T2 11,4 y T3 10,7 g/día¹. La conversión alimenticia mostró diferencias (P=0,0001) siendo las más bajas para T1 (3,4) y T2 (3,8) frente a T3 (4,4) y T4 (5,0). En cuanto a digestibilidad de MS y MO no mostró diferencia (P=0,0593; P=0,1098 respectivamente) entre tratamientos. La mayor (P= 0,0001) DAPC fue para T1 (46,1 %) y T2 (44,5 %) respectivamente. En cuanto a DAFDN el mayor (P=0,034) resultado fue para el T2 (63,65 %). Con respecto a la DAFDA la mayor (P=0,0205) digestibilidad se observó para T1 (52,4 %); T2 (55,0 %) y T4 (49,9 %). Se concluye que es factible la incorporación de Azolla a niveles bajos de inclusión en las dietas de las codornices sin producir efectos negativos en los parámetros productivos, consumo voluntario y digestibilidad aparente de nutrientes.

Palabras clave: Azolla, codornices, consumo voluntario, digestibilidad, rendimiento productivo.

SUMMARY

The objective of this investigation was to evaluate the performance of quails (*Coturnix coturnix japonica*) using diets with increasing levels of Azolla (*Azolla anabaena*). This investigation was conducted at the Technical University of Ambato, Faculty of Agricultural Sciences. The variables studied were: voluntary intake of nutrients, production performance and apparent nutrient digestibility. The treatments used were: T1 0% inclusion of Azolla, T2 5% inclusion of Azolla, T3 10% inclusion of Azolla and T4 15% inclusion of Azolla in the diet. A completely randomized design with four treatments and six replications, in addition to an analysis of variance and Tukey test at 5%. The VIDM, VIOM, VICP and VINDF showed no difference ($P = 0,0010$; $P = 0,0169$; $P = 0,0007$ and $P = 0,0099$ respectively) between treatments, being the highest consumption for T2, T3 and T4. To VIADF it was higher ($P = 0,0001$) for T3 (9,98) and T4 treatments (10,22) g / bird / day. The yield of eggs was greater ($P = 0,0001$) for T1 11,8; T2 T3 11,4 and 10.7 g / day¹. Feed conversion ratio showed differences ($P = 0,0001$) being the lowest for T1 (3,4) and T2 (3,8) vs. T3 (4,4) and T4 (5,0). As for DM and OM digestibility he showed no difference ($P = 0,0593$ and $P = 0,1098$, respectively) between treatments. The higher ($P = 0,0001$) for T1 was ADCP (46,1%) and T2 (44,5%) respectively. As ADNDF the higher ($P = 0,034$) result was for T2 (63,65%). With respect to most ADADF ($P = 0,0205$) was observed for T1 digestibility (52,4%); T2 (55,0%) and T4 (49,9%). It is concluded that the incorporation of Azolla at low inclusion levels in diets for quails without negative effects on production parameters, voluntary intake and apparent digestibility of nutrients is feasible.

Keywords: Azolla, quails, voluntary intake, digestibility, production performance.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el continente americano la cría de codornices se ha desarrollado considerablemente, países como Argentina, Brasil, México y Estados Unidos son los que tienen mayor experiencia (Uzcátegui, 2002).

La cotornicultura en Ecuador se realiza en la Costa y en la Sierra, en donde las condiciones del clima permiten su adecuado desarrollo, debido a su fácil adaptabilidad a cualquier tipo de clima, pero el crecimiento de esta actividad no ha sido muy aprovechado, debido a factores culturales, falta de conocimiento del producto y sus beneficios, y a su vez por ser de pequeña producción, debido a la falta de innovación (Vargas y Mora, 2010).

La codorniz es un ave pequeña pero con una gran capacidad productiva, de aquí la importancia de tener una alimentación balanceada que cubra con su exigente ritmo de postura, por ello existen en el mercado una amplia gama de alimentos concentrados comerciales provenientes de distintas fábricas. Sin embargo, el productor enfrenta problemas para su alimentación al no disponer de alimentos específicos para codornices en sus fases de postura, teniendo que utilizar alimentos balanceados para gallinas ponedoras o para pollos broiler que muchas veces no cubre con los requerimientos nutricionales del animal, manifestando bajos niveles de producción y diferencias en los requerimientos ideales para codornices (Manoche y Del Valle, 2006).

La producción de huevos de codorniz en nuestro país es un negocio muy atractivo, por el crecimiento que ha tenido en los últimos años. La cotornicultura empezó desde 1990, y está presente casi todas las provincias, en Santo Domingo de los Tsáchilas principalmente para la incubación de huevos. El huevo de codorniz últimamente ha empezado a llamar la atención por sus propiedades, muchos médicos recomiendan su consumo, por su alto contenido proteico, vitaminas y minerales (Mendizábal, 2005).

El huevo de codorniz contiene todos los elementos nutritivos que requiere el ser humano, esto añadido a la fácil digestibilidad de sus nutrientes que constituyen un elemento de alto valor en la dieta alimenticia (Ruales, 2012).

Las raciones para codornices en postura se han formulado, para cumplir los requerimientos nutricionales, en base a maíz y torta de soya obteniendo una producción de huevos superior al 70%, cuando se sustituyen estas materias primas por otras fuentes la postura se reduce ligeramente (González et al., 2008).

La presente investigación tiene como propósito medir el rendimiento productivo en codornices utilizando tres diferentes dietas balanceadas, enriquecidas con *Azolla (Azolla anabaena)* al 5%, 10% y 15% para analizar si existen diferencias entre los mismos y a su vez llegar a determinar qué tipo de dieta tiene mayor eficacia y producción.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La utilización de Azolla como alimento para la producción animal se ha realizado tradicionalmente en Asia y África como forraje fresco, seco y fermentado para bovinos, porcinos y aves. En China, particularmente en pollos y pavos, se han utilizado en promedio 0,1 a 0,3 kg de Azolla fresca/día. En Colombia se ha utilizado en dietas de cerdos sustituyendo hasta 15 y 30 % del suplemento proteico durante las etapas de levante y ceba, logrando buenos resultados especialmente en la etapa de ceba (Becerra et al., 1990).

La especie acuática que ha sido utilizada en alimentación porcina con mayor impacto, es Azolla debido principalmente a su tasa de crecimiento, a su relativo manejo y a su fácil incorporación en sistemas de alimentación para cerdos. Entre sus ventajas específicas tenemos: Alta tasa de conversión de nitrógeno en proteína (hasta 9 t/ha/año) y la composición de aminoácidos que es muy parecida al de la proteína ideal. Otra especie acuática, con un crecimiento rápido y altos contenidos de proteína (hasta 40%) es *Lemna minor*, esta ha sido utilizada en dietas para lechones reemplazando parte de la proteína suministrada (Vásquez, 2012).

En la "Hacienda Arizona" ubicada en el municipio de Jamundí en el Valle del Cauca se llevaron a cabo dos ensayos con pollos de engorde. El primero se realizó con 40 pollos de 15 días de edad de la raza Arbor Acres para evaluar la respuesta animal al sustituir parcialmente la proteína aportada por un suplemento proteico de 40 % a base de torta de soya por lombriz roja Californiana y *Azolla filiculoides* ofrecidas en forma fresca. Las dietas fueron: S100 con 100 % de la proteína requerida según peso aportada por el suplemento; A50 con 50% del suplemento y Azolla a voluntad; L15 con 50 % de la proteína aportada por el suplemento, 15 % por lombriz y Azolla a voluntad; y L25 con 50% de la proteína aportada por el suplemento, 25% por lombriz y Azolla a voluntad. La oferta total de proteína se controló de acuerdo a las tablas de consumo para la raza. El

consumo promedio de Azolla para el periodo estuvo entre 192 y 244 g siendo el más bajo para el tratamiento L15 y el más alto para el tratamiento A50. La ganancia diaria promedio de todo el periodo fue muy similar para los tratamientos. El incremento de peso y la conversión mejoró notablemente después de los 700 g de peso; el aumento más marcado se produjo en el tratamiento A50, es decir, en el que Azolla se esperaba que reemplazara en un 50 % la proteína de la torta de soya (Rodríguez y Arango, 1995).

En una investigación realizada en tilapias se evaluaron tres dietas experimentales a base de *Azolla sp.* para ser sometidas a comparación con una dieta comercial de 32% de proteína sin aditivos. La alimentación con Azolla incluía: suministro directo de la planta sin tratamiento previo, Azolla sometida a secado por medio de exposición directa a la luz solar y Azolla procesada con dos ingredientes de bajo costo, entre 10 ingredientes utilizados: Afrechillo de arroz y machica. El peso promedio final de 10 peces, obtenido en el módulo #8 con balanceado comercial fue de 47,08 g, que se contrapuso al del módulo #7 que fue de 20,74 g con balanceado de Azolla. Se mantuvieron bajos costos con la dieta experimental, que era la principal consigna en el presente trabajo de investigación, reducir costos de alimentación que representa el rubro más significativo dentro de la producción comercial de tilapia. Se obtuvieron resultados positivos con la dieta procesada de Azolla, sin embargo el alimento artificial se impuso ante las demás, justamente por ser un alimento procesado (extrusado) a nivel industrial (Gallino y Recalde, 2004).

Se llevó a cabo un ensayo con el fin de determinar el nivel de remplazo más adecuado de jugo de caña por vinaza como fuente energética para patos Pekín de engorde. Se trabajó con niveles de remplazo del jugo con vinaza de 0, 20, 40 y 60% de acuerdo a los grados brix. Cada tratamiento tuvo tres réplicas con 10 patos cada uno. Todos los patos recibieron además 40 g/día de soya y Azolla a voluntad como fuente proteica. Permanecieron en un galpón cerrado hasta el día 21 de edad, momento en el cual se pasaron a un estanque dividido en 12 compartimientos correspondientes a las unidades experimentales. La fase experimental tuvo una duración de 41 días. Las ganancias diarias fueron: 31, 31, 27 y 22 g/día y las conversiones (base seca): 5,76; 4,82; 4,89 y 5,36 para los niveles de remplazo de 0, 20, 40 y 60% (Chará y Suárez, 1993).

En una investigación sobre “Sustitución del maíz por harina de Azolla (*A.caroliniana*) en raciones para el crecimiento - engorde de cobayos”, se midió el incremento de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad y rentabilidad de cada tratamiento. Las raciones fueron las siguientes: Ración uno (0% Azolla grupo Testigo), ración dos (10% Azolla); y ración tres (20% Azolla) tanto para hembras y machos. El mayor consumo de alimento fue en el tratamiento testigo macho y el menor en el tratamiento tres 20% de Azolla en machos. El mayor incremento de peso se dio en el grupo del 20% de Azolla en machos y el menor incremento de peso en el tratamiento testigo hembras. La mejor conversión alimenticia se registró en el tratamiento 20% macho, con 8,90; y la menor corresponde al tratamiento testigo en machos, con 13,06. La mayor mortalidad se registró en el tratamiento del 10% de Azolla en machos; y la menor mortalidad en el tratamiento al 20% hembras y testigo macho. En lo que se refiere a rentabilidad fue superior en el tratamiento machos al 20%. Se obtuvo una rentabilidad negativa en el tratamiento testigo machos (Ramos, 2012).

Se realizó una investigación sobre la Azolla en la cual se evaluaron dos métodos de secado del helecho acuático en combinación con zeolita en diferentes proporciones, para obtener un sustrato orgánico, ofreciendo una alternativa natural y más rentable que la tradicional, además se determinó el contenido nutricional del sustrato Azolla más zeolita. En los estudios realizados se determinaron métodos de secado que fueron al aire libre y bajo cubierta plástica y los tiempos de secado para lo cual se tomaron datos a los 7, 14 y 21 días, además se incorporó 3 cantidades de zeolita que van del 10, 20 y 30% del peso inicial que fue de 20 Kg. En lo que se refiere al contenido de humedad, se observó que con el método bajo cubierta, un tiempo de secado de 21 días y una concentración de 30% (6 kg) de zeolita, se logra un contenido de humedad del 7,92 %, porcentaje que es suficiente para que el sustrato sea fácil de manipular y de transportar para ser aplicado como abono en diferentes cultivos o como sustrato para semilleros o viveros (Ríos, 2014).

Se realizó una caracterización a tres especies de clima frío una (*Rumex crispus*) tratada como una maleza debido a su habilidad de invadir y poblar, la segunda (*Azolla anabaena*), esta es conocida como una especie invasora de pequeños estanques y por

último (*Beta vulgaris*) la cual es desaprovechada, ya que sus hojas son desechadas al ser cultivada solamente su raíz. Los contenidos de proteína cruda de la *Azolla anabaena* (17,43%) son tan altos comparados a las otras dos especies *Beta vulgaris* y la *Rumex crispus* (15,91% y 16,58% respectivamente); pero se encuentra mayor diferencia entre estas plantas en el contenido de fibra detergente neutra, ya que este fue en la *Azolla anabaena* (34,72%) y en la *Rumex crispus* (21,09%) determinado mediante el análisis de Van Soest. Posteriormente se evaluaron en cada una de las especies la presencia de factores anti nutricionales de forma cualitativa y cuantitativa destacando la alta concentración de taninos hidrolizados en la *Azolla anabaena* (21,37%) y la baja presencia de estos taninos en la *Rumex crispus* (13,90%). Se detectó indistintamente la presencia de esteroides, fenoles y alcaloides las especies evaluadas presentaron una aceptable presencia de estos metabolitos secundarios. Estas especies presentaron una buena digestibilidad sobresaliendo la *Azolla anabaena* y la *Rumex crispus* (94,76% y 85,98% correspondientemente), sin descartar la *Beta vulgaris* (76,08%). Estas especies constituyen una buena alternativa como alimento suplementario en los sistemas de producción en clima frío (Vásquez, 2012).

Se realizó una investigación para evaluar el efecto de los niveles de inclusión de ripo de harina de sangre sobre el rendimiento productivo y la calidad del huevo. Se utilizaron 160 codornices japonesas de 12 semanas de edad, en un diseño completamente al azar con 4 tratamientos, 5 repeticiones y 8 aves por repetición, durante 60 días. Las dietas experimentales fueron isoproteicas e isoenergéticas con 20% de proteína cruda y 2900 kcal EM/kg. Los tratamientos fueron: 0% 5% 10% y 15% de RHS (ripo de harina de sangre). Los resultados mostraron efecto lineal negativo de los niveles de ripo de harina de sangre para consumo diario de alimento, y efecto cuadrático sobre producción de huevos, peso del huevo, unidades Haugh, huevos rotos y huevos sin cáscara. Los niveles de ripo de harina de sangre no influenciaron ($P>0,05$) la conversión alimenticia (kg de ración / docenas de huevos y kg de ración / kg de huevo). En conclusión se estima en 6,15% de ripo en la dieta que aumenta la postura y el peso del huevo. Los niveles de ripo de ripo no afectan la conversión alimenticia de codornices japonesas (González et al., 2008).

Se realizó una investigación con el fin de evaluar el efecto de la inclusión de grano de soya integral cocido en la preparación de raciones para la alimentación de codornices sobre el desempeño productivo y la calidad del huevo. Se utilizaron 250 codornices, de 30 días de edad, durante un período de 84 días, en un diseño experimental completamente al azar, distribuidas en cinco tratamientos, cinco niveles de Soya Integral Cocida (SIC), cinco repeticiones y 10 aves por repetición, para un total de 25 parcelas experimentales y 250 aves en el ensayo. Las raciones experimentales fueron formuladas con niveles crecientes de grano de soya (0%, 5%, 10%, 15% y 20%). Las variables sobre calidad del huevo y de la cáscara, y grosor de la cáscara, gravedad específica y unidades Haugh no presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$). En conclusión la inclusión de Soya Integral Cocida influye en el peso de los huevos y el consumo de ración, sin embargo, no tiene efectos sobre la calidad del huevo (Gamboa et al., 2005).

Se realizó una investigación para evaluar algunas características de calidad del huevo de codornices japonesas (*Coturnix japonica*) alimentadas con dietas conteniendo algunos alimentos energéticos alternativos en sustitución parcial del maíz. Se utilizaron 450 huevos procedentes de un ensayo en un diseño experimental completamente al azar, con cinco tratamientos, cinco repeticiones y 10 aves por unidad experimental. Los tratamientos en dietas con sustitución del 50% del maíz como fuente energética fueron: CTL (maíz), arroz partido (AP), arroz integral (AI), afrecho de yuca (AY) y harina de plátano (HP). La fase experimental tuvo una duración de 24 semanas. No se presentaron diferencias entre las dietas evaluadas para las variables peso de huevo, peso de la yema, altura del albumen, peso y grosor de la cáscara y unidades Haugh. En conclusión, los alimentos alternativos en sustitución del 50% del maíz como fuente energética, no afectan las características de calidad del huevo de codorniz (Nery y Acuña, 2013).

En la Universidad de Oriente, se realizó un experimento, con el objetivo de evaluar alimentos concentrados comerciales y densidad de aves sobre la producción de huevos. Se utilizaron 2 alimentos para gallinas ponedoras, uno especial para codornices y dos densidades 15 y 20 aves por jaula. Se suministró 35g de alimento/animal/día, el agua fue a voluntad. Los alimentos se compraron por lotes y se realizó un análisis bromatológico. A todas las observaciones se les realizaron un análisis de varianza y a las diferencias

entre las medias se le aplicó una prueba de Duncan al 5 %. En conclusión la interacción entre los factores estudiados no presentaron diferencias significativas, el porcentaje de mortalidad y tamaño del huevo resultaron no significativo. Sin embargo el alimento C especial para codornices y la densidad de 20 animales/jaula expresaron el mejor comportamiento productivo y la mejor ganancia neta en codornices japonesas durante la primera fase postura (Manoche y Del Valle, 2006).

Con el objetivo de evaluar los parámetros productivos de codornices de engorde alimentadas con dietas a base de alimento concentrado (AC) y harina de lombriz (HL) roja californiana (*Eisenia foetida*) se realizó un ensayo en Venezuela. Durante 42 días se mantuvieron enjauladas 36 codornices de raza japonesa (*Coturnix japonica*) en dos tratamientos, seis repeticiones y cada repetición comprendió tres aves. Los tratamientos fueron: T0 (control) con alimento concentrado comercial con 17% de proteína; T1: alimento concentrado comercial con 17% de proteína + 4 % de harina de lombriz para completar 19% de proteína de la ración. Las aves consumieron el alimento *ad libitum*. Se pesó el alimento consumido diariamente y las codornices se pesaron una vez por semana. Se concluye que al observar los parámetros en forma general, hay diferencias significativas ($P < 0,05$) en el peso promedio, ganancia de peso y rendimiento en canal, a favor del tratamiento con harina de lombriz, sin deterioro del índice de conversión, ni aumento del consumo de alimento en el periodo total (Díaz et al., 2009).

Para determinar el efecto de la sustitución parcial de harina de soja y grano de maíz molido por el subproducto garbanzo de descarte en la respuesta productiva de codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) en engorde se utilizaron 1.125 codornices (1 d de edad; peso inicial de $9,79 \pm 0,13$ g), asignadas a 25 jaulas (45 codornices/jaula), de acuerdo con un diseño completamente aleatorizado. La prueba duró 29 días. La dieta basal contenía 55% de grano de maíz molido y 35% de harina de soja; los tratamientos consistieron en la sustitución en la dieta del grano de maíz molido y de harina de soja por garbanzo de descarte (0, 15, 30, 45 y 60%). Al final de la prueba se sacrificaron 25 codornices por tratamiento para obtener peso del páncreas, longitud del intestino delgado, peso de la canal y su rendimiento. Con la inclusión de hasta 45% de garbanzo de descarte no afectó ($P > 0,05$). Con 60% de garbanzo de descarte disminuyó ($P < 0,05$).

El consumo de alimento por ave y eficiencia alimenticia fueron similares entre tratamientos ($P>0,05$). El peso del páncreas y la longitud del intestino delgado incrementaron conforme al nivel del garbanzo de descarte. Estos resultados indican que, en dietas de engorde para codorniz japonesa, el garbanzo de descarte puede sustituir parcialmente hasta en 45% a la harina de soja y el grano de maíz molido sin disminuir la respuesta productiva y el rendimiento en la canal (Portillo et al., 2011).

Se realizó un estudio para evaluar el efecto de la utilización de diferentes porcentajes de Harina de Sangre de Ganado Bovino (HSB) como complemento en la ración alimenticia de la codorniz durante la fase de engorde. Para dicha investigación se utilizaron 160 codornices de 8 días de nacidas. El tratamiento T1 (testigo) se alimentó con 100 % de concentrado comercial. Para los tratamientos T2, T3 y T4 se complementó con una dieta de 5, 10 y 15 % de HSB respectivamente. Las variables evaluadas fueron: peso vivo, peso de la canal, conversión alimenticia y evaluación económica. Se determinó que para la variable peso vivo, se observó diferencia entre tratamientos al 5 % obteniendo mejores resultados de peso vivo los tratamientos T2 y T3, aunque entre ambos no hubo significancia, con respecto a T1 y T4 estos resultaron ser inferiores a T2 y T3 y similares entre ambos, aunque los mejores resultados entre estos tratamientos los generó el T1 en comparación a T4. Referente al peso de la canal al realizar los análisis, se determinó que existió diferencia entre tratamiento al 5 %, produciendo los mejores resultados los tratamientos T3, T2 descendientemente T1 y T4. Con relación a la conversión alimenticia al efectuar los análisis estadísticos pertinentes se estipuló que no existió diferencia estadística entre los tratamientos a un nivel de significancia del 5 %. (Hernández et al., 2012).

2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. AZOLLA (*Azolla anabaena*)

La Azolla es un género de siete especies de helechos acuáticos, único género de la familia Azollaceae (algunos autores la consideran integrante de la familia Salviniaceae). Están extremadamente reducidos en forma y en especialización, además de no ser parecidos a los helechos convencionales, aunque hay parecido con las Lemnaceae o algunos musgos. Son plantas acuáticas flotantes, de hojas pequeñas con raíces cortas. Frondes divididas cuyo color oscila entre rojo y púrpura a pleno sol y de verde pálido a verde azulado en la sombra. Crece muy rápido, ideal para cubrir la superficie de fuentes de agua como reservorios o estanques, donde ayuda a controlar el desarrollo de las algas al limitar la disponibilidad de la luz. Son intolerantes al agua salada (Vásquez, 2012).

Debido a su capacidad de fijación de nitrógeno, se usan para incrementar la productividad de la agricultura en partes del sudeste de Asia. Cuando los campos de arroz se inundan en primavera, se los puede inocular con Azolla, que por su rápida multiplicación, cubra el agua, suprimiendo malezas. Cuando las Azolla mueren, contribuyen con nitrógeno que luego el arroz tomará por las raíces, y como los campos de arroz se secan, todas las Azolla eventualmente mueren, haciendo un excepcional abono verde, pudiendo entregar más de 9 t/ha/año de proteína. Es así que la Azolla puede remplazar agroquímicos. Azolla se ha usado como alimento para los cerdos y patos en el sur este de Asia; para el ganado, peces y pollería en Vietnam y para los cerdos en Singapur y Taiwán. Se describe como un suplemento excelente para forraje verde para el ganado en Vietnam y puede reemplazar a 50% del salvado de arroz usado como alimento para los cerdos de ese país (Becerra et al., 1990).

La fijación de nitrógeno de la simbiosis varía con el tipo de especie de Azolla. Sin embargo, se encontraron que los factores ambientales ejercieron gran influencia sobre esta capacidad y la de producción de grandes cantidades de biomasa. Tanto la fijación de nitrógeno como la alta tasa de crecimiento le permitieron producir en poco tiempo gran cantidad de biomasa rica en nitrógeno. Esta propiedad ha motivado su estudio como biofertilizante para cultivos desarrollados en condiciones de inundación. El FONAIAP

inició en 1991 un proyecto de investigación para evaluar la potencialidad de la asociación *Azolla anabaena* como biofertilizante para arrozales venezolanos, para lo cual se planteó la necesidad de recolectar y desarrollar un banco de germoplasma de las especies de *Azolla* en Venezuela. Los objetivos del presente trabajo fueron caracterizar morfológica y anatómicamente, así como evaluar la productividad agronómica de accesiones de *Azolla anabaena* de Venezuela (Espinoza y Gutiérrez, 2006).

2.2.2. RENDIMIENTO PRODUCTIVO

La codorniz doméstica es una excelente ponedora con una media de 23 a 25 huevos por mes y 250 a 300 huevos por año. Las cualidades de la composición del huevo es la misma de la gallina. El peso promedio es de 10 a 12 g. de 5 a 6 huevos de codorniz equivalen a un huevo de gallina, puede llegar hasta los 15 gramos. También las partes del huevo reciben las mismas denominaciones, la clara que representa el 46,21%; la yema el 42,33% y la cáscara el 11,46%. Esos huevos pueden ser infértiles o claros cuando no han sido apareados con el macho y fértiles cuando son apareados con el macho. Para producción de huevos para consumo no necesita el apareamiento con el macho (Cumpa, 2009).

La codorniz incrementa su producción conforme crece. De los dos meses y medio a los tres, la codorniz llega a su pico de postura, es decir, al nivel máximo de puesta de huevos durante su vida productiva. En este pico, una codorniz puede llegar a poner de uno a dos huevos diarios. El ciclo normal de postura es de 22 h por huevo y mantiene este nivel de puesta por cuatro a seis semanas. Si el pico de postura es alto, entonces la postura decrecerá lentamente durante el año; pero si no es bueno, la postura decrecerá rápidamente. Para lograr un buen pico, se debe realizar un manejo excelente durante toda la etapa de crecimiento del ave. Cuando no se alcanzan buenos niveles, la producción del lote decrece rápidamente y puede terminar el año con niveles inferiores al 40% de producción, lo cual no es rentable (Cordero, 1995).

Es importante para las codornices de todas las edades principalmente para las ponedoras, pues ellas necesitan de una buena alimentación, no solo para mantener su vida y compensar los desgastes orgánicos (ración de mantenimiento), y también para formación

de los huevos que exige una alimentación abundante y rica en nutrientes que irá a componer cada una de las partes del huevo sean o no fértiles. Cuando la temperatura está muy elevada provoca disminución del tamaño de los huevos porque comen menos debido al calor, las codornices reciben menos elementos nutritivos para la formación de los huevos, cuando la temperatura es baja disminuye la postura y los huevos producidos son de mayor tamaño (Cumpa, 2009).

2.2.3. CODORNICES

2.2.3.1. GENERALIDADES

Las codornices son aves muy antiguas provenientes de China, Japón y de Asia, desde siempre el hombre ha intentado domesticar los animales y usarlos para su beneficio, por lo que en el caso de las codornices se intentó con 2 clases de aves, que según su nombre científico son: *Coturnix coturnix* y *Coturnix japónica*. Después de varias pruebas llegaron a la conclusión que la más adecuada es la *Coturnix japónica* o la comúnmente conocida como codorniz. Pertenecen al grupo de las aves, por lo que son animales vertebrados con el cuerpo recubierto de plumas y con las extremidades anteriores transformadas en alas y se reproducen por huevos. Poseen gran independencia respecto al medio, lo que les permite colonizar todo tipo de ambientes. Poseen una piel con una epidermis fina pero impermeable ayudada del revestimiento de plumas, esto impide que la evaporación del agua del medio interno sea importante (Ciriaco, 1996).

Esta ave es rústica, de color café grisáceo, muy resistente a enfermedades, por lo cual no requieren vacunaciones, la codorniz, una pequeña ave silvestre que ha pasado de ser una pieza de caza, a convertirse en una gran productora de carne y huevos, llegando a producir en promedio 250 huevos por ave/año (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 (Vásquez y Ballesteros, 1996).

Entre las principales ventajas que posee la codorniz, tenemos las siguientes: requieren de muy poco espacio, bajo costo inicial cada ave de postura cuesta alrededor de \$1.40 y

produce por el lapso de un año, a la vez estas tienen un bajo consumo de alimento, las aves adultas consumen en promedio de 20 a 30 g. de alimento por día e inician su ciclo de postura antes de las 6 semanas de edad (Ciriaco, 1996).

2.2.3.2. CONDICIONES AMBIENTALES

Un factor muy importante para una mejor producción y menor riesgo de perder individuos son las condiciones ambientales, es decir la temperatura, humedad, luz, etc. Puede decirse que la codorniz es bastante aceptable a las condiciones ambientales, pero en su explotación doméstica se obtiene mejores resultados en zonas cuyo clima está enmarcado entre los 18 y los 30° C con ambiente seco. Las jaulas para cría deberán estar en sitios abrigados y sin corriente de aire; la mejor ubicación es un lugar fresco pero con suficiente iluminación. Es conveniente que las codornices reciban luz natural por la mañana, ya que esto ayuda a la fijación de vitamina D y calcio (Ciriaco, 1996).

La codorniz resiste temperaturas elevadas y muestra sensibilidad a las temperaturas bajas inferiores a 5 y 8 °C, los límites más convenientes oscilan entre los 18 y 27 °C, conviene mantener una temperatura media de 22 °C. Una temperatura muy baja puede producir una muda artificial haciendo que disminuya las reservas contenidas en el cuerpo del ave provocando una disminución y a veces hasta deterioración total de la postura (Noe, 2015).

La postura de la codorniz es similar a la gallina, depende mucho de la duración de la iluminación diaria; en la codorniz serán suficientes 15 a 17 horas de luz por día para obtener la mejor tasa de postura, es decir que se necesita aportar de 3 a 5 horas extras de luz artificial para que haya iluminación durante las horas de la noche, y así las aves puedan ingerir alimento para mejorar el rendimiento productivo. De 12 p.m. a las 10 p.m. que son las horas de mayor postura (Noe, 2015).

2.2.3.3. ALIMENTACIÓN

Las codornices, por ser animales muy precoces y de alto rendimiento, necesitan un alimento que sea rico en proteínas (más de 22%), el consumo promedio es de 25 g. Es necesario recordar la diferencia que existe entre un alimento simple y un concentrado. El grano de maíz es un alimento simple, pues no contiene la proporción suficiente de todos los nutrientes que permiten a un ave producir huevos en forma continua. Este cereal es rico en hidratos de carbono y pobre en proteínas, vitaminas y minerales. Para compensar deficiencias se deben agregar otros alimentos simples, ricos en proteínas como la harina de soja, de girasol y harina de hueso y conchilla que a su vez también aportan calcio y fósforo (Vásquez y Ballesteros, 1996).

Un alimento ideal es aquel en el cual están presentes todos los nutrientes en las proporciones necesarias para que las aves se desarrollen y produzcan huevos. La deficiencia de nutrientes puede retardar el desarrollo, disminuir la postura y hasta puede provocar susceptibilidad a enfermedades. Los nutrientes pueden dividirse en: agua, hidratos de carbono, proteínas, grasas, vitaminas y minerales (Bissoni, 1996).

Las codornices en etapa de postura requieren de altos niveles de proteína, se debe utilizar dietas con 22 a 24% de proteína. Su manejo debe ser cuidadoso evitando el estrés, para prevenir que se lastimen y disminuya la producción de huevos. Es indispensable que dispongan de agua limpia y fresca durante todo el tiempo. Los complejos vitamínicos y proteínicos son muy importantes para el desarrollo y crecimiento. El canibalismo se presenta cuando los animales están en un espacio reducido, es decir cuando las jaulas o corrales están sobre cargados de población (Ciriaco, 1996).

Tabla 1. Requerimientos nutricionales de codornices en postura

Proteína Bruta %	17 – 24
Grasa %	0,7 – 4
Fibra Bruta %	4 – 5
Calcio %	2,90 – 3,15
Fósforo %	0,35 – 0,45

Sodio %	0,12 – 0,18
Cloro %	0,14 – 0,15
Potasio %	0,65 – 0,8
E.M. Mcal	2,75 – 2,90
Lisina %	0,80 – 1,10
Metionina %	0,41 – 0,53
Treonina %	0,58 – 1,10

Fuente: Rostango et al., 2011

En la tabla 1 se muestra los requerimientos nutricionales de codornices en etapa de postura, en la cual se observa que los niveles de proteína requeridas es alta, además requiere de aminoácidos y minerales necesarios para una buena producción.

2.2.3.4. BASES ANATÓMICAS Y FISIOLÓGICAS

El aparato digestivo en la codorniz, tiene un largo de 88cm. de longitud desde el esófago hasta la cloaca, es el sistema más largo y con gran variedad de procesos, que dentro de la avicultura tiene una vital importancia, porque implica la utilización del alimento en estado natural, para cubrir los requerimientos del ave con el fin de obtener los subproductos en forma de carne y huevos con miras económicas. El alimento debe pasar a través del tracto digestivo que consta de las siguientes partes: pico, esófago, buche, estomago glandular o proventrículo, estomago muscular, intestino delgado, intestino grueso, ciegos, colon y recto. Además cuenta con otros órganos digestivos que ayudan en el proceso de digestión como son el páncreas, hígado y vesícula biliar (Rodas, 2004).

El sistema excretor, compuesto por un par de riñones situados en la región pelviana, con dos cortos uréteres que desembocan directamente en la cloaca, elimina ácido úrico en forma de una pasta blanca que se expulsa junto con las heces. La pérdida de agua es mínima y permite a las aves vivir en medios extremadamente áridos (Ciriaco, 1996).

La codorniz cuenta con un solo ovario ubicado en la fosa lumbo – sacra izquierda, con una forma similar al de las gallinas de postura. Está fijado por el mesovario, que es un

ligamento que lo sostiene, manteniéndolo tenso y alejado del hígado y del resto del aparato digestivo. La zona ovígena está situada en forma superficial, inervada e irrigada profusamente (Martínez y Ballesteros, 2004).

Un factor que limita la vida en medios terrestres es la temperatura. Las aves lo controlan manteniendo su cuerpo a una temperatura elevada y constante, obtenida a partir del metabolismo interno. La temperatura interna es próxima a los 40° C. El revestimiento externo de plumas, y la respiración son los medios que usan para regular la temperatura ya que las aves carecen de glándulas sudoríparas. Las plumas aparecen en las aves fundamentalmente para evitar la fuga excesiva de calor y de manera secundaria como piezas para el vuelo. La mayoría de ellas están adaptadas para volar (Ciriaco, 1996).

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 HIPÓTESIS

La incorporación de Azolla en la dieta puede incrementar el consumo voluntario y rendimiento productivo de las codornices (*Coturnix coturnix japónica*).

3.2 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el comportamiento productivo de codornices (*Coturnix coturnix japónica*) utilizando dietas con niveles crecientes de Azolla (*Azolla anabaena*).

3.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto de la ingestión de dietas con niveles de Azolla sobre el consumo voluntario de nutrientes, producción de huevos y conversión alimenticia en codornices.
- Determinar el efecto de la ingestión de dietas con niveles de Azolla sobre la digestibilidad aparente de los nutrientes en codornices

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, ubicada en el sector Querochaca, en la Parroquia La matriz del cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. Con las coordenadas geográficas 1°25'0" Sur (latitud), 78°36'20" Oeste (longitud), a una altitud de 2865msnm.

4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

Querochaca posee un clima templado con una temperatura promedio de 12 ° C, y con una precipitación anual de 632 mm, la temperatura relativa es de 76,1 %.

4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

4.3.1. MATERIALES

- Codornices (*Coturnix coturnix japónica*)
- Galpón.
- Jaulas.
- Pala.
- Carretilla.
- Desinfectantes.
- Tanque de agua.
- Materias primas para elaboración de alimento.
- Comederos.
- Bebederos de copa.
- Materiales de limpieza.
- Hojas de registro.
- Dietas balanceadas.
- Bolsas de polietileno.

- Crisoles.
- Cajones para recolección de heces.
- Cubetas para recolección de huevos.

4.3.2. EQUIPOS

- Balanza digital.
- Balanza analítica.
- Estufa.
- Mufla.
- Computador portátil.

4.4. FACTORES EN ESTUDIO

T1: 0 % de inclusión de Azolla en la dieta. (Testigo).

T2: 5 % de inclusión de Azolla en la dieta.

T3: 10 % de inclusión de Azolla en la dieta.

T4: 15 % de inclusión de Azolla en la dieta.

4.5. TRATAMIENTOS

Tabla 2. Distribución de los tratamientos, repeticiones y número de animales a utilizarse en el ensayo.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	% de INCLUSION	# ANIMALES
T1	R1	0 % de Azolla	10
T1	R2	0 % de Azolla	10
T1	R3	0 % de Azolla	10
T1	R4	0 % de Azolla	10
T1	R5	0 % de Azolla	10
T1	R6	0 % de Azolla	10

T2	R1	5 % de Azolla	10
T2	R2	5 % de Azolla	10
T2	R3	5 % de Azolla	10
T2	R4	5 % de Azolla	10
T2	R5	5 % de Azolla	10
T2	R6	5 % de Azolla	10
T3	R1	10 % de Azolla	10
T3	R2	10 % de Azolla	10
T3	R3	10 % de Azolla	10
T3	R4	10 % de Azolla	10
T3	R5	10 % de Azolla	10
T3	R6	10 % de Azolla	10
T4	R1	15 % de Azolla	10
T4	R2	15 % de Azolla	10
T4	R3	15 % de Azolla	10
T4	R4	15 % de Azolla	10
T4	R5	15 % de Azolla	10
T4	R6	15 % de Azolla	10
Total animales			240

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento fue desarrollado utilizando un diseño completamente al azar (D.C.A.), con cuatro tratamientos y seis repeticiones. Se realizó un ADEVA de todas las variables evaluadas y la comparación de medias se lo realizó mediante la prueba de Tukey al 5%.

4.7. VARIABLES RESPUESTA

Consumo Voluntario de Nutrientes: Se lo realizó por el método directo que consiste en: (Alimento ofrecido – Alimento rechazado), cada 24 horas durante 3 días cada 15 días (días de muestreo; 1, 15, 30, 45 y 60). El suministro de alimento se lo realizó dos veces al día (10:00 h y 16:00 h) y agua *ad libitum*. 200 g de cada dieta fue secado en una estufa

a 60 °C para determinar la MS de las dieta. Luego se almacenó en bolsas de polietileno para su posterior análisis de nutrientes.

Rendimiento de huevos g/día: Se lo realizó por el método directo, recolectando los huevos por jaula cada 24 horas durante 3 días cada 15 días durante todo el experimento. La recolección de huevos fue una vez por día a las 10:30 h y se pesó utilizando una balanza digital.

Conversión alimenticia: Se determinó mediante la relación alimento consumido/rendimiento de huevos.

Digestibilidad Aparente de los Nutrientes: Se realizó mediante el método directo el cual consiste en nutriente ingerido menos nutriente excretado cada 24 horas. Este procedimiento se lo realizó durante seis días al final del periodo experimental (desde el día 61 a 67). Una muestra diaria del alimento ofrecido y de las heces por cada jaula fue colectado y secado en estufa a 60 °C para determinar la MS y posterior análisis de los nutrientes.

Análisis Químicos: Se determinó la MS (#7.007), PC (#2.057) y Ceniza (#7.009) acorde a la metodología descrita por AOAC (1990). La Fibra Detergente Ácida (FDA) y Fibra Detergente Neutra (FDN) se determinó de acuerdo a los métodos 12 y 13 respectivamente, del analizador de fibra ANKOM ²⁰⁰⁰ (Ankom Technology, Fairport, NY, USA).

Tabla 3. Niveles de inclusión de Azolla y Composición química de la dietas (kgMS excepto donde indica lo contrario)

Ingredientes	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Maíz	446,00	442,00	400,00	365,00
Aceite de palma	36,00	37,00	42,00	36,00
Afrecho	60,00	15,00	4,00	10,00
Soya	340,00	340,00	335,00	320,00
H. Pescado	25,00	23,00	26,00	26,00
Azolla	0,00	50,00	100,00	150,00
Melaza	10,00	10,00	10,00	10,00
Lisina	0,50	0,50	0,50	0,50
Metionina	1,20	1,20	1,20	1,20
Treonina	0,80	0,80	0,80	0,80
Fosfato monodicalcico	12,00	12,00	12,00	12,00
Carbonato de calcio	63,00	63,00	63,00	63,00
Sal	3,00	3,00	3,00	3,00
Vitaminas	2,00	2,00	2,00	2,00
TOTAL	1000	1000	1000	1000
Composición química de las dietas				
PC %	22,9	22,2	22,4	23,7
MS %	89,11	89,45	89,18	89,23
MO %	92,00	90,48	88,26	90,07
FDN %	25,13	24,74	24,01	25,22
FDA %	22,16	19,57	21,06	22,62
Cenizas %	8,00	9,52	11,74	9,93

Se utilizaron 240 codornices (*Coturnix coturnix japónica*), de aproximadamente 12 semanas de edad iniciando el primer tercio de postura, provenientes de una granja donde su alimentación estaba basada en balanceado comercial. Las aves se alojaron en 24

jaulas elevadas, en cada jaula se ubicaron 10 animales, conformándose las unidades experimentales. Para cada jaula se utilizó un bebedero de copa para proporcionar agua *ad libitum*. Las codornices tuvieron un periodo de adaptación de 30 días en el cual se les proporcionó alimento concentrado y se fue mezclando con las dietas experimentales hasta sólo proporcionar las dietas a base de Azolla. Finalizado el periodo de adaptación se evaluó el rendimiento productivo de las aves por 60 días.

Las aves se distribuyeron de manera aleatoria según el diseño empleado a cada tratamiento. Las dietas evaluadas (tratamientos) y su composición química se muestran en la Tabla 3.

La Azolla se recolectó de los estanques de la Facultad de Ciencias Agropecuarias-UTA. Una vez recolectada fue deshidratada bajo techo. Posteriormente fue molida en un molino de martillo para convertirla en harina para hacer incorporada según los niveles establecidos para cada dieta experimental.

4.8. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Todas las variables fueron analizadas de acuerdo al diseño empleado usando el PROC GLM, SAS (2000).

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. RESULTADOS

En la Tabla 4 se observa que el CVMS, CVMO, CVPC y CVFDN mostró diferencia ($P=0,0010$, $P=0,0169$, $P=0,0007$, $P=0,0099$ respectivamente) entre tratamientos, siendo el mayor consumo para T2, T3 y T4. Con respecto al CVFDA fue mayor ($P=0,0001$) para los tratamientos T3 y T4 (9,98 y 10,22) respectivamente, frente a los demás tratamientos. El rendimiento de huevos g/día¹ fue mayor ($P=0,0001$) para T1, T2 y T3 con respecto al T4. La conversión alimenticia mostró diferencias ($P=0,0001$) entre los tratamientos T1 (3,4) T2 (3,8) frente a T3 y T4. La estadística descriptiva de las variables a continuación mencionadas se encuentra en anexos (**Anexo 16 y 17**. Análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de CVMS; **Anexo 18 y 19**. Análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de CVMO; **Anexo 20 y 21**. Análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de CVPC; **Anexo 22 y 23**. Análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de CVFDN; **Anexo 24 y 25**. Análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de CVFDA; **Anexo 26 y 27**. Análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de RH; **Anexo 28 y 29**. Análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de CA).

Tabla 4. Consumo voluntario de nutrientes (g/ave/día) y comportamiento productivo (g/día¹) en codornices alimentadas con niveles crecientes de Azolla.

	Tratamientos				ESM	Valor P
	T1	T2	T3	T4		
CVMS	41,0 ^B	44,6 ^{AB}	47,4 ^A	45,2 ^A	0,934	0,0010
CVMO	37,7 ^B	40,3 ^{AB}	41,8 ^A	40,7 ^{AB}	0,835	0,0169
CVPC	9,4 ^B	9,9 ^{AB}	10,6 ^A	10,7 ^A	0,211	0,0007
CVFDN	10,3 ^B	11,0 ^{AB}	11,3 ^A	11,4 ^A	0,229	0,0099
CVFDA	9,0 ^B	8,7 ^B	9,9 ^A	10,2 ^A	0,199	0,0001
RH	11,8 ^A	11,4 ^A	10,7 ^A	9,1 ^B	0,333	0,0001
CA	3,4 ^C	3,8 ^{CB}	4,4 ^{AB}	5,0 ^A	0,163	0,0001

^{ABC} = Medias con letras diferentes en las filas difieren significativamente (P<0.05). ESM: Error Estándar de la Media. CVMS= Consumo Voluntario de Materia Seca. CVMO= Consumo Voluntario de Materia Orgánica. CVFDN.= Consumo Voluntario de Fibra Detergente Neutra. CVFDA= Consumo Voluntario de Fibra Detergente Acida. CVPC= Consumo Voluntario de Proteína Cruda. RH= Rendimiento de Huevos. CA= Conversión Alimenticia. T1= 0% de inclusión de Azolla. T2= 5% de inclusión de Azolla. T3= 10% de inclusión de Azolla. T4= 15% de inclusión de Azolla.

En la Tabla 5 se puede observar que la digestibilidad aparente de MS y MO no mostró diferencia (P=0,0593; P=0,1098 respectivamente) entre tratamientos. La mayor (P=0,0001) DAPC fue para T1 (46,1) y T2 (44,5) respectivamente. En cuanto a DAFDN el mayor (P=0,034) resultado fue para el T2 (63,65). Con respecto a la DAFDA la mayor (P=0,0205) digestibilidad se observó para T1, T2 y T4 siendo superior al T3 con alrededor de 5 a 10 %. La estadística descriptiva de las variables a continuación mencionadas se encuentra en anexos (**Anexo 30** y **31**. Análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de DAMS; **Anexo 32** y **33**. Análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de DAMO; **Anexo 34** y **35**. Análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de DAPC; **Anexo 36** y **37**. Análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de DAFDN; **Anexo 38** y **39**. Análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de DAFDA).

Tabla 5. Digestibilidad aparente de nutrientes (%) en codornices alimentadas con dietas con niveles crecientes de Azolla.

	Tratamientos				ESM	Valor P
	T1	T2	T3	T4		
DAMS	65,4 ^A	70,2 ^A	69,6 ^A	68,5 ^A	1,261	0,0593
DAMO	69,6 ^A	73,4 ^A	72,7 ^A	72,5 ^A	1,105	0,1098
DAPC	46,1 ^A	44,5 ^A	33,8 ^B	37,4 ^B	2,317	0,0001
DAFDN	56,1 ^B	63,6 ^A	54,3 ^B	55,4 ^B	1,680	0,0034
DAFDA	52,4 ^{AB}	55,0 ^A	45,9 ^B	49,9 ^{AB}	1,918	0,0205

^{ABC} = Medias con letras diferentes en las filas difieren significativamente (P<0.05). ESM: Error Estándar de la Media. DAMS= Digestibilidad Aparente de la Materia Seca. DAMO.= Digestibilidad Aparente de la Materia Orgánica. DAPC= Digestibilidad Aparente de Proteína Cruda. DAFDN= Digestibilidad Aparente de la Fibra Detergente Neutra. DAFDA= Digestibilidad Aparente de la Fibra Detergente Acida. T1= 0% de inclusión de Azolla. T2= 5% de inclusión de Azolla. T3= 10% de inclusión de Azolla. T4= 15% de inclusión de Azolla.

5.2. DISCUSIÓN

Consumo Voluntario de nutrientes

En el mayor consumo voluntario de nutrientes (g/día¹) de los tratamientos T2, T3 y T4 se dio debido posiblemente, a que la Azolla influyó en el aporte de fibra dietaria insoluble en las dietas y con ello puede aumentar el tránsito intestinal. Esta aceleración disminuye el tiempo disponible para la digestión y la absorción de nutrientes de las dietas (Savón, 2002), algo observado en esta investigación (Tabla 5). Así como también, a la preferencia visual que tienen las aves por el alimento o tamaño de partícula del mismo, ya que a diferencia de los mamíferos, las propiedades visuales y de textura del alimento tienen una influencia mucho mayor en el consumo de alimento de las aves (Cooper, 1971). Estos resultados son consistentes a los reportados por Mahecha y Rosales, (2005) y Andino y Patricia, (2015) quienes mencionan que incluir forraje en la dieta de las aves puede beneficiar el consumo de alimento.

Rendimiento de huevos g/día y Conversión Alimenticia

Los mejores rendimientos de huevos (g/día) y menor conversión alimenticia (Tabla 4) puede estar relacionado a una mayor digestión de los nutrientes, algo observado en esta investigación (Tabla 5). El menor rendimiento productivo observado en el T4 se dio posiblemente debido a que los nutrientes no fueron muy aprovechados (menor digestibilidad), (Tabla 5), ya que la Azolla al contener mayor cantidad de fibra acelera el tránsito intestinal. Estos resultados son similares a los reportados por Martínez et al., (2005) quienes mencionan que a mayor digestibilidad de los nutrientes mayor rendimiento productivo.

Digestibilidad Aparente de los Nutrientes

Los resultados obtenidos en la digestibilidad aparente de la MS y MO (Tabla 5) pudo deberse al contenido de carbohidratos presentes en las dietas (similar para todos los tratamientos), (Tabla 3). Sin embargo, la mayor digestibilidad PC, FDN y FDA obtenida en las dietas con inclusión de 0% (T1) y 5% (T2) de Azolla, se debió posiblemente al menor aporte de fibra dietética en la dieta, en comparación a las dietas con niveles ascendentes de Azolla T3 y T4, ya que esto provoca mayor tránsito del alimento por el tracto gastrointestinal reduciendo la exposición del alimento a los procesos enzimáticos y con ello, podría ocasionar la reducción en la digestibilidad (McDonald et al., 1988) aunado a un mayor consumo de alimento a medida que incrementa la inclusión de Azolla en la dieta, algo observado en esta investigación (Tabla 4). Estos resultados son consistentes con los reportados por Aguilar., et al (2000) quienes mencionan que al incluir forrajes como parte de la dieta alimenticia para aves, esta disminuye su digestibilidad de nutrientes conforme el nivel de ingrediente fibroso y su vez aumenta la conversión alimenticia y disminuye el rendimiento productivo.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1. CONCLUSIONES

La incorporación de Azolla (*Azolla anabaena*) en las dietas alimenticias para codornices muestra buenos resultados al utilizarlos en niveles del 5%. En este porcentaje su uso muestra buenos niveles de producción de huevos así como consumo y asimilación de nutrientes.

El efecto de la ingestión de dietas con niveles de Azolla sobre el consumo voluntario de nutrientes, producción de huevos y conversión alimenticia en codornices mostró buenos resultados en la dieta que contiene 5 % de inclusión de Azolla, con esta dieta el consumo voluntario de alimento es menor, la producción de huevos es alta y la conversión alimenticia es menor.

La digestibilidad aparente de los nutrientes arroja buenos resultados en la dieta con 5 % de inclusión de Azolla es decir las dietas que contienen bajos niveles de Azolla son más digestibles que las que contiene mayor cantidad debido a la calidad de nutrientes que aporta la Azolla al incluir en la dieta alimenticia.

6.2. BIBLIOGRAFÍA

AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. (Association of Official Analytical Chemists: Arlington, VA).

Aguilar-Ramírez, J., Santos-Ricalde, R., Pech-Martínez, V., & Montes-Pérez, R. (2000). Utilización de la hoja de Chaya (*Cnidoscolus chayamansa*) y de Huaxín (*Leucaena leucocephala*) en la alimentación de aves criollas. Revista Biomédica, 11(1), 17-24.

Andino, P., & Patricia, S. (2015). Dietas con diferentes niveles de proteína más aminoácidos sintéticos en el comportamiento productivo de codornices de postura.

- Becerra, M., Murgueitio, E., Reyes, G., & Preston, T. R. (1990). *Azolla filiculoides* as partial replacement for traditional protein supplements in diets for growing-fattening pigs based on sugar cane juice. *Livestock Res. Rural Dev*, 2(2), 15-22.
- Bissoni, E. (1996). Cría de la codorniz, Albatros SACI, Buenos Aires- Argentina.
- Chará, J. D., & Suárez, J. C. (1993). Utilización de vinaza y jugo de caña como fuente energética en patos pekín alimentados con grano de soya y Azolla como fuente proteica. *Livestock Research for Rural Development*, 5(1), 1-5.
- Ciríaco, P. (1996). Crianza de codorniz. Edit. Universidad Nacional Agraria.
- Cordero, R. (1995). Especies Menores. Promade.
- Cooper, J. B. (1971). Colored feed for turkey poults. *Poultry Science*, 50(6), 1892-1893.
- Cumpa Gavidia, M. E. (2009). Manual de crianza de codornices. UNALAM
- Díaz Cuellar, D., Juárez, E., Maffei Valero, M. Á., Morón-Fuenmayor, O., González, L., & Morales, J. (2009). Alimentación de codornices de engorde (*Coturnix coturnix japónica*) a base de harina de Lombriz en dos niveles proteicos.
- Espinoza Y, Gutiérrez R. (2006). Caracterización agronómica de accesiones de Azolla de Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía. Versión impresa ISSN 0378-7818. Rev. Fac. Agron. v.23 n.2 Caracas jun. 2006*
- Gallino, E. M., & Recalde Ruiz, J. R. (2004). Estudio preliminar comparativo de la eficiencia de la *Azolla sp.* en la alimentación del híbrido rojo de tilapia en la etapa de precría.
- Gamboa, O. F., Díaz, J. C., Nery, V. H., & Garzón, V. (2005). Efecto de los niveles de grano de soya integral cocido sobre el desempeño zootécnico y la calidad del huevo en codornices (*Coturnix coturnix japónica*). *Orinoquia*, 9(2), 15-21.
- González, N. C., Murillo, G. J., & Granados, J. (2008). Efectos de la inclusión de ripo de harina de sangre sobre los parámetros productivos de codornices (*Coturnix coturnix japónica*). *Orinoquia*, 12(1), 57-66.

- Hernández Aparicio, J. G., Romero, F., & Emerson, H. (2012). Uso de diferentes porcentajes de harina de sangre bovina, como complemento en la ración alimenticia de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix Japónica*) durante la fase de engorde (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador).
- Lázaro, R., Serrano, M. P., & Capdevila, J. (2005). Nutrición y alimentación de avicultura complementaria: codornices. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 369-408.
- Mahecha, L., & Rosales, M. (2005). Valor nutricional del follaje de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la producción animal en el trópico. *Livestock Research for Rural Development*, 17(9).
- Manoche, E., & Del Valle, Eurimar. (2006). Evaluación de alimentos concentrados comerciales y densidad de aves en la producción de huevos de codornices (*Coturnix coturnix japónica*). Trabajo de Grado. Escuela de Zootecnia. Universidad de Oriente. Núcleo Mongas. Maturín, Venezuela.
- McDonald, P., Edwards, R. A., & Greenhalgh, J. F. D. (1988). Nutrición animal (No. 636.0852 M336 1995.). Acribia.
- Martínez, M., & Ballesteros, L., (2004). Pequeños Emprendimientos Rentables: Cría de Codornices. Grupo Imaginador ediciones. Buenos Aires Argentina.
- Martínez, B. F., Cruz, A. D., López, J. L., & González, E. Á. (2005). Necesidades de lisina y aminoácidos azufrados digestibles en gallinas Leghorn Blancas Digestible lysine and sulfur amino acids requirements in White Leghorn hens. *Vet. Méx*, 36, 2.
- Mendizábal Cartagena, P. (2005). Determinación de la eficiencia de la producción de huevos de codorniz en la altura (Píntag - Ecuador). Tesis Ingeniería en Agroempresas. Quito, EC. Universidad San Francisco de Quito.

- Nery, V. H., Novoa, D. T., & Acuña, L. L. (2013). Evaluación de algunas características de calidad del huevo de codornices utilizando alimentos energéticos en sustitución al maíz.
- Noe, O. V. (2015). “Manual de manejo para la cría y explotación de la codorniz” (Coturnicultura). Tesis Médico Veterinario Zootecnista. Universidad de Guadalajara.
- Portillo Loera, J. J., Tamayo, C., Bell, C., Obregón, J. F., Plascencia Jorquera, A., Ríos Rincón, F. G., & Suárez Guerrero, D. K. (2011). Sustitución parcial de harina de soja y maíz molido por garbanzo de descarte en la respuesta productiva y rendimiento en canal de codorniz japonesa. *Revista Científica*, 21(002).
- Ramos Ojeda, J. N. (2012). Sustitución del maíz por harina de Azolla (*A. caroliniana*) en raciones para el crecimiento-engorde de cobayos. Tesis Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Nacional de Loja.
- Ríos Vaca, C. A. (2014). Determinación de los métodos y tiempos de secado de Azolla (*Azolla anabaena*) para obtener un sustrato orgánico en la parroquia Pinguilí Cantón Mocha provincia de Tungurahua. Tesis Magister en Agroecología y Ambiente. Ambato. Universidad Técnica de Ambato. 140 pp.
- Rodas Zambrano, D. A. (2004). Proyecto de factibilidad de cría, producción y comercialización de huevos de codorniz (*Coturnix coturnix japónica*), en la provincia de Pichincha. Tesis Ingeniería en Agroempresas. Universidad San Francisco de Quito.
- Rodríguez, L., Salazar, P., & Arango, M. F. (1995). Lombriz roja californiana y *Azolla anabaena* como sustituto de la proteína convencional en dietas para pollos de engorde. *Livest Res Rural Develop*, 7(3), 145-149.
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., de Oliveira, R. F., Lopes, D. C. & Euclides, R. F. (2011) Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales.

- Ruales Navarrete, M. E. (2012). Producción y comercialización de huevos de codorniz (Doctoral dissertation, Quito: EPN, 2012).
- Savón, L. (2002). Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 36(2), 91-102.
- Uzcátegui, E. (2002). Cría comercial de codornices. Universidad San Francisco de Quito.
- Vargas, P., Lucila, C., & Mora Barba, E. R. (2010). Huevos de codorniz pre cocidos, pelados y sellados al vacío.
- Vásquez, E. (2012). Caracterización de tres especies de plantas (*Rumex Crispus*, *Azolla anabaena*, *Beta Vulgaris*) con potencial forrajero para consumo en alimentación animal. Colombia.
- Vásquez, R., & Ballesteros, H., (1996). La cría de Codornices: Coturnicultura. Produmedios. Bogotá.

6.3. ANEXOS



Anexo 1. Azolla fresca antes de recolección



Anexo 2. Secado de Azolla al ambiente



Anexo 3. Molido de Azolla.



Anexo 4. Distribución de los tratamientos y producción de huevos.



Anexo 5. Recolección de heces.



Anexo 6. Pesaje de huevos.



Anexo 7. Deseccación de muestras en estufa para obtener materia seca.



Anexo 8. Ubicación de muestras en la mufla para obtener cenizas.



Anexo 9. Pesaje de crisol para obtener valor de cenizas.



Anexo 10. Alimentación de codornices con dietas a base de Azolla

Anexo 11. Análisis bromatológico de la Azolla

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/B/09-FO01 Rev. 3
	INFORME DE ANÁLISIS	Hoja 1 de 1

Informe N°: LN-B-E15-389
 Fecha emisión Informe: 26/08/2015

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Juan Pablo Buenaño
 Dirección: Los Chasquis y Emilio Estrada
 Teléfono: 0995736041
 Correo Electrónico: juanpablojpuet@gmail.com
 Provincia: Tungurahua Cantón: Ambato
 N° Orden de Trabajo: B-15-CGLS-1873
 N° Factura/ Memorando: 3388

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Helecho	Conservación de la muestra: Ambiente
Lote: --	Tipo de envase: Funda plástica
Provincia: Tungurahua	Coordenadas: X: --- Y: --- Altitud: ---
Cantón: Ambato	
Parroquia: La Matriz	
Responsable de toma de muestra: Juan Pablo Buenaño	
Fecha de toma de muestra: ---	Fecha de inicio de análisis: 05-08-2015
Fecha de recepción de la muestra: 05-08-2015	Fecha de finalización de análisis: 26-08-2015

RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE	PARAMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	ESPECIFICACION/ REFERENCIA
B150655	Helecho Azolla	Humedad	%	Gravimétrico	6,15	---
		Materia Seca	%	PEE/B/01	93,85	---
		Proteína (Nx6,25)	%	Kjeldahl PEE/B/02	9,16	---
		Grasa	%	Soxhlet PEE/B/03	0,88	---
		Cenizas	%	Gravimétrico PEE/B/04	15,40	---
		Fibra	%	Gravimétrico PEE/B/05	51,41	---
		CT*	%	Cálculo	17,00	---
		Energía	Kcal/100 g	Cálculo	112,54	---

CT* = Carbohidratos totales
 Analizado por: Jorge Irazábal
 Observaciones:
 Anexo Gráficos: Insertar gráfico
 Anexo Documentos: Insertar archivo


 Lic. Novia Pérez
 Responsable Técnico

Laboratorio de Bromatología y Microbiología

AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
 LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y
 MICROBIOLOGÍA - TUMBACO - ECUADOR

El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del Laboratorio.

26 AGO 2015

AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
RECIBIDO
 TUMBACO - ECUADOR

Anexo 12. Análisis de proteína de las dietas y de heces.




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com
Ambato-Ecuador

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N°: OAE LE C 10-008"

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:16-128		R01-5.10 06				
Solicitud No: 16-128		Pág: 1 de 1				
Fecha recepción: 10 mayo 2016		Fecha de ejecución de ensayos: 10 mayo 2016				
Información del cliente:						
Empresa: Tesis	C.I./RUC: 1804621660					
Representante: Juan Buenaño	Tlf:					
Dirección: La Presidencial	Celular: 0995736041					
Ciudad: Ambato	E mail: juanpablojpvvet@gmail.com					
Descripción de las muestras:						
Producto: Balanceado y heces secas	Peso: 16g aprox.					
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: bolsa de papel					
Lote: n/a	No de muestras: 8					
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a					
Conservación: Ambiente:X Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab: 30 días					
Cierres seguridad: Ninguno:X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 10 mayo 2016					
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Balanceado	12816395	T0	Proteína	PE16-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	22.9
Balanceado	12816396	T1	Proteína	PE16-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	22.2
Balanceado	12816397	T2	Proteína	PE16-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	22.4
Balanceado	12816398	T3	Proteína	PE16-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	23.7
Heces secas	12816399	T0	*Proteína	AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	35.7
Heces secas	12816400	T1	*Proteína	AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	41.4
Heces secas	12816401	T2	*Proteína	AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	48.9
Heces secas	12816402	T3	*Proteína	AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	47.1
Conds. Ambientales: 18.5°C; 47%HR						
Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE						
				 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad		
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Sí						CG

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.

No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

Anexo 13. Datos recolectados de Consumo Voluntario de nutrientes.

TRATAMIENTO	REPETICION	CVMS	CVMO	CVP	CV FDN	CV FDA
1	1	39,41	36,26	9,03	9,90	8,73
1	2	39,23	36,09	8,98	9,86	8,69
1	3	38,25	35,19	8,76	9,61	8,48
1	4	43,16	39,71	9,88	10,85	9,56
1	5	41,58	38,26	9,52	10,45	9,21
1	6	44,50	40,94	10,19	11,18	9,86
2	1	45,33	41,01	10,06	11,21	8,87
2	2	46,50	42,07	10,32	11,50	9,10
2	3	45,89	41,52	10,19	11,35	8,98
2	4	45,00	40,71	9,99	11,13	8,81
2	5	42,95	38,86	9,53	10,63	8,41
2	6	42,13	38,12	9,35	10,42	8,24
3	1	44,87	39,60	10,05	10,77	9,45
3	2	45,50	40,16	10,19	10,93	9,58
3	3	50,43	44,51	11,30	12,11	10,62
3	4	51,68	45,61	11,58	12,41	10,88
3	5	45,29	39,98	10,15	10,87	9,54
3	6	46,65	41,18	10,45	11,20	9,83
4	1	45,60	41,07	10,81	11,50	10,31
4	2	44,54	40,12	10,56	11,23	10,08
4	3	46,84	42,19	11,10	11,81	10,59
4	4	45,88	41,32	10,87	11,57	10,38
4	5	46,55	41,92	11,03	11,74	10,53
4	6	41,90	37,74	9,93	10,57	9,48

Anexo 14. Datos recolectados para Rendimiento de huevos (g/día) y conversión alimenticia.

TRATAMIENTO	REPETICION	RH	CA
1	1	12,86	3,06
1	2	12,13	3,23
1	3	11,57	3,31
1	4	11,64	3,71
1	5	10,93	3,81
1	6	12,15	3,66
2	1	10,93	4,15
2	2	12,64	3,68
2	3	12,01	3,82
2	4	11,13	4,04
2	5	10,99	3,91
2	6	11,03	3,82
3	1	11,18	4,02
3	2	9,81	4,64
3	3	11,52	4,38
3	4	11,17	4,63
3	5	11,00	4,12
3	6	9,75	4,79
4	1	10,11	4,51
4	2	7,69	5,79
4	3	8,93	5,25
4	4	8,22	5,58
4	5	9,77	4,76
4	6	10,32	4,06

Anexo 15. Datos recolectados para digestibilidad aparente de nutrientes.

TRATAMIENTO	REPETICION	DAMS	DAMO	DAPC	DAFDN	DAFNA
1	1	60,13	64,98	37,85	49,45	45,09
1	2	62,60	67,16	41,70	52,59	48,50
1	3	66,51	70,58	47,79	57,54	53,87
1	4	66,24	70,35	47,37	57,20	53,50
1	5	66,28	70,38	47,43	57,24	53,55
1	6	70,86	74,41	54,57	63,05	59,86
2	1	73,36	76,22	50,33	67,43	59,73
2	2	73,21	76,08	50,04	67,24	59,49
2	3	70,63	73,78	45,23	64,09	55,60
2	4	69,11	72,42	42,39	62,23	53,29
2	5	67,62	71,09	39,61	60,40	51,04
2	6	67,75	71,21	39,86	60,57	51,24
3	1	68,49	71,63	31,21	52,56	43,80
3	2	72,88	75,58	40,79	59,17	51,63
3	3	70,40	73,35	35,37	55,43	47,20
3	4	68,52	71,66	31,28	52,61	43,86
3	5	66,94	70,24	27,83	50,22	41,04
3	6	70,91	73,81	36,49	56,20	48,12
4	1	70,17	73,91	40,72	57,74	52,51
4	2	69,93	73,70	40,23	57,39	52,12
4	3	69,26	73,12	38,91	56,45	51,06
4	4	70,23	73,96	40,83	57,82	52,60
4	5	70,46	74,17	41,29	58,15	52,97
4	6	61,23	66,10	22,96	45,08	38,29

Anexo 16. Análisis de varianza para la variable Consumo voluntario de materia seca (CVMS).

F de V	GL	SC	CM	FC	P
Tratamiento	3	126,2567500	42,0855833	8,07	0,0010
Error	20	104,2392333	5,2119617		
Total	23	230,4959833			

CV: 5,122313 R²: 0,547761

Anexo 17. Prueba de Tukey para la variable consumo voluntario de materia seca (CVMS).

Tratamientos	Medias	Rango de significación
3	47,403	A
4	45,218	A
2	44,633	A B
1	41,022	B

Anexo 18. Análisis de varianza para la variable consumo voluntario de materia orgánica (CVMO).

F de V	GL	SC	CM	FC	P
Tratamiento	3	54,2421500	18,0807167	4,29	0,0172
Error	20	84,2867000	4,2143350		
Total	23	138,5288500			

CV: 5,110174 R²: 0,391559

Anexo 19. Prueba de Tukey para la variable consumo voluntario de materia orgánica (CVMO).

Tratamientos	Medias	Rango de significación
3	41,840	A
4	40,727	A B
2	40,382	A B
1	37,742	B

Anexo 20. Análisis de varianza para la variable consumo voluntario de proteína cruda (CVPC).

F de V	GL	SC	CM	FC	P
Tratamiento	3	7,04058333	2,34686111	8,71	0,0007
Error	20	5,38920000	0,26946000		
Total	23	12,42978333			

CV: 5,109625 R²: 0,566428

Anexo 21. Prueba de Tukey para la variable consumo voluntario de proteína cruda (CVPC).

Tratamientos	Medias	Rango de significación
4	10,7166	A
3	10,6200	A
2	9,9067	A B
1	9,3933	B

Anexo 22. Análisis de varianza para la variable consumo voluntario de fibra detergente neutra (CVFDN).

F de V	GL	SC	CM	FC	P
Tratamiento	3	4,70343333	1,56781111	4,96	0,0099
Error	20	6,32710000	0,31635500		
Total	23	11,03053333			

CV: 5,097774 R²: 0,426401

Anexo 23. Prueba de Tukey para la variable consumo voluntario de fibra detergente neutra (CVFDN).

Tratamientos	Medias	Rango de significación
4	11,4033	A
3	11,3817	A
2	11,0400	A B
1	10,3083	B

Anexo 24. Análisis de varianza para la variable consumo voluntario de fibra detergente ácida (CVFDA).

F de V	GL	SC	CM	FC	P
Tratamiento	3	9,11081250	3,03693750	12,74	0,0001
Error	20	4,76765000	0,23838250		
Total	23	13,87846250			

CV: 5,134684 R²: 0,656471

Anexo 25. Prueba de Tukey para la variable consumo voluntario de fibra detergente ácida (CVFDA).

Tratamientos	Medias	Rango de significación
4	10,2283	A
3	9,9833	A
1	9,0883	B
2	8,7350	B

Anexo 26. Análisis de varianza para la variable rendimiento de huevos (RH).

F de V	GL	SC	CM	FC	P
Tratamiento	3	25,46836667	8,48945556	12,81	0,0001
Error	20	13,25836667	0,66291833		
Total	23	38,72673333			

CV: 7,530735 R²: 0,657643

Anexo 27. Prueba de Tukey para la variable rendimiento de huevos (RH).

Tratamientos	Medias	Rango de significación
1	11,880	A
2	11,4550	A
3	10,7383	A
4	9,1733	B

Anexo 28. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia (CA).

F de V	GL	SC	CM	FC	P
Tratamiento	3	7,86174583	2,62058194	15,94	0,0001
Error	20	3,28795000	0,16439750		
Total	23	11,14969583			

CV: 9,660509 R²: 0,705109

Anexo 29. Prueba de Tukey para la variable conversión alimenticia (CA).

Tratamientos	Medias	Rango de significación
4	4,9917	A
3	4,4300	A B
2	3,9033	B C
1	3,4633	C

Anexo 30. Análisis de varianza para la variable digestibilidad aparente de la materia seca (DAMS).

F de V	GL	SC	CM	FC	P
Tratamiento	3	83,8208667	27,9402889	2,96	0,0570
Error	20	188,7934667	9,4396733		
Total	23	272,6143333			

CV: 4,486027 R²: 0,307471

Anexo 31. Prueba de Tukey para la variable digestibilidad aparente de la materia seca (DAMS).

Tratamientos	Medias	Rango de significación
2	70,280	A
3	69,690	A
4	68,547	A
1	65,437	A

Anexo 32. Análisis de varianza para la variable digestibilidad aparente de la materia orgánica (DAMO).

F de V	GL	SC	CM	FC	P
Tratamiento	3	50,5801792	16,8600597	2,30	0,1086
Error	20	146,8182833	7,3409142		
Total	23	197,3984625			

CV: 3,758961 R²: 0,256234

Anexo 33. Prueba de Tukey para la variable digestibilidad aparente de la materia orgánica (DAMO).

Tratamientos	Medias	Rango de significación
2	73,467	A
3	72,712	A
4	72,493	A
1	69,643	A

Anexo 34. Análisis de varianza para la variable digestibilidad aparente de la proteína cruda (DAPC).

F de V	GL	SC	CM	FC	P
Tratamiento	3	610,536433	203,512144	6,32	0,0034
Error	20	644,400300	32,220015		
Total	23	1254,936733			

CV: 14,01432 R²: 0,486508

Anexo 35. Prueba de Tukey para la variable digestibilidad aparente de la proteína cruda (DAPC).

Tratamientos	Medias	Rango de significación
1	46,118	A
2	44,577	A
4	37,490	B
3	33,828	B

Anexo 36. Análisis de varianza para la variable digestibilidad aparente de la fibra detergente neutra (DAFDN).

F de V	GL	SC	CM	FC	P
Tratamiento	3	322,4339792	107,4779931	6,32	0,0034
Error	20	340,3855167	17,0192758		
Total	23	662,8194958			

CV: 7,185878 R²: 0,486458

Anexo 37. Prueba de Tukey para la variable digestibilidad aparente de la fibra detergente neutra (DAFDN).

Tratamientos	Medias	Rango de significación
2	63,660	A
1	56,178	B
4	55,438	B
3	54,365	B

Anexo 38. Análisis de varianza para la variable digestibilidad aparente de la fibra detergente ácida (DAFDA).

F de V	GL	SC	CM	FC	P
Tratamiento	3	270,5956000	90,1985333	4,09	0,0204
Error	20	440,8233333	22,0411667		
Total	23	711,4189333			

CV: 9,235979 R²: 0,380360

Anexo 39. Prueba de Tukey para la variable digestibilidad aparente de la fibra detergente ácida (DAFDA).

Tratamientos	Medias	Rango de significación
2	55,065	A
1	52,395	A B
4	49,925	A B
3	45,942	B

CAPÍTULO VII

7. PROPUESTA

“Incorporación de Azolla al 5% en la dieta balanceada para codornices de postura y su efecto en la producción de huevos”

7.1 DATOS INFORMATIVOS

Las instituciones involucradas en la presente propuesta será la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, los pequeños productores y criadores de codornices de la provincia de Tungurahua.

7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

El tipo de alimentación de las codornices está basado en una dieta alimenticia el cual debe cubrir altos niveles de proteína para poder obtener buenos niveles de producción. En base a los resultados de la presente investigación, se obtuvo un buen nivel de postura y consumo de alimento por parte de las codornices. Con estos datos obtenidos se puede incorporar Azolla, que esta a su vez es de fácil obtención y sus costos de producción son relativamente bajos a comparación de otros ingredientes, este a su vez mejora los índices productivos lo cual puede beneficiar a muchos productores de codornices.

7.3. JUSTIFICACIÓN

La incorporación de Azolla al 5% en la dieta balanceada para codornices tiene como fin reducir costos en la elaboración de dietas alimenticias para codornices y mantener un alto porcentaje de postura, esto podrá mejorar la calidad de vida de muchos pequeños productores debido a la reducción de costos en elaboración de alimento y el mejoramiento en la productividad, contribuyendo a obtener mayor ganancia económica con su producción, además de que las codornices son animales muy precoces que requieren de pequeños espacios y bajo consumo de alimento y a su vez son grandes productoras.

7.4. OBJETIVOS

- Obtener un alto rendimiento productivo mediante el uso de Azolla como parte de la dieta balanceada.
- Elaborar dietas balanceadas altamente digestibles.
- Reducir costos en la elaboración de dietas balanceadas.

7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Con respecto al análisis económico, se reducirán los costos en la elaboración de dietas ya que la Azolla es de fácil obtención y si se la da un tratamiento previo se puede incrementar los niveles de proteína.

Dentro del aspecto social la Azolla al no ser un ingrediente que compita con la alimentación humana, se lo puede utilizar en la alimentación animal para mejorar productividad y contribuir a que existan alimentos de origen animal de buena calidad para el consumo humano.

Al ser un helecho acuático, este beneficia a los estanques o reservorios donde se los cultiva a purificar el agua ya que absorbe algunos nutrientes y no produce algún tipo de contaminación ambiental. El excremento residual obtenido de la alimentación de codornices se puede realizar un proceso de desecación para poder utilizar como abono fertilizante natural para cualquier tipo de sembríos.

La Azolla al captar gran cantidad de agua, por ende la cantidad de materia seca es bajo por esta razón se debe cultivar cantidades grandes, siendo esto una desventaja ya que los tiempos de recolección se ven aumentados.

7.6. FUNDAMENTACIÓN

Las codornices al ser aves poco explotadas en el país y en la provincia de Tungurahua, poco a poco está surgiendo esta productividad ya que la inversión inicial es baja y al ser aves muy prolíficas, se puede recuperar la inversión en poco tiempo.

Se debe difundir y promocionar este tipo de explotaciones nuevas que puedan generar ganancias y a su vez benefician a la comunidad ya que los huevos de codorniz a pesar de no ser muy consumidos en nuestro medio, son recomendados por médicos y nutricionistas, especialmente para niños y ancianos, debido a su alto contenido de proteína y bajos niveles de colesterol.

La utilización de ingredientes alternativos en la alimentación de codornices es poco estudiado como es el caso de la Azolla que ayuda a mejorar la productividad y reducir costos, y si se da un tratamiento previo se puede aumentar los niveles proteicos de este helecho.

7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

Promover la crianza y producción de huevos de codorniz, así como llevar mediadas de bioseguridad para tener buenas explotaciones, informar sobre el manejo adecuado de estas aves ya que estas se estresan fácilmente.

7.8. ADMINISTRACIÓN

La Universidad Técnica de Ambato mediante la Facultad de Ciencias Agropecuarias, así como investigadores, estudiantes serán responsables de la realización de esta propuesta que pueda llevar a un beneficio mutuo y al desarrollo de nuevas explotaciones de codornices y generar nuevas investigaciones que permitan el crecimiento de este tipo de planteles.

7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Los pequeños productores de codornices mediante la realización de esta propuesta podrán mejorar sus ingresos económicos mediante la utilización de nuevos ingredientes que formen parte de la dieta balanceada, para obtener buenos resultados de producción y disminuir costos.