

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA**



**Niveles de proteína bruta en dietas formuladas por aminoácidos  
digestibles, para codornices en etapa de postura**


**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**GREICY CAROLINA VEGA POLO**

**TRUJILLO, PERÚ  
2020**

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



---

M.V. Mg. Ciro Alejandro Meléndez Tamayo  
PRESIDENTE



---

Ing. Mg. César Eduardo Honorio Javes  
SECRETARIO



---

M.V. Mg. Luis Ortiz Tenorio.  
VOCAL



---

Ing. Dr. Wilson Lino Castillo Soto.  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

Dedico mi esfuerzo y empeño puesto en este trabajo a Dios, por guiarme cada minuto y hacer que todo este esfuerzo fuera posible a pesar de las adversidades.

A mi padre y hermana, por su apoyo incondicional, comprensión, por creer y confiar en mí.

A mi madre, especialmente por siempre estar dispuesta ayudarme, por ser el motivo también de seguir adelante, por alentarme y por los consejos que cada día me da.

## **AGRADECIMIENTO**

Este trabajo de tesis lo dedico primero a Dios, por todas sus bendiciones, por darme esa fuerza cuando le pedí, cuando me sentía cansada él fue mi fortaleza, y permitió que concluyera éste trabajo.

En segundo lugar a mis padres y mi familia por el apoyo incondicional, y que siempre han creído en mí y están orgullosos de cada logro que hago, sin ellos, nada de esto sería una realidad.

A mi asesor Dr. Wilson Castillo, por su orientación, por su valioso tiempo.

A todas las personas que me apoyaron en todo el trayecto del presente trabajo.

## ÍNDICE

	Página
CARÁTULA.....	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA.....	3
2.1. Codorniz ( <i>cotumix cotumix japónica</i> ).....	3
2.2. Alimentación y nutrición de codornices.....	3
2.3. Generalidades de las proteínas y los aminoácidos.....	5
2.4. Proteína bruta (PB).....	9
2.5. Aminoácidos limitantes.....	10
2.6. Aminoácidos esenciales.....	11
2.7. Proteína ideal.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1. Lugar de ejecución.....	18
3.2. Instalaciones.....	18
3.3. Animales.....	18
3.4. Alimentación.....	18
3.5. Variables independiente.....	20
3.6. Tratamientos.....	20
3.7. Variables dependientes.....	20
3.8. Análisis estadístico.....	21

IV. RESULTADOS.....	22
4.1. Evaluación del comportamiento productivo durante el periodo total evaluado (40 a 97 días de edad).....	22
4.2. Evaluación del consumo de aminoácidos y de proteína, Por tratamiento.....	23
4.3. Evaluación de la relación de aminoácidos con el concepto de proteína ideal (Aminoácido: Lisina).....	24
4.4. Análisis económico evaluado durante el periodo de 40 a 97 días de edad.....	25
4.5. Evaluación de la concentración de N en excreta de la crianza de codornices ponedoras.....	26
V. DISCUSIÓN .....	28
5.1 Evaluación del comportamiento productivo durante el periodo total evaluado.....	28
5.2 Evaluación del consumo de los aminoácidos por tratamiento.....	29
5.3 Evaluación de la relación de aminoácidos con el concepto de proteína ideal (Aminoácido: Lisina).....	31
5.4 Análisis económico del uso de diferentes niveles de proteína y aminoácidos sintéticos en la dieta de codornices ponedoras.....	32
5.5 Evaluación de la concentración de N en excreta durante el periodo de experimentación.....	32
VI. CONCLUSIONES.....	34
VII. RECOMENDACIONES.....	35
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	36
IX. ANEXOS.....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Peso promedio de huevos de codornices en función de los niveles de proteína bruta en la dieta.....	23

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Relación aminoácidos/lisina utilizada para estimar los requerimientos de aminoácidos de codornices japonesas en las fases de cría, recría y postura.....	15
Cuadro 2. Niveles de proteína en dietas para codornices reproductoras en puesta por diversos autores.....	15
Cuadro 3. Requerimientos nutricionales de codornices japonesas en la fase de postura (%). .....	16
Cuadro 4. Requerimiento de aminoácidos de codornices en la fase de postura, expresado en porcentaje y cantidad por día (mg/día).....	17
Cuadro 5. Composición porcentual y nutricional del alimento en la fase de postura.....	19
Cuadro 6. Promedio de variables productiva de codornices de postura de cada dieta.....	22
Cuadro 7. Consumo diario de aminoácidos y de proteína bruta de las codornices en la fase de postura.....	24
Cuadro 8. Relación de aminoácidos (%) para codornices ponedoras con el concepto de proteína ideal.....	25
Cuadro 9. Costos de producción, ingresos y beneficios netos obtenidos en cada tratamiento por ave durante el periodo evaluado.....	26
Cuadro 10. Promedio de la variable de concentración de nitrógeno (%) en excreta.....	27



## ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Peso promedio de huevos de codornices en función de los niveles de proteína bruta en la dieta.....	42

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto del nivel de proteína bruta de las dietas formuladas por aminoácidos digestibles en las dietas de codornices en la fase de postura, se utilizaron 200 codornices de 35 a 97 días de edad, alojadas en jaulas de diez aves cada una distribuidas a través de un diseño completo al azar (DCA) con cuatro tratamientos (15, 17, 19 y 21% de PB) y cinco repeticiones. Las dietas fueron formuladas para alcanzar el nivel de PB según el tratamiento y suplementadas con aminoácidos (Lisina, Metionina, Treonina, Triptófano, Valina) para alcanzar los niveles de aminoácidos digestibles requeridos, en todos los tratamientos por igual. Las variables evaluadas fueron producción de huevos, peso del huevo, masa de huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, beneficio económico y concentración de nitrógeno en excreta. Los resultados fueron analizados a través del análisis de varianza de regresión. Los niveles de proteína bruta en la dieta no influyeron significativamente ( $p>0.05$ ) sobre la producción de huevos, consumo de alimento, masa de huevo y conversión alimenticia. El peso del huevo presentó un comportamiento lineal de aumento a la medida que aumentó la PB en la dieta y consecuentemente también los aminoácidos Arginina, Isoleucina, Leucina e Histidina. El beneficio económico mejoró y la excreción de nitrógeno se redujo con los niveles inferiores de proteína bruta en la dieta. Concluyéndose que es factible el uso de dietas con menores niveles de PB, desde que se atiende el requerimiento de aminoácidos digestibles.

## **ABSTRACT**

In order to evaluate the effect of the crude protein level of the diets formulated by digestible amino acids in the quail diets in the laying phase, 200 quail from 35 to 97 days of age, housed in cages of ten birds each, were used. distributed through a randomized complete design (DCA) with four treatments (15, 17, 19 and 21% PB) and five repetitions. The diets were formulated to reach the PB level according to the treatment and supplemented with amino acids (Lysine, Methionine, Threonine, Tryptophan, Valine) to reach the levels of digestible amino acids required, in all treatments equally. The variables evaluated were egg production, egg weight, egg mass, feed consumption, feed conversion, economic benefit and nitrogen concentration in excreta. The results were analyzed through the analysis of variance of regression. The levels of crude protein in the diet did not significantly influence ( $p > 0.05$ ) on egg production, feed intake, egg mass and feed conversion. The weight of the egg presented a linear increase behavior to the measure that increased the PB in the diet and consequently also the amino acids Arginine, Isoleucine, Leucine and Histidine. The economic benefit improved and the nitrogen excretion was reduced with the lower levels of crude protein in the diet. Concluding that it is feasible to use diets with lower CP levels, since the requirement for digestible amino acids is met.

## I. INTRODUCCIÓN

Según Minagri (2013) en las últimas décadas la producción avícola ha tenido un importante crecimiento y desarrollo económico, con un alto nivel tecnológico buscando una mayor eficacia productiva y operativa de producción de huevos y carne para el consumo, dentro de ello también la crianza de las codornices para postura.

Entre los factores que más inciden en el costo de producción de codornices está la alimentación; sin embargo, el productor enfrenta problemas 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 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).

En la composición de los costos totales de producción de huevos de codorniz cerca del 70% corresponde al alimento, en el cual la proteína es responsable de aproximadamente 25 % (Silva y Ribeiro citado por Torres y otros, 2013).

En la nutrición de animales monogástricos se aplica el concepto de proteína ideal, entendido como el balance exacto de aminoácidos, el cual tiene por objetivo satisfacer los requerimientos absolutos de todos los aminoácidos que el animal necesita para atender la función de mantenimiento y ganancia máxima de proteína corporal, reduciendo su uso como fuente de energía (Campos, 2008).

Un nivel de proteína entre el 15 % y 16 % para codornices en postura podría ser satisfactorio; sin embargo, Guillem (2007) citado por Rojas (2017) recomienda que para una buena postura, el nivel de proteína en la dieta no debe ser inferior al 20 %. Es importante también resaltar que altos niveles de proteína, no siempre mantienen un adecuado balance de aminoácidos conllevando a la pérdida de nitrógeno en la excreción.

La formulación por aminoácidos digestibles para aves de postura con niveles de proteína bruta inferiores a los requerimientos establecidos, se presenta como una alternativa para evitar los excesos de aminoácidos si atendiéramos a las necesidades de proteína bruta.

Como alternativa para esta mala utilización de aminoácidos presente en las dietas con alta proteína, es la formulación de las dietas con niveles de proteína bruta inferiores a los recomendados, manteniendo los niveles de aminoácidos, establecidos como requerimientos de aminoácidos digestibles; sin embargo no existen investigaciones que reporten resultados bajo este planteamiento, razón por la cual proponemos esta investigación.

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del nivel de proteína bruta de las dietas formuladas por aminoácidos digestibles, sobre el rendimiento productivo, económico y la excreción de nitrógeno, en codornices durante la fase de producción

## II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

### 2.1. Codorniz (*Coturnix coturnix japónica*)

La codorniz es un animal apreciado principalmente por sus huevos, debido a que tienen un bajo contenido de colesterol y alto índice proteico, haciéndolos recomendables en la alimentación de niños y ancianos; además por el sabor más agradable en comparación con los huevos de gallina y su empleo comúnmente en culinaria (Vásquez, 2007, citado por Gallegos, 2015).

La codorniz es una especie de crecimiento precoz y alcanza el peso vivo adulto antes que otras especies avícolas como el pollo o el pavo. Es una especie polígama con importantes diferencias morfológicas entre sexos (Lázaro y otros, 2005).

El ciclo productivo de la codorniz japonesa se divide en etapa de levante y etapa de postura. La etapa de levante comprende desde el nacimiento hasta los 42 días de edad, en esta etapa ocurre la mayor mortalidad (7 a 10 %) es por eso que durante este periodo se debe suministrar calefacción, luz y vitaminas para hacerlos más resistentes, luego de este periodo se realiza el levante hacia las jaulas, comenzando la etapa de postura que comprende desde los 42 días hasta el fin de su vida productiva (Ciriaco, 2006, citado por Rojas, 2017).

### 2.2. Alimentación y nutrición de las codornices

Las codornices son aves con altos requerimientos nutricionales. La mayoría de los productores utilizan formulaciones personales o simplemente compran alimentos balanceados para distribución comercial, los cuales en su mayoría son insuficientes para suplir los requerimientos particulares de la especie, por lo que los rendimientos

productivos no son los ideales económicamente, ni en el área de postura ni en la de engorde (Cordero,2003, citado por Linares, 2014).

El régimen alimenticio de la codorniz debe tener en cuenta las particularidades del animal. Por ser un animal sumamente precoz alcanza rápidamente el estado adulto como consecuencia de un crecimiento acelerado; por otra parte la producción de huevos es muy fuerte, constituyendo cada huevo cerca de un 10% del peso vivo del ave. El porcentaje de proteína del alimento diario es de 22 a 24 %; y cada 100 codornices tiene un promedio de postura del 90% (Vásquez y Ballesteros, 2007).

Flores (2008), menciona que en la alimentación de aves es más importante el nivel de aminoácidos que el nivel de proteína. Trabajos realizados por Matos (2005), concluyó que la lisina influye directamente en la mejora de la producción de huevos. Moura (2009), en donde evaluaron distintos niveles de lisina en codornices en postura, indicaron que un nivel de 1.06% mejoraba la calidad del huevos.

Estudios realizados en la Universidad Nacional Agraria la Molina muestran que el peso promedio del huevo se encuentra entre los 10,53 a 11,75 gramos (Martínez, 2000). Cabe mencionar que en situaciones de estrés por calor, el peso tiende a disminuir, mientras que las bajas temperaturas lo incrementan. (Pérez y Pérez, 1974). Del Valle Manóche (2006), señala que dietas deficientes en lisina afectan el tamaño del huevo.

### **2.3. Generalidades de las proteínas y los aminoácidos.**

Las proteínas son compuestos orgánicos complejos, de alto peso molecular. Estas se encuentran en todas las células vivas, estado estrechamente relacionadas con las actividades que constituye la vida celular (McDonald y otros, 2006). Estos presentan un solo elemento en común dentro de una gran variabilidad en cuanto a estructura, el alfaamino-carboxilo, formado por carbono, hidrogeno, oxígeno y nitrógeno, este último, determinante de la estructura y función de aminoácidos (Torres y Alí, 2014).

Las proteínas varían ampliamente en lo que se refiere a composición química, propiedades y función biológica. Todas las proteínas están compuestas por la combinación de unidades químicas llamadas aminoácidos (Bonilla y Díaz, 2003). En la función biológico de una proteína depende fundamentalmente de su composición en aminoácidos indispensables (Suarez y otros, 2006).

Los animales no pueden sintetizar el grupo amino, de modo que para formar las proteínas, deben recibir aminoácidos en la ración. Si bien es cierto, algunos aminoácidos pueden obtenerse a partir de otros, mediante el proceso de transaminación, pero los esqueletos carbonados de ciertos aminoácidos no pueden sintetizarse en el organismo animal y estos reciben el nombre de aminoácidos esenciales o indispensables (McDonald y otros, 2006).

En la naturaleza se encuentran más de 200 aminoácidos, únicamente alrededor de 20 se presentan de manera común en la mayoría de las proteínas y hasta 10 se requieren en la dieta de los animales, la síntesis de estos en los tejidos no es adecuada para satisfacer las necesidades metabólicas, por tanto estos aminoácidos esenciales no sintetizados en cantidades suficientes deben ser agregados a la dieta y son : Arginina, Histamina, Isoleucina, Leucina,



Lisina, Metionina, Fenilalanina, Treonina, Triptofano, Valina. Y los que no se requieren en la dieta ya que su síntesis en los tejidos es adecuada, son los no esenciales y son: Acido Aspartico, Citrulina, Cistina, Glutamico, Glicina, Hidroxiprolina, Prolina, Serina y Tilosina (Pond y otros, 2003).

### **2.3.1. Fisiología digestiva y metabolismo de las proteínas**

El tracto digestivo de las aves, consiste principalmente el buche, que es un órgano de almacenamiento y la molleja, que es un órgano de trituración; en términos nutricionales, tienen un aparato digestivo simple con ciego no funcional. Para compensar el tracto digestivo relativamente corto y el rápido tránsito de la digestión, es preciso suministrar a las aves de alto rendimiento dietas de fácil digestión y ricas en nutrientes, siendo el balance de nutrientes fundamental (FAO, 2012). Seguidamente, el colon cuya función principal consiste en el transporte de los productos de la digestión hasta su terminación en la cloaca. La cloaca, desde donde se excretan juntas las heces y la orina, combina las funciones del recto y la vejiga. La absorción de los nutrientes tiene lugar fundamental en el intestino delgado. Los carbohidratos se absorben como monosacáridos por transporte activo, proceso que intervienen proteínas transportadoras. Los aminoácidos y los ácidos grasos también se absorben por transporte activo (McDonald y otros, 2002).

Así mismo, las proteínas ingeridas llegan al estómago glandular donde se ponen en contacto con el jugo gástrico, este contiene ácido clorhídrico (HCl) y pepsinógeno. En el paso por la molleja de quimo ácido, tampoco se produce una gran degradación de las proteínas y todo lleva a considerar que la hidrólisis se realiza fundamentalmente en el intestino delgado, para luego ser absorbidos. Llamamos absorción intestinal, a todos los fenómenos que participan en el traslado de esas sustancias digeridas, desde el canal intestinal hasta todo el organismo.

En su camino, las sustancias absorbidas, deben atravesar la túnica epitelial del intestino, antes de ser transportadas por la sangre o la linfa a los puntos donde serán consumidas, transformadas o almacenadas (Almirón, 2008).

Por lo tanto, una vez que los aminoácidos entran al torrente sanguíneo son transferidos a los diversos tejidos del cuerpo. Aquí, las células los utilizan en muchas formas como para la reparación de las estructuras del tejido, tejidos nuevos, producción de huevo, etc., y para la reestructuración de diversas estructuras de proteínas complejas. Los excesos de proteína pueden usarse como energía a través de un proceso llamado desaminación, el cual separa el nitrógeno de la molécula. Después el nitrógeno es excretado por los riñones, generalmente en forma de ácido úrico (North, 1984).

Los aminoácidos libres pueden seguir tres vías metabólicas distintas en el interior del organismos: pueden usarse para la síntesis de proteínas, servir como precursores en la síntesis de productos nitrogenados tales como ácidos nucleicos, creatinina, colina y tiroxina, o ser degradados, el nitrógeno es excretado como urea y el esqueleto carbonado ingresa en el metabolismo energético (Pond y otros, 2003).

Estas tres vías compiten unas con otras y el equilibrio entre ellas se regula constantemente, de forma que los cambios en la velocidad de disposición de aminoácidos a lo largo de una de ellas se compensan a menudo con cambios recíprocos en una de las otras vías o en ambas (Pond y otros, 2003).

### **2.3.2. Síntesis de proteínas**

La síntesis de proteína en los tejidos animales requiere de ácidos nucleicos, compuestos de alto peso molecular, que todas las células vivas poseen y los cuales realizan una función fundamental en los seres vivos, ya que conservan la información genética y constituyen el medio por el que se utilizan dicha información para la síntesis de proteínas (McDonald y otros, 2006).

La síntesis de proteínas se efectúa por medio de la transferencia de aminoácidos a los ribosomas, partículas adheridas a las superficies membranales y a las que los aminoácidos se unen en una secuencia predeterminada por la secuencia de las bases nitrogenadas de ácido desoxirribonucleico y a su vez del ácido ribonucleico, los ribosomas actúan como plantillas para la unión ordenada de aminoácidos durante la síntesis de proteínas. La adición de aminoácidos de este modo a una cadena en crecimiento de polipeptidos tiene lugar de manera muy rápida (Pond y otros, 2003).

### **2.3.3. Formación de ácido úrico**

El contenido en nitrógeno en las heces representa la cantidad no absorbida, es decir la proporción de proteínas que por sus características físicas o propiedades químicas resistieron el ataque de las enzimas proteolíticas. Parte de estas pérdidas fecales representan las pérdidas obligatorias de nitrógeno que proviene de las secreciones endógenas (Suarez y otros, 2006).

Una de las consecuencias del catabolismo de los aminoácidos, es la producción de amoniaco. El nitrógeno de los aminoácidos es convertido en este durante su degradación y la mayor parte, en los mamíferos, se elimina en forma de urea y en las aves, en

forma de ácido úrico o amonio; la urea se produce por la hidrólisis de la arginina; por ello la síntesis de esta solamente requiere un mecanismo para la formación de arginina, lo que se consigue por proceso cíclico conocido como ciclo de la urea (Lloyd y otros, 1992).

#### **2.4. Proteína bruta (PB)**

Las proteínas cuyo contenido contempla mayores cantidades de aminoácidos esenciales son aquellas que presentan mejores resultados de desempeño de las aves. Así mismo la función de las proteínas alimentarias es proporcionar los aminoácidos necesarios para el mantenimiento, el desarrollo muscular y la síntesis de la proteína del huevo (FAO, 2012).

Por otro lado, es necesario que estas fuentes sean también de alta digestibilidad. A pesar de la importancia del nivel proteico en las dietas de las aves, su definición se refiere a la adición de aminoácidos industriales para proporcionar los aminoácidos limitantes. Por lo tanto no existen recomendaciones fijas de los niveles proteicos para estas raciones siendo más importante el atender las necesidades de los aminoácidos. La necesidades de PB para mantenimiento son menores a las de crecimiento (Bertechini, 2012).

El exceso de proteína produce: costo adicional de la formulación, efecto negativo en la productividad especialmente en aves bajo condiciones de calor y humedad, incremento calórico, elevados niveles de aminoácidos en la sangre, excreción excesiva de nitrógeno (ácido úrico), gasto de energía, mayor consumo de agua (heces acuosas), contaminación ambiental. Las aves no tienen un requerimiento de proteína bruta como tal, sólo necesitan una cantidad que asegure la suficiente reserva de nitrógeno para la síntesis de aminoácidos no esenciales (Douglas, 2012). De tal modo, un equilibrio ideal de aminoácidos alimentarios para las aves y los cambios en las necesidades

de aminoácidos suelen expresarse en relación con una proteína equilibrada o proteína ideal (Lesur, 2003).

## **2.5. Aminoácidos limitantes.**

Normalmente las fuentes proteicas poseen balances de aminoácidos diferentes, definiendo su calidad proteica para las aves. Por otro lado existen desequilibrios que influyen en el momento de formular las dietas. En este caso surge una clasificación más y se refiere a su límite en las dietas. Los aminoácidos limitantes son aquellos que aparecen en menor cantidad en la formulación y limitan el desempeño de las aves (Bertechini, 2012).

El primer aminoácido limitante es la metionina y la lisina, es el segundo limitante en alimentos para aves; son consideradas un aminoácido estrictamente esencial. Las exigencias de esta para los animales monogástricos son altas, debido al elevado contenido de lisina de las carnes de cerdo y ave, alrededor del 5% al 7% de proteína (Waldroup y otros, 2005).

La lisina tiene un bajo costo de suplementación y puede afectar el rendimiento de las codornices. Una de sus funciones más importantes es la participación en la deposición de proteínas corporal y en la síntesis de carnitina, que actúa en el transporte de ácidos grasos para la  $\alpha$ -oxidación en la mitocondria. El exceso de lisina puede ocasionar perjuicios metabólicos como el antagonismo con otros aminoácidos, como la arginina, ya que se disputan el mismo sitio de absorción. Considerado aminoácido estándar en el concepto de proteína ideal, la lisina se ha utilizado como referencia para la estimación de las exigencias de los demás aminoácidos (Barreto citado por Costa y otros, 2008), por lo tanto, alterando sus niveles en la dieta, los niveles de los otros aminoácidos se pueden modificar.

La treonina, es el tercer aminoácido limitante. Es un aminoácido estrictamente esencial, usado para la deposición de proteína. También juega un importante papel como aminoácido clave en el metabolismo del intestino y en la respuesta inmunitaria (Hess, 2008).

La valina es un aminoácido esencial, que actúa normalmente como el quinto aminoácido limitante, reducen la eficiencia en la utilización de los primeros aminoácidos limitantes, por lo tanto uno de sus beneficios es el incremento del nivel de lisina y de otros aminoácidos en las formulaciones manteniendo restringido el nivel de proteína bruta, logrando así, un mejor desempeño de los animales (Ajinomoto, 2010).

El equilibrio de los aminoácidos limitantes en las dietas de aves se puede lograr combinando ingredientes que complementan las deficiencias, usando aminoácidos industriales y elevando el nivel proteico de la dieta. La utilización de aminoácidos industriales es la forma más eficiente para complementar los aminoácidos limitantes de las dietas avícolas (Bertechini, 2012).

## **2.6. Aminoácidos esenciales**

Como se sabe la proteína, se requiere para estimular el crecimiento, pero también es necesaria para reparar los tejidos desgastados y promueve la formación de carne y plumas. Por lo tanto lo que las aves necesitan, son los aminoácidos contenidos en estas (Haynes, 1990).

Los aminoácidos corresponden a la unidad básica que conforman las proteínas orgánicas. Son clasificados en aminoácidos esenciales y no esenciales. Los esenciales pueden ser definidos en aquellos que el organismo del ave no puede biosintetizar lo suficientemente rápido para soportar el máximo rendimiento de los animales. Los no esenciales son producidos de acuerdo a la demanda orgánica, siendo biosintetizado de acuerdo a sus necesidades (Bertechini, 2012).

Existen varios factores que influyen en las exigencias proteicas de las aves, uno de ellos es la calidad de la fuente. El descubrimiento de que muchos aminoácidos que componen las proteínas corporales deben ser provistos como tales por la proteína del alimento, explica por qué diferentes alimentos con el mismo contenido de proteínas tiene valores distintos en nutrición, es decir, difieren en la calidad de la proteína. Por lo tanto según se acerquen al punto óptimo de satisfacción de las necesidades de los animales, tenemos proteínas de alta y baja calidad (Haynes, 1990).

Dentro de los aminoácidos esenciales, existen aquellos que son más críticos y deben estar presentes en las dietas para mantener el desempeño de los animales, como es el caso de la lisina. Las fuentes de origen animal son más equilibradas en aminoácidos esenciales que las vegetales (Bertechini, 2012).

## **2.7. Proteína ideal**

La formulación de raciones con base en el concepto de proteína ideal optimiza la eficiencia de la utilización de los aminoácidos (proteína) que disminuye la excreción de nitrógeno (N). Conforme es reducida la proteína dietética, algunos aminoácidos esenciales pasan a ser deficientes, siendo necesaria la suplementación de aminoácidos industriales hasta alcanzar el requerimiento para óptimo desempeño de las aves. Actualmente es recomendable formular dietas con la proporción ideal de aminoácidos a modo de que no existan ni exceso ni deficiencia de aminoácidos (Salguero y otros, 2014).

Así mismo, la proteína ideal puede ser definida como el balance exacto de los aminoácidos, sin deficiencias ni sobras, para satisfacer las demandas de mantenimiento y satisfacer los requerimientos absolutos de aminoácidos para la producción de huevo, esto reduce el uso de aminoácidos como fuente de energía y la excreción de nitrógeno. Los

pasos a seguir para formular dietas por el concepto de proteína ideal son: a) No usar requerimientos de proteína; b) Usar requerimientos de todos los aminoácidos esenciales; c) La dieta será ajustada para los aminoácidos más limitantes (Lis, Met+Cis, Tre, Val, Gli+Ser); d) Habrá reducción del exceso de aminoácidos esenciales y no esenciales (Proteína); e) La ración tendrá menor incremento calórico y excreción de N (Campos y otros, 2008).

Por lo tanto, la formulación adecuada de la proteína ideal debe hacerse utilizando valores de aminoácidos digestibles, con el propósito de satisfacer las exigencias de lisina y de un perfil de proteína ideal adecuado para cada fase de crianza y objetivo de producción (Hisex Brown, 2009).

La exigencia nutricional de aminoácidos sufre la influencia de una serie de factores como edad y sexo de los animales, niveles de energía y lisina del alimento, densidad de población, condiciones ambientales (principalmente temperatura), estado sanitario de los animales, digestibilidad de los nutrientes de las materias primas usadas en la elaboración de los alimentos y de la gran variedad de metodologías utilizadas para la estimación (Sá y otros, 2012).

Aunque no para todos los animales en todas las circunstancias, por ello se propuso el concepto de proteína ideal en la formulación de alimentos para aves y cerdos, con este método se expresa los requerimientos de aminoácidos esenciales como relaciones ideales con la lisina, ya que se sabe que aunque las necesidades de aminoácidos varían de acuerdo con los factores antes citados, las relaciones de ellos con la lisina no se alteran en forma significativa (Shimada, 2003).



Por lo tanto, una ventaja principal de usar este concepto, es que la relación ideal de aminoácidos permanece igual para animales de cualquier potencial genético, aunque los requerimientos serán diferentes dependiendo de sexo, edad y estirpe, pero sobre todo de su capacidad de depositar tejido magro (Zambrano, 2008).

En gran parte, cuidando los niveles de la proteína en la dieta y ajustando la relación de los aminoácidos a un perfil ideal, se evitan deficiencias y excedentes y la consecuente producción de energía a partir de aminoácidos (Cuaron, 1999).

### **2.7.1. Proteína ideal valores**

Como se sabe, la lisina es usada como aminoácido de referencia, y los requerimientos de los demás aminoácidos esenciales son expresados en porcentaje de acuerdo a esta. Las diferentes relaciones de aminoácidos digestibles/lisina digestible, es presentada en el cuadro 1.

De igual modo, en el Cuadro 2, se presenta los niveles de proteína bruta propuesto por diferentes autores para la etapa de postura, observándose que estos niveles han tenido una gran variación a lo largo del tiempo variando desde 18 hasta 25 % de proteína bruta.

Cuadro 1. Relación aminoácido / lisina utilizada para estimarlos requerimientos de aminoácidos de codornices japonesas en las fases de cría, recría y postura.

Aminoácidos	Recría y Cría		Postura	
	Digestible	Total	Digestible	Total
Lisina	100	100	100	100
Metionina	38	38	45	44
Metionina+ cistina	68	68	82	81
Treonina	71	74	61	64
Triptofano	69	19	21	21
Arginina	106	103	115	112
Glicina+ Serenia	89	92	114	119
Valina	85	86	75	76
Isoleucina	71	72	65	65
Leucina	137	136	150	148
Histidina	29	29	42	41
Fenilalanina	77	77	74	73
Fenilalanina+ Tirosina	146	145	135	133

Fuente: Rostagno y otros (2017).

Cuadro 2. Niveles de proteína en dietas para codornices reproductoras en puesta, por diversos autores.

Proteína bruta (%)	Referencia
18	Leeson (1997)
24	Artoni (2001)
22.4 - 23.4	Pinto (2002)
23	Ribeiro (2003)
22 – 24	Soares (2003)
20	Shim (2004) y Summers (1997, 2005)
18 - 20	Garcia (2005)

Fuente: Lázaro y otros (2005).

En los Cuadros 3 y 4, se presentan los requerimientos nutricionales para codornices en la etapa de postura, en donde se observa los niveles de proteína bruta, energía metabolizable y macrominerales, así como los aminoácidos esenciales digestibles estimados en cantidades en la dieta (%), y en cantidades requeridos por día (mg/día).

Cuadro 3. Requerimientos nutricionales de codornices japonesas en la fase de postura (%).

Nutriente	unidad	Cantidad
Peso Corporal,	g	0.200
Ganancia,	g/día	0.100
Peso de huevo	g/día	10.000
Masa de huevo	g/día	10.000
Energía metabolizable	kcal/kg	2800
Consumo	g/día	24.480
Proteína cruda total	%	19.000
Calcio	%	3.158
Fosforo disponible	%	0.327
Fosforo digestible	%	0.298
Sodio	%	0.155
Ácido Linoleico	%	1.046

Fuente: Rostagno y otros (2017).

Cuadro 4. Requerimientos de aminoácidos de codornices en la fase de postura, expresado en porcentaje y cantidad por día (mg/día).

Aminoácidos digestibles	%	mg/día <sup>1</sup>
Lisina	1.107	271.0
Metionina	0.498	121.9
Metionina + cisteína	0.908	222.3
Treonina	0.675	165.2
Triptofano	0.232	56.8
Arginina	1.273	311.6
Glicina + serina	1.262	308.9
Valina	0.830	203.2
Isoleucina	0.720	176.3
Leucina	1.661	406.6
Histidina	0.465	113.8
Fenilalanina	0.819	200.5
Fenilalanina + Tirosina	1.494	365.7

<sup>1</sup> Cantidad estimada en base al consumo de alimento /Adaptado de Rostagno y otros (2017)

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

La presente investigación se realizó en el campus II de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO), Región La Libertad, Perú. Los análisis de muestras se realizaron en el Laboratorio de Fisiología de la Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de UPAO.

#### **3.2. Instalaciones**

Se utilizó dos módulos de jaulas de 60 x 40 cm, cada uno de 6 niveles y dos jaulas por nivel. Estos módulos se colocaron en un galpón destinado para experimentar en aves. Las jaulas están fabricadas de alambre electrosoldado con piso a desnivel y con un comedero lineal externo y un bebedero tipo copa.

#### **3.3. Animales**

Se usaron 200 codornices japonesas de 35 días de edad hasta los 97 días de edad; donde fueron distribuidas en jaulas, 10 aves por jaula, los cuales recibieron alimento según los tratamientos asignados.

#### **3.4. Alimentación**

Las codornices recibieron las dietas de acuerdo a los tratamientos durante ocho semanas. Las dietas fueron atendiendo a las necesidades establecidas por Rostagno y otros (2017), usadas en fase de postura de codornices y son mostradas en el cuadro 5.

Cuadro 5. Composición porcentual y nutricional del alimento en la fase de postura.

Ingredientes <sup>1</sup>	Niveles de proteína (%)			
	15	17	19	21
Maíz amarillo	62.75	57.05	57.02	50.82
Aceite de soya	2.08	2.84	0.01	1.35
Torta de soya 45	20.70	26.07	22.42	29.84
Soya integral	0.86	1.00	10.80	8.58
Sal común	0.33	0.33	0.32	0.32
Carbonato de calcio fino	3.60	3.60	3.60	3.60
Carbonato de calcio grueso	3.66	3.66	3.66	3.66
Fosfato bicálcico	1.35	1.30	1.25	1.20
Bicarbonato de sodio	0.03	0.03	0.03	0.03
Lisina HCL	0.56	0.39	0.26	0.08
Metionina	0.48	0.43	0.38	0.34
Treonina	0.18	0.11	0.04	-
Valina	0.19	0.10	0.02	-
Secuestrante (Topsin)	0.05	0.05	0.05	0.05
Cloruro de Colina	0.06	0.06	0.06	0.06
Triptófano	0.07	0.04	0.02	-
Antimicrobiano (Bacitracina de Zinc)	0.03	0.02	0.02	0.02
Inerte (arena)	2.98	2.87	-	-
Premezcla minerales y vitaminas	0.05	0.05	0.05	0.05
Valor Nutricional				
PB (%)	15.00	17.00	19.00	21.00
EM, (kcal/kg)	2,800	2,800	2,800	2,800
Lisina digestible (%)	1.11	1.11	1.11	1.11
Metionina digestible (%)	0.68	0.66	0.64	0.62
Metionina + Cistina digestible (%)	0.91	0.91	0.91	0.91
Treonina digestible (%)	0.68	0.68	0.67	0.71
Triptofano digestible (%)	0.23	0.23	0.23	0.24
Arginina digestible (%)	0.90	1.06	1.20	1.35
Glicina +Serina digestible (%)	1.25	1.43	1.59	1.78
Valina digestible (%)	0.83	0.83	0.83	0.90
Isoleucina digestible (%)	0.58	0.67	0.75	0.84
Leucina digestible (%)	1.28	1.41	1.54	1.66
Histidina digestible (%)	0.38	0.43	0.47	0.52
Fenilalanina digestible (%)	0.70	0.80	0.88	0.98
Fenilalanina +Tirosina digestible (%)	1.19	1.36	1.50	1.68
Calcio (%)	3.16	3.16	3.16	3.16
Fosforo disponible (%)	0.33	0.33	0.33	0.33
Sodio (%)	0.15	0.15	0.15	0.15

<sup>1</sup> Composición de los ingredientes basado en Rostagno (2017).

### 3.5. Variables independientes

Nivel de proteína bruta de la dieta.

### 3.6. Tratamientos

Los tratamientos consistieron en la variación de PB en la dieta manteniendo los niveles de aminoácidos digestibles.

PB15: dieta con 15% de Proteína bruta.

PB17: dieta con 17% de Proteína bruta.

PB19: dieta con 19% de Proteína bruta.

PB21: dieta con 21% de Proteína bruta.

### 3.7. Variables dependientes

#### a. Productivas

- Consumo de alimento, g.
- Producción de huevos, %.
- Peso del huevo, g.
- Masa de huevo, g.
- Conversión alimenticia, kg de alimento/kg de huevo.

#### b. Beneficio económico

#### c. Concentración de N en excreta, %.

La masa de huevo (g/d): Se estimó a partir de la producción (%) x peso de huevo (g)/ 100.

El beneficio económico se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$BN = PY - CV - CF$$

Donde:

BN = Beneficio neto.

P = Precio del kg de huevo

Y = Huevos producidos/ave

CV = Costo variable.

CF = Costo fijo.

La concentración de N en excreta (%). Se determinó en el laboratorio mediante el método de Micro Kjeldahl.

### **3.8. Análisis estadístico**

Las aves fueron distribuidas a través de un diseño completo al azar (DCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento, resultando en 20 unidades experimentales, con 10 codornices por cada unidad.

Se utilizó el modelo lineal:

$$Y_{ij} = u + t_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = observación cualquiera

$u$  = promedio general

$t_i$  = efecto del nivel de proteína bruta

$E_{ij}$  = error experimental

Los resultados de cada variable, fueron analizadas a través del análisis de variancia de la regresión.



## IV. RESULTADOS

### 4.1. Evaluación del comportamiento productivo durante el periodo evaluado (40 a 97 días de edad).

Los resultados promedio obtenidos en nueve semanas de experimentación para producción, peso de huevo, masa de huevo, consumo de alimento y conversión alimenticia, se muestran en el Cuadro 5, en donde se observa que los niveles de proteína en las dietas no influyeron significativamente ( $P>0.05$ ), excepto el peso del huevo que aumentó linealmente ( $P<0.05$ ) en función del aumento de la proteína en la dieta.

Cuadro 6. Promedio de variables productiva de codornices de postura en cada dieta.

Variables	Niveles de proteína (%)				Sig <sup>1</sup>	SEM <sup>2</sup>
	15	17	19	21		
Producción de huevos (%)	74.42	75.92	69.56	75.03	NS	4.50
Peso de huevo (g)	10.51	10.83	10.59	11.29	L*	0.45
Masa de huevo (g)	7.85	8.24	7.38	8.45	NS	0.67
Consumo de alimento (g/ave/día)	24.50	24.48	24.54	24.46	NS	0.32
Conversión alimenticia (g/g)	3.12	2.97	3.33	2.89	NS	0.64

<sup>1</sup> Sig= nivel de significancia, NS= no significativo ( $P>0.05$ ), L= efecto lineal, \* = ( $p<0.05$ )

<sup>2</sup> SEM= Error estándar del promedio

El comportamiento lineal del peso de huevo se muestra en la Figura 1, apreciándose que esta respuesta del peso de huevo se debe en 60.6 % a la proteína utilizada en la dieta.

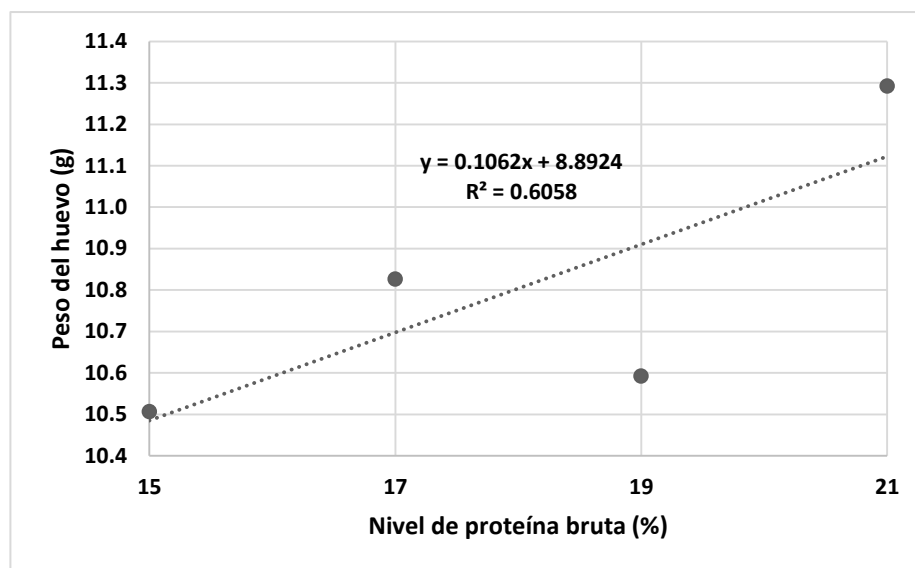


Figura 1. Peso promedio de huevos de codornices en función de los niveles de proteína bruta en la dieta (\*= P<0.05).

#### 4.2. Evaluación del consumo de aminoácidos y de proteína, por tratamiento.

Al calcular el consumo de los aminoácidos por tratamiento (Cuadro 6), se encontró que con excepción de lisina, metionina y metionina+cistina la dieta con 21% de proteína bruta presentó el mayor consumo de los aminoácidos.

Por otro lado, tomando como referencia los consumos del tratamiento con 19% de PB, que expresan el requerimiento de las codornices, se observa que en todos los tratamientos los aminoácidos limitantes treonina, triptófano y valina si cubren las necesidades requeridas; sin embargo, arginina y los otros aminoácidos muestran consumos menores en relación a la dieta con 19% de PB.

Cuadro 7. Consumo diario de aminoácidos y de proteína bruta de las codornices en la fase de postura.

Consumo/día	Nivel de PB en la dieta (%)			
	15	17	19	21
Lisina, mg	276.3	276.3	276.7	275.5
Metionina, mg	169.3	164.3	159.6	153.9
Metionina + Cistina, mg	226.5	226.5	226.9	225.9
Treonina, mg	169.3	169.3	167.0	176.2
Triptófano, mg	57.3	57.3	57.3	59.6
Arginina, mg	224.0	263.8	299.2	335.1
Glicina + Serina, mg	311.1	355.9	396.4	441.8
Valina, mg	206.6	206.6	206.9	223.4
Isoleucina, mg	144.4	166.8	187.0	208.5
Leucina, mg	318.6	351.0	383.9	412.0
Histidina, mg	94.6	107.0	117.2	129.1
Fenilalanina, mg	174.2	199.1	219.4	243.2
Fenilalanina + Tirosina, mg	296.2	338.5	374.0	417.0
Proteína, g	3.7	4.2	4.7	5.2

#### 4.3. Evaluación de la relación de aminoácidos con el concepto de proteína ideal (Aminoácido: Lisina).

En la relación de aminoácidos (Cuadro 7), metionina + cistina, triptófano, valina y treonina en todos los tratamientos, con respecto a la lisina (considerándola como 100%), se obtuvo valores similares. El resto de aminoácidos la relación se encuentra entre los tratamientos de 17% y 19% de PB, en tanto que la dieta con 15% PB mostró valores menores de relación.

Cuadro 8. Relación de aminoácidos (%) para codornices ponedoras con el concepto de proteína ideal.

Aminoácidos	Niveles Recomendados <sup>1</sup>	Niveles de PB en la dieta (%)			
		15	17	19	21
Lisina	100	100	100	100	100
Metionina	45	61	59	58	56
Metionina + Cistina	82	82	82	82	82
Treonina	61	61	61	60	64
Triptófano	21	21	21	21	22
Arginina	115	81	95	108	122
Glicina + Serina	114	112	129	143	160
Valina	75	75	75	75	81
Isoleucina	65	52	60	68	76
Leucina	150	115	127	139	150
Histidina	42	34	39	42	47
Fenilalanina	74	63	72	79	88
Fenilalanina + Tirosina	135	107	123	135	151

<sup>1</sup>Valores tomados de Rostagno y otros (2017).

#### 4.4. Análisis económico evaluado durante el periodo de 4 a 9 semanas de edad.

El análisis económico relacionado a costos de producción y beneficio neto evaluados para cada tratamiento (Cuadro 8), en donde se aprecia que el tratamiento 21% PB presentó menores costos de producción, los mismos que influyeron para obtener un mejor beneficio neto, llegando a obtenerse hasta 4.27 % de beneficio mayor a los demás tratamientos.

Cuadro 9. Costos de producción, ingresos y beneficios netos obtenidos en cada tratamiento por ave durante el periodo evaluado

Variables	Niveles de PB en la dieta (%)			
	15	17	19	21
Alimento consumido para producir 1kg de huevo	3.64	3.29	3.84	3.16
Costo de alimento (S/ por kg)	1.43	1.44	1.40	1.45
Costo total de alimento (S/ por kg)	5.21	4.74	5.38	4.58
Otros gastos (S/ por kg)	1.11	1.12	1.09	1.10
Costo total (S/ por kg)	6.51	6.51	6.72	5.73
Ingresos/venta de huevos(S/ por kg)	10.00	10.00	10.00	10.00
Beneficio Neto (S/.)	3.49	3.49	3.28	4.27
Rentabilidad, %	53.69	53.69	48.81	74.60

#### 4.5. Evaluación de la concentración de N en excreta de la crianza de codornices en la etapa de postura.

Los resultados promedio obtenidos para concentración de nitrógeno en excreta, se muestran en el Cuadro 9, en donde se observa que los niveles de proteína en las dietas de los tratamientos no influyeron significativamente ( $P>0.05$ ), sobre el nitrógeno excretado, sin embargo, aves que consumieron dietas con 15% de PB presentaron una reducción de 15% en la excreción de nitrógeno en relación aquellos que recibieron dietas con 21% de PB.

Cuadro 10. Promedio de la variable de concentración de nitrógeno (%) en excreta

Variables	Niveles de PB en la dieta (%)				Sig <sup>1</sup>	SEM <sup>2</sup>
	15	17	19	21		
Nitrógeno en heces (%)	6.24	6.78	7.18	7.37	NS	0.72

<sup>1</sup> Sig= nivel de significancia, NS= no significativo.

<sup>2</sup> SEM= Error estándar del promedio

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Evaluación del comportamiento productivo durante el periodo total evaluado (40 a 97 días de edad).

Los valores promedios de masa de huevo, conversión, producción de huevo y consumo encontrados en el experimento, no presentaron variación significativa ( $P>0.05$ ), lo cual sugiere que los cuatro tratamientos (15, 17, 19 y 21% de PB) obtuvieron un desempeño similar; sin embargo, el peso del huevo aumentó linealmente ( $P<0.05$ ) en función del aumento del nivel de PB en la dieta. Estos resultados son parecidos a lo reportado por Pinto (2002), Soares (2003) y Garcia (2005) quienes demostraron que esta variable tiene una relación lineal positiva con el aumento del nivel de proteína en la dieta, estos autores informaron que el peso del huevo depende en gran medida de la ingesta diaria de proteína cruda ya que las ponedoras no son capaces de almacenar eficientemente este nutriente para su demanda dependiendo del consumo diario, de esta forma el aumento del peso de los huevos se debe a la cantidad de proteína diaria ingerida suficiente para suplir las exigencias de huevos más pesados.

Otros estudio más recientes fue de Douglas (2012) demostró que dietas de 13 a 15.5 % de PB desde el inicio de producción adecuadamente suplementadas con aminoácidos: metionina, lisina, treonina, triptófano, valina, isoleucina y arginina, tuvieron un desempeño óptimo similar a dietas controles de 17 a 18% de PB. Fuentes y otros (2012) reportaron que dietas con 10.4% de proteína bruta (PB), mas lisina y metionina suplementado mostraron una producción de huevo similar respecto a una dieta con 15.7% de PB, también se demostró que la producción de huevo no varió al alimentar aves con 12% de PB más aminoácidos comparando con dietas de 18% de PB. Así mismo, Andino (2015), reporto que dietas de 18% a 21% de PB, suplementadas con

aminoácidos sintéticos en las dietas de codornices alcanzaba un mayor porcentaje de postura, peso y masa de huevo.

Ahora se sabe que, más importante que la proteína bruta como tal, son los requerimientos de aminoácidos individuales el que determinó el peso de huevo. Generalmente el peso del huevo es atribuido a la metionina (Salvador y Guerra 2013); en nuestra investigación los valores de metionina en la dieta han sido similares, por lo que no podría atribuirle esta variación del peso del huevo. De igual modo, treonina, triptófano y valina han sido atendidos similarmente en todas las dietas. Sin embargo, los niveles de arginina, isoleucina, leucina, histidina y fenilalanina han disminuido en la dieta conforme disminuyó la PB; por tanto, se puede aseverar que el mayor peso obtenido en los huevos de codornices que recibieron dietas de mayor PB, puede deberse a estos aminoácidos mas no solo a la PB.

## **5.2. Evaluación del consumo de los aminoácidos por tratamiento.**

Los valores de consumo de aminoácidos encontrados en este trabajo, tomando como referencia la dieta con nivel de 19% PB; para lisina obtuvo el mayor consumo (276.72 mg/día), superior a lo recomendado por Rostagno y otros (2017) de 271 mg/día. Así mismo, García (2005), recomienda un consumo diario (257 mg) para lisina, de tal manera que el exceso de consumo de lisina no influyó negativamente en los valores productivos, esto concuerda lo reportado por Pinto (2003), quien constató que los niveles de lisina digestible utilizados (0.80, 0.90, 1.00, 1.10, 1.20 y 1.30%) no fueron suficientes para promover peso máximo del huevo. Por otro lado Moura y otros (2009) que los niveles de lisina sobre el peso medio del huevo, recomienda el nivel de 1.0% de lisina para raciones con 19% de proteína bruta (PB), como requerimiento para promover un adecuado peso de los huevos.



Así mismo el consumo de los aminoácidos azufrados tuvo un resultado (226.9 mg/día) en la dieta de 19%, superior a lo recomendado por Rostagno y otros (2017), quien especificó un consumo diario de 222.3 mg/día. A diferencia de los trabajos de Salvador y Guevara (2013) en gallinas, quienes reportan que un 0.38% de metionina causa un incremento del 5.6% en el tamaño del huevo, comparado con un 0.23% de metionina. Por lo tanto, la respuesta del peso del huevo a la metionina, está estrechamente relacionada con la producción diaria de peso de huevo por parte de la ponedora.

El consumo de treonina tuvo un resultado de 167.0 mg/día en la dieta 19%, valor que solo fue superado en la dieta de 21% de 176.2 mg/día, comparado a lo encontrado por Rostagno y otros (2017) que recomienda 165.2 mg/día. A diferencia de Andino (2015) quien recomienda 0.15 g/día para una mejor producción de huevo. Por lo tanto la respuesta en las variables productiva no influyó negativamente.

Por otro lado, el consumo de valina ha sido el apropiado en relación al requerimiento recomendado por Rostagno y otros (2017). El consumo de arginina según Rostagno y otros (2017), es de 311.6 mg/día, valor que fue superado solamente por la dieta con 21% de PB, la misma dieta con 19% de PB considerando como referencial de requerimientos, mostró un consumo menor de arginina (299.2 mg/día) encontrándose en las dietas con menores valores de PB, consumos de arginina aún más bajos. Del mismo modo se ha verificado consumos inferiores a lo recomendado por Rostagno y otros (2017) en los aminoácidos de isoleucina, leucina, histidina, fenilalanina, fenilalanina+tirosina, con base a los resultados de consumo podemos relacionar que las otras variables evaluadas a excepción de peso del huevo no han sido influidas por la falta de estos aminoácidos en la dieta.

### **5.3. Evaluación de la relación de aminoácidos con el concepto de proteína ideal (Aminoácido: Lisina).**

La relación de los aminoácidos que fueron suplementados en la dieta con relación a la lisina, ( lisina, metionina, triptófano, treonina y valina) mantuvieron valores similares a la relación recomendado por Rostagno y otros (2017) lo cual no actuaron como un factor limitante para una mayor producción, a pesar que la Arginina, Glicina+serina, Isoleucina, leucina, Histidina, Fenilalanina y la Fenilalanina + tirosina presentaron menor relación con la lisina indicando un menor consumo de estos aminoácidos en las dietas de 19, 17 y 15 % de PB. El desbalance de estos aminoácidos puede haber influido en la síntesis de proteína y consecuentemente en el peso del huevo. Según D' Mello (1994) una deficiencia moderada de valina reduce la tasa de crecimiento, empeora la conversión y la reducción de los niveles de proteínas esenciales en la sangre; como la lisina, la principal función de la valina es la formación y deposición de la proteína corporal. Fuentes y otros (2012) mostraron que la inadecuada relación de la aginina, valina con lisina en las dietas de 13 y 14% PB en gallinas, fuera un factor limitante para una mayor producción de huevo

Por otro lado Ferrero (2016), demostró que un exceso de leucina agrava el déficit de valina e isoleucina, provocando un menor crecimiento en los animales, que es recuperado al corregir dicho déficit.

Por esta razón en el presente experimento, incluso la dieta más baja en proteína bruta, presentó similares resultados a la utilizada con el más alto nivel de proteína bruta, ya que fue compensada con los aminoácidos limitantes adicionados a las dietas, lisina, metionina, treonina, triptófano y valina, que no se hallan en niveles adecuados en las materias primas utilizadas en la formulación de las raciones.

#### **5.4. Análisis económico del uso de diferentes niveles de proteína y aminoácidos digestibles en la dieta de codornices en la etapa de postura.**

Un mayor beneficio neto fue obtenido en la dieta con nivel de proteína bruta de 21 %, debido a que hubo un menor consumo de alimento y esto lo lleva a tener uno de los menores costos de producción, por un menor costo por kilogramo de huevo; así también por tener uno de los mayores ingresos por la venta de huevos, muy contrariamente de la dieta con 19% PB que presenta el mayor costo de producción, por un mayor consumo de alimento y tener un mayor costo por kilogramo de huevo.

Por otro lado, Fuente y otros (2012), que el uso del concepto de proteína ideal, permite la fácil adaptación a diversas condiciones. Este concepto es una herramienta para la reducción en los costos de alimentación, a partir de la flexibilización del nivel proteico mínimo y la mejor utilización de ingredientes alternativos.

#### **5.5. Evaluación de la concentración de N en excreta durante el periodo de experimentación.**

Los valores encontrados del promedio de nitrógeno en las heces de las aves que recibieron los tratamientos, según el análisis de la regresión no presentaron una variación significativa ( $P > 0.05$ ), sin embargo, se encontró una reducción de nitrógeno de 15% en las aves que recibieron una dieta con 15% PB en relación a aquellas aves que recibieron dietas de 21 % (PB). Lo cual significa que aves que reciben menor proteína en la dieta contaminan menos, como consecuencia de una menor excreción de nitrógeno en la orina por haber tenido un mejor balance de aminoácidos que conllevan a un mejor aprovechamiento en la síntesis de proteína y menos desanimación.

A medida que el consumo de proteína disminuye, la excreción de nitrógeno se hace menor, así como lo demuestran en un estudio citado por Roldán y otros (2006), quienes suministraron dietas con diferentes niveles de proteína bruta, manteniendo constantes los niveles de aminoácidos más importantes, así reduciendo el nivel de proteína bruta del 17 al 14%, la excreción de nitrógeno desciende de aproximadamente 2 g/ave/día a 1.5 g/ave/día. Lo que, en una crianza de gran escala, esto significa una reducción considerable de nitrógeno en las heces.

La importancia de la disminución de proteína bruta en la dieta, radica al tener nitrógeno que se considera ser un potente contaminante de los suelos, manantiales hídricos y en los subsuelos, es una responsabilidad de los productores de aves y cerdos usar alimentos con niveles reducidos de proteína bruta.

## **VI. CONCLUSIONES**

La disminución de proteína en la dieta, desde que se mantenga los niveles de aminoácidos digestibles esenciales, de acuerdo a los requerimientos; a excepción del peso del huevo, no influyó significativamente en el comportamiento productivo.

El mejor beneficio económico se obtuvo en dietas con 21% de proteína bruta.

En la excreción de nitrógeno en las excretas, se ha encontrado disminución de hasta 15% con la disminución de la proteína en dieta.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda la reducción en los niveles de proteína adicionando aminoácidos industriales en dietas de codornices, para satisfacer los requerimientos de aminoácidos.

Se recomienda que el costo del alimento y las condiciones del mercado deben acompañar siempre las decisiones sobre los niveles específicos de nutrientes a utilizar.

Se deben realizar ajustes en los niveles de aminoácidos en la dieta para compensar los cambios en la ingesta diaria de alimento según lo influenciado por los cambios ambientales, el cubrimiento de plumas u otros factores para mantener una ingesta constante de aminoácidos, pero el ajuste se basa en la edad o etapa de producción

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Andino, S. 2015. Dietas con diferentes niveles de proteína más aminoácidos sintéticos en el comportamiento productivo de codornices de postura. Tesis. Ingeniero Zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.

Ajinomoto. 2010. Aminoácidos. Ajinomoto Animal Nutrition, 5:17-28. Recuperado de: <http://www.lisina.com.br>, Boletín Técnico.

Almirón, E. 2008. Bioquímica de la digestión de las aves. Archivo de Medicina Veterinaria, 1: 8-12.

Bertechini, A. 2012. Niveles de proteína y aminoácidos en avicultura. Informe. Ed. por UFLA, Brazil.

Bonilla, O. y Díaz, O. 2003. Elemento básicos para el manejo de animales de Granja modulo. Factores que afectan la producción: Alimentación. 3ªEd. Editorial Euned. Costa Rica.

Campos, A.; Saguero, S.; Albino, L. y Rostagno, S. 2008. Aminoácidos na nutrição de frangos de corte: proteína ideal. In: III Congresso do Colégio de Nutrição Animal Latino-Americano (Cancun, México). Vicosa, Brasil.

Ciriaco, P. 2006. Crianza de codornices. Universidad Agraria La Molina. Perú. 96 p.

Cuaron, J. 1999. Proteína y aminoácidos para cerdos en crecimiento y acabado. In: Foro- 99. Miami, EEUU 1. Watt Publishing Co.

Costa, P.; Valéria P.; Goulart, C.; Raul N.; Janete S. y José V. 2008. Exigências de lisina digestível para codornas japonesas na fase de postura. *Revista Brasileira Zootecnista*, 37(12): 2136-2140.

Del valle manoche, H. 2006. Evaluación de alimentos concentrados comerciales y densidad de aves en la producción de huevos de codornices (*Coturnix coturnix japónica*). Universidad de oriente núcleo de Monagas Escuela De Zootecnia. Maturín.

Douglas, Z. 2012. Puntos críticos en la nutrición de gallinas ponedoras. Congreso Nacional en Nutrición Animal y Producción Industrial de Alimentos Balanceados. San José, Costa Rica). Madrid, España.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para Alimentación y la Agricultura. 2012. Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo. Revisión del Desarrollo Avícola. Nueva Zelanda.

Flores, P. 2008. Efecto del balance electrolítico de la dieta utilizando diferentes niveles de bicarbonato de sodio en el comportamiento productivo de la codorniz japonesa (*cuturnix cuturnix japónica*) en postura. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. UNALM, Lima-Perú.

Fuentes, B.; Mendoza, G.; Arce, J.; López, C. y Ávila, E. 2012. Respuesta productiva de gallinas a dietas con diferentes niveles de proteína. *Archivo.Medicina.Veterinaria, Valdivia*. 44(1): 67-74.

García, E., Mendes A., Pizzolante, C., Saldanha, E., Moreira, J., Mori, C. 2005. Protein, Methionine+Cystine and Lysine Levels for Japanese Quails During the Production Phase. *Revista Brasileira de Ciencia Avícola*, 7(1): 11 -18.



Gallegos, R. 2015. Evaluación de tres programas de alimentación en levante y postura sobre el comportamiento productivo de la codorniz japonesa. Tesis. Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima-Perú.

Guilcapi, R. 2013. Utilización de aminoácidos sintéticos con reducción de proteína bruta en la alimentación de pollos parrilleros. Tesis Ing. Zootecnista. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. P 31 – 41.

Haynes, C. 1990. Cría Doméstica de pollos; Alimentación. Editorial Limusa. S.A. 1era edición. México D.F, México. 640p.

Hess, V. 2008. La treonina en la nutrición de los pollos. Recuperado de: <http://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2008/12/4482-la-treonina-en-la-alimentacion-de-los-pollos.pdf>, revista, 24 Ago. 2018

Hisex B. 2009. Guía de manejo de la nutrición de ponedoras comerciales. Hendrix-isa. USA.

Lázaro, R., Serrano M., y Capdevila, J. 2005. Nutrición y alimentación de avicultura complementaria: codornices. Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid [http://produccionanimal.com.ar/produccion\\_aves/producciones\\_avicolas\\_alternativas/51-codornices.pdf](http://produccionanimal.com.ar/produccion_aves/producciones_avicolas_alternativas/51-codornices.pdf).

Lesur, L. 2003. Manual de avicultura; Alimentación. 1 ed. México, Trillas.

Lloyd, I.; Mcdonald, B.; Crampton, E. 1992. Fundamentos de la nutrición; Los procesos metabólicos del organismo y los papeles de los nutrientes productores de energía. Editorial Acribia. 2da edición. España.

Manoche, E., Del Valle, E. (2006). Evaluación de alimentos concentrados comerciales y densidad de aves en la producción de huevos de codornices (*Coturnixcoturnix japónica*). Trabajo de Grado. Escuela de Zootecnia. Universidad de Oriente. Núcleo Mongas. Maturín, Venezuela.

Martinez A. 2000. Evaluación de normas nutricionales en el comportamiento productivo y reproductivo de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*). Tesis ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia. Lima, Perú.

Matos, M., Leandro M. y Carvalho, B. 2005. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações com diferentes níveis de lisina e treonina digestível. Anais. 42a Reun. Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Goiânia, Brasil.

Mcdonald, P. Edwards, R., Greenhalgh, J. y Morgan, C. 2006. Nutrición Animal; Digestión. 6 ed. España, Acribia.

Minagri. 2006. Realidad y problemática del sector pecuario. Recuperado de: Ministerio de Agricultura y Riego, [http://www.minagri.gob.pe/portal/38sector agrario/pecuaria/290-situacion-de-las-actividades-de-crianza-y produccion,24 de junio2017](http://www.minagri.gob.pe/portal/38sector%20agrario/pecuaria/290-situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion,24%20de%20junio2017).

Moura, A. y Trindade R. 2009. Egg quality of Japanese quail (*Coturnix japonica*) fed diets with different levels of total lysine. Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos, Rio de Janeiro, Brasil. Asociación Latinoamericana de Producción Animal, 17(3), 4:67-75 67.

North, M. 1984. Manual de producción avícola; Formación del huevo. 2 ed. México. Manual moderno.

Paulino, J. 2009. Aminoácidos totales versus aminoácidos digestibles en pollos de engorde. Recuperado en: Engormix, <http://www.engormix.com/avicultura/articulos/aminoacidos-totales-versus-aminoacidos>, artículo técnico, 15 de May.2017.

Perez Y Perez, F. 1974. Coturnicultura. Editorial Científico médico. Barcelona, España.

Pinto, R., Ferreira, A. y Albino, L. 2002. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. Revista Brasileira de Zootecnia, 31(4):1761-1770

Pond, W., Church, D. y Pond, K. 2003. Fundamentos de la nutrición y alimentación de los animales; proteínas y aminoácidos. Trad por Luis Jorge. 2ed. Mexico.Editorial limusa.

Rojas, M., 2017. Diferentes niveles de proteína en dietas isoenergeticas de codornices en la etapa de postura y su efecto sobre los parámetros reproductivos. (Tesis de título) Universidad Nacional de Trujillo.

Rostagno, H.; Teixeira, I.; Hannas, M.; Donzele, J.; Sakomura, N.; Guilherme, F.; Saraiva, A.; Teixeria M.; Rodrigues, P.; Oliveira, R.; Toledo, S. y Oliveira, C. 2017. Tablas brasileñas para aves y cerdos. Composicion de alimento y requerimientos nutricionales. Trad por Sandra Salguero. 4 ed. Vicosa, Brasil.

Sá, L. Nogueira, E. Goulart, C. Perazzo, F. y Pessoa, J. 2012. Aminoácidos en la nutrición de pollos de engorde. Informe. Ed. por Ajinomoto Animal Nutrition, Paraíba, Brasil.

Soares, A., Donzele, J. y Texeira, L. 2003. Exigência de Metionina mais Cistina para Codornas Japonesas em Crescimento. Revista Brasileira de Zootecnia, 32(5): 1174 – 1181.

Shimada, A. 2003. Nutrición animal; Absorción y destino de los nutrientes. 1era edición. México. Editorial Trillas. 388p.

Salguero, S., Albino, R., y Rostagno, L. 2014. El futuro de la utilización de aminoácidos industriales en la producción de aves. Revista de Ciencias Veterinarias. 30(5): 1-5.

Salvador, E., Guevara, V. 2013. Desarrollo y validación de un modelo de predicción del requerimiento óptimo de aminoácidos esenciales y del comportamiento productivo en ponedoras comerciales. Revista de Investigación Veterinaria Perú. 24 (3): 266-275.

Salvador, F. y Garcia, I. 2017. Formulación de raciones con aminoácidos digestibles en especies no rumiantes. Recuperado en: Avicultura <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/formulacion-raciones-aminoacidos-digestibles-t40697.htm>

Silva, J., Fernando C., Patrícia L., Danilo V. y Matheus L. 2012, Exigencias nutricionales de codornices, Revista Scielo vol.13 [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-99402012000300016,2012](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-99402012000300016,2012).

Suarez, M., Kizlansky, A.; Lopez, B. 2006. Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el score de aminoácidos corregido por digestibilidad. NurtHosp., Argentina 21(1): 47-51.

Torres, M., Víctor L. y Hurtado, D. 2013. Efecto de los niveles de proteína sobre el desempeño de codornices japonesas en fase de postura.

Torres, V. y Alí, G. 2014. Metabolismo de proteínas. Revista de Actualización Clínica Medicina, La Paz, Bolivia, 41(1):2137-21141.

Vásquez R., y Ballesteros, H. 2007. La Cría de Codornices. Recuperado de:<http://www.corpoica.org.co/Sitio.Web/Archivos/Publicaciones/Codornices.Pdf>.

Zambrano. 2008. Formulación de alimentos balanceados para pollo de engorde bajo el concepto de aminoácidos digestibles. Recuperado de: Asociación de médicos veterinarios especialistas en avicultura del Ecuador,[http://ameveaecuador.org/web\\_antigua/datos/AMINOACIDOS%20DIGESTIBLES.pdf](http://ameveaecuador.org/web_antigua/datos/AMINOACIDOS%20DIGESTIBLES.pdf), documento, 16 Mayo 2017.

## IX. ANEXOS

Anexo 1. Promedios de las variables evaluadas, consumo, producción de huevos, peso de huevo, masa de huevo y conversión alimenticia, así mismo, concentración de nitrógeno en excretas.

Tratm.	Rept.	Consumo Alimento (g/día)	Producción de huevos (%)	Peso de huevo (g)	Masa de huevo (g)	Conversión alimenticia (g)	Excreción de N
T1 15%	1	24.848	75.952	10.859	8.263	3.298	
	2	24.657	70.556	10.129	7.152	3.703	5.043
	3	24.260	68.571	10.463	7.240	5.573	6.626
	4	23.894	83.889	10.630	8.955	2.750	7.063
	5	24.830	73.149	10.448	7.655	2.898	
<b>Promedio</b>		<b>24.498</b>	<b>74.423</b>	<b>10.506</b>	<b>7.853</b>	<b>3.120</b>	<b>6.244</b>
T2 17%	1	24.562	75.873	11.194	8.539	3.034	6.849
	2	24.270	74.224	10.155	7.524	3.649	7.295
	3	24.460	77.540	10.969	8.547	3.460	6.194
	4	24.511	80.397	10.789	8.670	2.933	
	5	24.611	71.587	11.025	7.914	3.370	
<b>Promedio</b>		<b>24.483</b>	<b>75.924</b>	<b>10.826</b>	<b>8.239</b>	<b>2.972</b>	<b>6.779</b>
T3 19%	1	24.879	74.127	11.010	8.158	3.472	6.305
	2	24.405	72.222	10.605	7.654	3.641	7.851
	3	24.262	67.188	10.691	7.217	3.989	7.398
	4	24.421	65.873	10.174	6.669	4.455	
	5	24.727	68.413	10.478	7.187	3.669	
<b>Promedio</b>		<b>24.539</b>	<b>69.565</b>	<b>10.592</b>	<b>7.377</b>	<b>3.333</b>	<b>7.185</b>
T4 21%	1	24.805	77.302	10.889	8.423	3.208	7.490
	2	24.456	68.968	10.774	7.469	3.627	7.463
	3	24.624	78.571	12.479	9.550	2.870	7.170
	4	24.621	79.286	11.257	8.928	2.791	
	5	23.789	71.032	11.055	7.902	3.318	
<b>Promedio</b>		<b>24.459</b>	<b>75.032</b>	<b>11.291</b>	<b>8.454</b>	<b>2.892</b>	<b>7.374</b>