UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
E.A.P. DE MEDICINA VETERINARIA

Evaluación comparativa nutricional entre los huevos de codorniz japónica (Coturnix coturnix) y Gallina criolla (Gallus gallus) en la primera etapa de postura

TESIS Para optar el título profesional de MEDICO VETERINARIO

AUTOR
Ernesto Mauricio Mendiola Chávez

LIMA – PERÚ 2002

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA)

Facultad de Medicina Veterinaria

ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA

Trabajo sustentado y aprobado ante el Jurado designado por la Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria mediante Resolución Directoral:

Nº . 053-EAPMV/FMV-2002.

PRESIDENTE : .....
DRA. ELIANA ICOCHEA D'ARRIGO

MIEMBROS : .....
DR. EDGARDO FIGUEROA TERRY

: .....
DR. MILDER AYÓN SARMIENTO

: .....
DR. ORLANDO LUCAS AGUIRRE

San Borja, 07 de Agosto de 2002

Vº B.

.....
DR. JOSÉ A. BUSTAMANTE LAVERIAN
Director de la Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS — E.A.P.M.V. — FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA — DIRECTOR

ggv.

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA)
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
ESCUELA ACADEMICO-PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO

En el auditorio principal de la Facultad de Medicina Veterinaria, el día **Miércoles 07 de Agosto de 2002**, a las **16:00** horas, se constituyó el Jurado Examinador designado mediante Resolución Directoral **N°053-EAPMV/FMV-2002**, integrado por los siguientes profesores:

DRA. ELIANA ICOCHEA D` ARRIGO,	Presidente del Jurado
DR. EDGARDO FIGUEROA TERRY,	Director de la Tesis
DR. MILDER AYÓN SARMIENTO,	Miembro del Jurado
DR. ORLANDO LUCAS AGUIRRE,	Miembro del Jurado

Luego de la instalación del Jurado, a cargo del Presidente del Jurado y bajo la dirección del mismo, el Bachiller Don: **MENDIOLA CHÁVEZ, ERNESTO MAURICIO**, para optar el Título Profesional de Médico Veterinario, procedió a sustentar públicamente la Tesis:

"EVALUACIÓN COMPARATIVA NUTRICIONAL ENTRE LOS HUEVOS DE CODORNIZ JAPÓNICA *(Coturniz coturniz)* Y GALLINA CRIOLLA *(Gallus gallus)* EN LA PRIMERA ETAPA DE POSTURA"

Luego de absolver las preguntas del Jurado y del público asistente, el Jurado deliberó con la abstención reglamentaria del Director de Tesis y acordó su **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD**, otorgándole la nota de **DIECISIETE (17)**.

Habiéndose aprobado la sustentación pública de la Tesis, el Presidente en representación del Jurado recomienda que la Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria proponga la aprobación del **TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO** a la Facultad de Medicina Veterinaria y que ésta proponga al Rectorado el otorgamiento respectivo.

Siendo las **17:00 horas**, concluyó el acto académico de sustentación pública de Tesis en fe de lo cual suscriben la presente acta por cuadruplicado los integrantes del Jurado:

Eliana Icochea D`Arrigo, Bach,; MV. Prof. Principal

Edgardo Figueroa Terry, Bach.; MV.; Prof. Principal

Milder Ayón Sarmiento, Bach,; MV. Prof. Asociado

Orlando Lucas Aguirre, Bach. Q.F. Prof. Auxiliar

GGV

A mis padres y hermanos:
Carlos, Jesús, Mónica, Charo, Maribel, Koki, Kiko y Patty

Un Agradecimiento especial a los Dres. :
Edgardo Figueroa Terry
Teresa Arbaiza
Fernando Carcelén
Néstor Falcón
Elizabeth Leyva

A Viviana:
Por todo el apoyo que me dio durante estos años

A mis amigos:
Fiorella, Pancho, Magali, Morris, Cobi, Manuel, Mauricio, Miguel, Calelo, Renan, Rosa Inés, Fernando, Oscar.

A
Beto, Berenice, Jessica, Milagros.

CONTENIDO

Pag

LISTA DE CUADROS iv
LISTA DE APÉNDICE v
RESUMEN vi
SUMMARY vii
I. INTRODUCCIÓN 1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 3
2.1 Generalidades 3
2.2 Características de la codorniz 4
2.2.1. Origen 4
2.2.2. Clasificación taxonómica 4
2.2.3. Características externas 5
2.2.4. Características reproductivas 6
2.2.5. Características productivas 6
2.2.6. Requerimientos nutricionales de la codorniz 7
2.2.6.1. Proteínas y aminoácidos 7
2.2.6.2. Energía 8
2.2.6.3. Minerales 8
2.3 Características de la gallina doméstica 10
2.3.1. Origen 10
2.3.2. Clasificación taxonómica 10
2.3.3. Características externas 10
2.3.4. Características reproductivas 11
2.3.5. Características productivas 11
2.3.6. Requerimientos nutricionales de la gallina 12
2.3.6.1. Proteínas y aminoácidos 12
2.3.6.2. Energía 13
2.3.6.3. Minerales 14
2.4 Fisiología y endocrinología de la formación del huevo 15
2.5 Composición del Sistema Reproductivo 18
2.6 Composición del huevo 20

2.6.1. La etapa de la postura 22
2.6.2. Huevo de codorniz 23
2.6.2.1. Características 23
2.6.2.2. Composición 24
2.6.3. Huevo de gallina 25
2.6.3.1. Características 25
2.6.3.2. Composición 25
2.6.4. El huevo en la nutrición humana 26

III. MATERIALES Y MÉTODOS 29
3.1. Materiales 29
3.1.1. Lugar de Estudio 29
3.1.2. Animales y sistema de crianza 29
3.1.3. Tamaño de la muestra 31
3.2. Procesamiento y análisis de muestras 32
3.2.1. Análisis de los huevos 32
3.2.2. Metodología 35
3.2.3. Análisis de datos 38

IV. RESULTADOS 39
V. DISCUSIÓN 45
VI. CONCLUSIONES 48
VII. BIBLIOGRAFÍA 49
VIII. APÉNDICE 56

CUADROS

Pág.

CUADRO 1. Composición Química en Base Seca del huevo de codorniz y de gallina 42

CUADRO 2. Composición de Ácidos Grasos del huevo de codorniz y gallina...43

CUADRO 3. Composición de los Ácidos Grasos Saturados, Monoinsaturados, Poliinsaturados y No Identificados en los huevos de codorniz y gallina 44

APÉNDICE

Pag

APÉNDICE I. Composición química del huevo de codorniz (%)..... 57

APÉNDICE II. Composición química del huevo de gallina (%)..... 58

APÉNDICE III. Parámetros productivos de la codorniz (huevos)..... 59

APÉNDICE IV. Parámetros productivos de la gallina (huevos)..... 60

RESUMEN

Se realizó una evaluación nutricional comparando los huevos de codorniz y gallina en la primera etapa de postura. Los huevos fueron obtenidos de aves criadas bajo el régimen tradicional de manejo y alimentación de la Granja de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el análisis proximal en el Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación de la misma, y el análisis de los ácidos grasos en el Laboratorio INASSA (International Analytical Services SAC). Para tal fin, se recolectaron 5 huevos por prueba cada dos semanas durante las 9 semanas del estudio para la determinación de materia seca, proteínas, extracto etéreo, cenizas, calcio, fósforo y valor energético. Encontrando valores de 27.04 ± 1.76%, 51.37 ± 2.82%, 33.34 ± 0.98%, 3.62 ± 0.65%, 0.69 ± 0.19%, 0.66 ± 0.21%, 139.45 ± 16.03%, para huevos de codorniz y 25.40 ± 0.30%, 49.78 ± 0.72%, 24.24 ± 0.43%, 3.35 ± 0.44%, 0.39 ± 0.08%, 0.75 ± 0.021%, 13642 ± 28.56, para los huevos de gallinas respectivamente. Los ácidos Eicosapentaenoico omega-3 (EPA) (0.54%) y Docosahexaenoico omega-3 (DHA) (1.59%) obtenidos en huevos de codorniz fueron mayores a los de gallina (0.13%) y (1.78%); lo que demuestra que el huevo de codorniz es una alternativa en la suplementación de éstos ácidos grasos (EPA) en la nutrición humana.

Palabras claves: Huevo de codorniz, huevo de gallina, ácido graso Omega 3, proteína, extracto etéreo, materia seca, ceniza, calcio y fósforo.

SUMMARY

It was carry out nutritional evaluation comparing quail eggs with hen eggs at the first fase of laying. The eggs were obtained from birds growing under traditional handing and diet regimen at the Farm of Veterinary Medicine of Main National University of San Marcos. The approach analysis was done in the Biochemical Nutritional and Feed Lab of the university and the fat acids analysis at the INASSA Lab (International Analytical Services SAC). Whit this porpuse, it was collecting 5 eggs by test, each two weeks during the nine weeks of the study to determine the dry Matter, proteins, fat, ashes, calcium, phosphorus, and energetic value. The value obtained were 27.04 ± 1.76%, 51.37 :t 2.82%, 33.34 :t 0.98%, 3.62 :t 0.65%, 0.69 :t 0.19%, 0.66 ± 0.21%, 139.45:t 16.03%, for quail eggs and 25.40 :t 0.30%, 49.78 :t 0.72%,24.24 ± 0.43%, 3.35 :t 0.44%, 0.39 :t 0.08%, 0.75 :t 0.021 %, 136.42 :t 28.56, for chicken eggs respectively. The Eicoapentaenoico omega 3 (EPA) acids in quail eggs is greater (0.54%) than the chicken eggs (0.13%), and the Docosahexaenoico omega 3 (DHA) acids (1.59%) in the quail eggs is less than in the chicken eggs (1.78%). It shows that the quail egg is an alternative to supply this fat acids (EPA) in the human being nutrition.

Words key: quail egg, hen egg, fat acids omega-3, protein, fat, dry matter, ashes, calcium, phosphorus.

I. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, en la alimentación humana se ha utilizado los huevos de gallina y, en menor medida, los huevos de otras aves como la codorniz. Sin embargo, la crianza de ésta última en nuestro país se ha incrementado notoriamente en los últimos once años. Esta actividad económica ha permitido que aparezcan pequeños criadores, los cuales realizan crianzas familiares, pero con la intención de ser medianos productores.

El huevo de la codorniz difiere al huevo de gallina en muchos aspectos: mayor contenido de proteína, vitaminas, minerales, entre otros. Por lo tanto, éste producto puede representar una alternativa a la gran demanda existente por productos de alto contenido proteico para la alimentación humana.

En los últimos años, el huevo se ha menospreciado frecuentemente por la creencia de que favorecía la aparición de trastornos de los lípidos sanguíneos y de alteraciones cardiovasculares, lo cual es inexacto. Los esquimales consumen más colesterol que el consumidor europeo o americano promedio, pero la incidencia de lesiones cardiacas entre los primeros es mucho menor. Los responsables de esta

diferencia son los ácidos grasos omega 3 y omega 6. Modificando la dieta de la gallina y codorniz ponedora es posible obtener huevos con altos niveles de éstos ácidos grasos. Su consumo tiene efectos favorables sobre la presión sanguínea diastólica mejorando, de este modo, la salud del consumidor.

El objetivo del presente estudio fue comparar la composición nutricional del huevo de la codorniz japónica con el huevo de un lote de gallinas criollas de postura, criadas bajo similares condiciones de manejo y evaluadas durante la fase comprendida entre el inicio de la postura y el pico de producción.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. GENERALIDADES:

La avicultura en la actualidad tiene mucha importancia debido a que ha sobrepasado en desarrollo industrial a casi todas las otras especies, por lo que ocupa un lugar preferencial en todo el mundo. De igual modo en nuestro país se ha convertido en la mejor desarrollada u organizada industria. Éste logro se debe al incremento masivo en el consumo de carne y huevos, siendo las fuentes proteicas más asequibles.

En los últimos años se está dando mayor importancia a las investigaciones sobre la crianza de codornices principalmente para la producción de huevos. En países americanos como Brasil, Argentina, Venezuela y Chile, el consumo del huevo de codorniz se ha generalizado, existiendo una gran demanda en el mercado, mientras que en nuestro país el mercado es pequeño e informal, pero con la tendencia al incremento en su consumo, por las bondades nutricionales del huevo y el sabor agradable de la carne. Actualmente existen pequeñas granjas familiares y de mediana explotación que están orientadas principalmente al mercado interno (Ciriaco, 1996).

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CODORNIZ:

2.2.1. ORIGEN:

La codorniz es un ave de pequeño tamaño corporal que está dividida según su origen en tres grandes grupos: de África, Asia, Australia y Nueva Guinea (Ciriaco, 1996).

La *Coturnix coturnix* es la especie más común o salvaje, está extendida en Asia, África, Europa y en las Islas Atlánticas. De aquí se derivan dos sub-especies, siendo la primera la *Coturnix coturnix coturnix* que anida en Europa y Asia emigrando durante el invierno al África, Arabia y la India; y la segunda *Coturnix coturnix japónica*, codorniz japonesa, que anida en la isla de Salkaline y en el archipiélago del Japón emigrando a Siam, Indochina y Formosa (Ariki, 1997)(Ciriaco, 1996).

Erróneamente en Estados Unidos se denomina codorniz a la Bobwhite Quail (*Colinus virginianus*) que son explotadas por algunos granjeros con la finalidad de obtener carne. En los últimos años ha aparecido una mutación de codorniz llamada Speckled Fawn, que traducido significa jaspeado o moteado de color castaño claro, las cuales son muy parecidas a la codorniz japónica (Ciriaco, 1996).

2.2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA:

La clasificación taxonómica de la codorniz japónica es la siguiente (Montalvo, 1999):

Clase:	Aves
Sub-clase:	Carinados o Neormitos
Orden:	Galliformes
Familia:	Phasianidae

Especie: *Coturnix coturnix*

Sub-especie: *Coturnix coturnix japónica*

2.2.3. CARACTERÍSTICAS EXTERNAS:

De acuerdo a las características morfológicas, la codorniz japónica presenta un fenotipo para cada sexo desde los 20 días de edad (Ciriaco, 1996), caracterizándose la hembra por un color marrón predominante, con pequeñas manchas blancas, saliéndole de la parte superior de los ojos, dos rayas amarillentas hacia los lados. Esta codorniz tiene la forma adecuada a la postura, pecho alargado, y abdomen más amplio ideal para éste fin, no está dotada para el canto, y el macho emite un leve pitido, y entran en muda periódicamente. Además no poseen la habilidad para realizar un vuelo correcto, realizan un vuelo desordenado, que podría originar alguna mortalidad en las codornices criadas en el suelo. Poseen tamaño pequeño, llegando a medir las codornices de postura, 15 cm de alto y 10 cm de ancho, con un ancho de tórax de 5.5 cm y un ancho de cabeza de 2 cm (Bonicelli, 1994).

Los machos mantienen el pecho de color ladrillo (Bonicelli, 1994). Además poseen una glándula cloacal y una estructura bulbosa localizada en el borde superior de la cloaca. Las glándulas segregan una sustancia blanca espumosa, constituída por un material particularmente rico en nitrógeno y lípidos, cuando el macho es sexualmente activo (Ciriaco, 1996).

La codorniz japónica nace con un peso promedio de 7 g (Pérez y Pérez, 1974) (Agreda, 1978) (Bissoni, 1993). Presentan un desarrollo muy rápido, porque se observa que para doblar su peso inicial, toman apenas cuatro días. A los ocho días, una codorniz triplica su peso, y a los 28 días representa más de diez veces su peso inicial llegando a pesar 90 g (Ariki, 1997). Entre los 35-40 días, el peso promedio de las hembras es de 120 g y de los machos de100 g. Por lo tanto la

ganancia de peso acumulada durante las 6 primeras semanas de vida de la codorniz es de 113.02 g (Agreda, 1978).

2.2.4. CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS:

La codorniz macho alcanza la madurez sexual a los 42 a 50 días. Esto se denota por el canto y las peleas entre ellos (Bissoni, 1993).

La codorniz hembra alcanza la madurez sexual entre los 35-40 días, cuando fisiológicamente se encuentra preparada para producir huevos (Ciriaco, 1996). La diferencia entre sexos se manifiesta entre los 20-25 días, edad en que puede realizarse el sexado con un 100% de seguridad (Figueroa y Sulca, 1999). Es un ave de ovulación espontánea, que no necesita de la estimulación del macho para ovular; la fecundación puede efectuarse en el oviducto o a veces en el propio ovario. Las codornices pueden empadrarse desde las seis semanas de edad (Ciriaco, 1996).

2.2.5. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS:

Los primeros huevos son pequeños y de escasa capacidad fecundante, mientras que después de 15-18 días de iniciada la puesta, los huevos adquieren un tamaño normal y se encuentran aptos para ser incubados. Después de que las hembras ponen su primer huevo, es necesario aguardar 15 días antes de iniciar el apareamiento. Se recomienda seleccionar a las hembras que ponen más de 25 huevos por mes (Rodríguez Da Silva *et al.*, 1992)

2.2.6. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LA CODORNIZ:

2.2.6.1. PROTEÍNAS Y AMINOÁCIDOS:

Las necesidades proteicas de las aves dependen en gran parte del contenido energético de la dieta, por lo que se hace necesario ajustar el contenido de proteína de la dieta en relación con el nivel de energía (Rojas, 1979).

En trabajos con codornices japonesas se demostró que en la fase de postura se requiere 20% de proteína cuando se alimenta con una dieta de 2.7 Mcal de EM/Kg y 22% de proteína cuando se alimenta con dietas de 2.89 Mcal de EM/Kg conteniendo 10% de grasa en dietas a base de maíz y soya, concluyendo que para una máxima producción de huevos, se debía utilizar no menos de 4.71 g de proteína por día como lo indican Bejín e Insko (1972). Mientras, Vohra *et al* (1977) señalan que sólo sería necesario 20% de proteína en dietas purificadas a base de proteína de soya, para una óptima producción de huevos. Sin embargo, Vandepopulierē *et al.,* (1995) en un estudio sobre codornices reproductoras utilizaron una dieta control con 23% de proteína y 2.70 Mcal EM/Kg., y obtuvieron un promedio productivo de 80%, peso promedio de huevo de 11 g, fertilidad de 88%, incubabildad de 67% y un consumo diario de 24.10 g. Leeson y Summers (1991) recomiendan utilizar una dieta con 3.07 Mcal de EM/Kg y 20% de proteína, para obtener mayores rendimientos productivos.

El aporte de aminoácidos esenciales en la ración es otro de los factores que determina la producción de huevos. La formulación de una dieta basada en restricciones de aminoácidos, incrementa de manera significativa la eficiencia energética de las aves (NRC, 1994).

Asimismo se pueda optimizar la producción de huevos con bajos niveles de proteína, siempre que se completen los requerimientos de aminoácidos esenciales en porcentaje de dieta (Allen y Young, 1980).

2.2.6.2. ENERGÍA:

Al comparar diversos estudios en codornices japoneses reproductoras en postura, se demostró que con una dieta control de 2.9 Mcal de EM/kg y 20% de PC (NRC, 1994), se podrían obtener porcentajes de postura por codorniz entre 70.0% y 80%, es decir, aproximadamente 5.5 huevos por ponedora por semana, con un peso promedio por huevo mayor a 11.0 g y una masa de huevos acumulada por codorniz superior a 550.0 g en un promedio de 10 semanas (Fuentes, 1998; Montalvo, 1999). Con el objetivo de producir el mayor porcentaje de huevos en la codorniz japonesa, Yamane *et al.* (1979) recomiendan que para mantener una producción de 90% y un peso de huevo no menor a 9.3 g, la codorniz requerirá de 63.09 Kcal de EM/Kg por día y un consumo de proteína no menor a 4.9 g. Mientras, I.N.R.A. (1984) señala que 65 Kcal de EM/Kg por día sería necesaria para una codorniz reproductora.

2.2.6.3. MINERALES:

Son esenciales para la formación del esqueleto, ósmosis y un pH óptimo. Además son parte de hormonas y enzimas, o actúan como activadores de esto últimos. También son necesarios para el crecimiento, producción y la calidad de la cáscara del huevo (Ciriaco, 1996).

Los minerales se dividen en macrominerales y microminerales. Los macrominerales incluyen: calcio, fósforo, potasio, magnesio, NaCl. Entre los microminerales tenemos: cobalto, iodo, manganeso, cobre, hierro, selenio y zinc. Los minerales constituyen del 3 al 5% del cuerpo de la codorniz (Shim, 1991).

El esqueleto contiene 99% de calcio y 80% de fósforo, por eso resultan indispensables para el normal desarrollo.. Los requerimientos de calcio son de 0.8

a 0.9% en la mezcla. El fósforo debe administrarse a manera de 0.6 a 0.7% (0.25% en forma vegetal).

El potasio abunda en todos los alimentos vegetales, en la práctica es difícil que escasee en las raciones, el requerimiento es de 0.12%.

El magnesio es muy abundante en las harinas de cereales por eso llega al animal en cantidades superiores a las requeridas.

El cloruro de sodio ayuda al metabolismo en general, permeabilidad de los tejidos, retención de agua, etc. Su concentración depende de los elementos que conforman la ración. Puede ser de 0.30 a 0.80%.

El cobalto cataliza los efectos de la vitamina B^1 por tal motivo su carencia frena el crecimiento.

El yodo estimula el metabolismo, y se administra en forma de sal yodada al 0.25%.

Mientras que el manganeso da resistencia a la cáscara del huevo y al esqueleto del animal, y aumenta el porcentaje de eclosiones. Las raciones deben tener 113 a 115 g de sulfato de manganeso cada 1000 Kg

El cobre y hierro favorece la formación de hemoglobina y los procesos enzimáticos (Bissoni, 1993).

2.3. CARACTERÍSTICAS DE LA GALLINA DOMÉSTICA:

2.3.1. ORIGEN:

Se han obtenido datos que hacen suponer que el origen de la gallina se remonta a más de 5,000 años y que deriva del pollo rojo de la jungla, *Gallus gallus*, especie de faisán nativo del sudeste de Asia. Los países de occidente poseen unas 40 razas de importancia comercial que varían, tanto en la apariencia física como en eficacia en la conversión del alimento (Sisson y Grossman, 1990).

2.3.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA:

La clasificación taxonómica de la gallina es la siguiente (Delacour, 1964):

Clase:	Aves
Sub-clase:	Neornitos
Orden:	Galliformes
Familia:	Phasianidae
Especie:	gallus
Sub-especie:	*Gallus gallus domesticus*

2.3.3. CARACTERÍSTICAS EXTERNAS:

Las gallinas son estrictamente diurnas, gregarias y polígamas. El color del plumaje de las diversas aves de corral puede ser blanco, gris, amarillo, azul, rojo, castaño y negro. Por lo que se refiere a su tamaño y forma, las diferentes razas muestran gran diversidad. La elevada tasa de reproducción de ésta especie es una características importante, dado que tanto sus huevos como su carne son apreciados como alimento.

2.3.4. CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS:

En las gallinas sólo el ovario izquierdo es activo, pues el derecho está atrofiado. Ocupan en el cuerpo una posición casi idéntica a la de las glándulas testiculares en el gallo, más exactamente delante del riñón derecho. En pollas jóvenes parece un racimo de globitos grises (óvulos) de distintos tamaños, pero cuando estos evolucionan en la madurez se hacen amarillos. Durante la maduración del óvulo, el núcleo de éste se hincha, constituyendo la vesícula germinativa, mientras que el protoplasma forma la masa vitelina. Sucede la caída del óvulo en la trompa por rotura de su membrana de envoltura o más exactamente por rotura del estigma de esa membrana. Esto es lo que se llama "puesta interna del huevo" que acontece 24 horas antes de la salida real del huevo al exterior (Magaldi, 1995).

2.3.5. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS:

El primer huevo fértil es puesto dentro de las 29 a 77 horas después de la unión sexual. Como promedio 54 horas. En la práctica se consideran aceptables aquellos huevos después de tres días de fecundada la gallina. El último huevo fértil es puesto entre once a dieciocho días, después de la unión sexual. En la práctica se considera como promedio los 15 días. El número de huevos fértiles que se obtiene con una sola unión sexual es de 5-11, como promedio 8 (Magaldi, 1995).

2.3.6. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LA GALLINA:

2.3.6.1. PROTEÍNAS Y AMINOÁCIDOS:

La deposición de proteína es un elemento clave en la productividad de las aves en crecimiento y en producción de huevos; en las aves que reciben la suficiente cantidad de energía, el determinante principal de la deposición de proteína es el aporte en la ración de proteína y aminoácidos esenciales. Las necesidades en aminoácidos de las gallinas ponedoras son relativamente altas, lo que guarda relación con el hecho de que la proteína del huevo se sitúa en cabeza de todas las proteínas por su composición en aminoácidos. Las necesidades en proteína y aminoácidos de las gallinas ponedoras, igual que los de las aves en crecimiento, suelen expresarse como concentración en la ración; estas concentraciones dependen, fundamentalmente del contenido en energía de la ración. La relación energía/proteína es importante en la eficiencia de utilización de la ración. Por las gallinas ponedoras y por las aves en crecimiento. Si la ingestión de proteína se reduce por debajo del nivel necesario, o un determinado aminoácido se hace limitante, la composición en aminoácidos de los huevos no cambia, pero la cantidad total de huevos puestos y la eficiencia de transformación de la ración se reduce (Bondi, 1989).

Asimismo Keshavarz y Jackson (1992) determinaron en gallinas ponedoras que si se suplementan las raciones bajas en proteína con aminoácidos, tales como metionina, lisina, triptófano e isoleucina; se mejora el porcentaje de producción y la masa del huevo así como la conversión alimenticia.

El aumento en el contenido en metionina en las típicas raciones a base de maíz-soya, desde 0.29% hasta 0.33% (necesidades calculadas de metionina) mejoró la eficiencia alimenticia, el tamaño de los huevos y la producción de huevos (desde 68% hasta 74%). Sin embargo, el exceso en la ración de uno o

más de los aminoácidos esenciales, puede tener efectos perjudiciales sobre los rendimientos (Bondi, 1989).

2.3.6.2. ENERGÍA:

El nivel energético constituye el aspecto más importante en la formulación de dietas para aves y es que determina el consumo de alimento de las mismas, siendo menor cuando el contenido de energía es alto, y mayor cuando es bajo (North y Bell, 1993). NRC (1994) indica que la energía no es un nutriente, proviene de la oxidación de los nutrientes en el metabolismo. El consumo de energía puede variar con la edad del animal, etapa de producción y con la temperatura ambiental. Además de esto, Shimada (1993) considera que el requerimiento diario de energía por ave, varía según el peso corporal del ave, temperatura ambiental, actividad del ave, variaciones en la producción del huevo, tamaño del huevo, edad y cobertura de plumas.

Un incremento en el nivel de energía de la dieta por encima del requerimiento del animal, no solo puede ocasionar la disminución del consumo de alimento, sino también el déficit de proteínas, aminoácidos, minerales y vitaminas contenidas en el huevo, ya que se calculan a partir del consumo de alimento esperado (Rojas, 1979) y debido a que no se incrementa la densidad de los mismos en la dieta (Leeson y Summers, 1991).

Estudios realizados por Velu y Baker (1974) mencionados por Grobas y colaboradores (1999), explican que la eficiencia de utilización de la energía para producción de huevos habría de mejorar con incrementos de energía en la dieta, es decir, menor consumo de alimento para una mayor producción. No obstante cuando la energía ingerida es limitada, podría haber un ligero incremento en el número de huevos en respuesta al incremento de proteína ingerida, siempre y cuando se incremente la proteína en la dieta (Leeson y Summers, 1991).

Al incrementar el nivel de energía sobre la performance de gallinas durante la etapa de crecimiento y producción de huevos, alimentadas con niveles de 2.81-2.92 y 3.03 Mcal de EM/Kg, suplidas con 4% de grasa, Zhang y colaboradores (1993) determinaron que tanto el peso del huevo, masa de huevos y la baja producción obtenida por gallina fue similar con dieta de baja y mediana energía. Sin embargo, usar grasa para incrementar el nivel energético, pudo confundir los efectos de la misma con los del incremento de la energía.

Recientemente, en un estudio en gallinas ponedoras para comparar el efecto del consumo diario de energía, utilizando niveles bajos, intermedios y altos de energía en la dieta (de 2.5 a 3.0 Mcal de EM/Kg), no se observaron incrementos en la producción, peso o masa de huevo producida con ninguno de los niveles de energía utilizados, así como lo indican Grobas *et al.* (1999), los cuales concuerdan con lo encontrado anteriormente por Leeson y Summers (1989) y Keshavarz y Nakajima (1995).

Por otro lado, Van Vo y colaboradores (1992) encontró que la producción de huevos diaria en pollas reproductoras pesadas al inicio de postura, se fue incrementado conforme aumentaba la densidad de la dieta, con niveles de 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 3.0 Mcal de EM/Kg.

2.3.6.3. MINERALES:

En dietas para gallinas se debe prestar atención a: Calcio, Fósforo, Sodio, Cloro, Yodo, Manganeso y Zinc.

El calcio se debe complementar en forma de carbonato de calcio o piedra caliza. En general, el valor de estas fuentes es similar. Algunas otras fuentes de calcio contienen fósforo, como las harinas de hueso y las rocas fosfóricas. Otros ingredientes que son fuentes importantes de calcio y fósforo en las dietas cuando

se emplean en la formulación, lo constituyen las harinas de pescado y las harinas de carne y hueso (Avila, 1997). La formación de una cáscara que contiene 2.0-2.2 g de calcio requiere la ingestión de 3.5 a 4.0 g de calcio, ya que la absorción es del 50-60%. El consumo voluntario de alimentos es aproximadamente 25% mayor los días en que se forma el huevo que los días en que no se forma. La cáscara contiene pequeñas cantidades de fósforo: 20 mg en comparación con los 120 mg del huevo. Estas necesidades, así como las correspondientes a numerosas funciones pueden cubrirse con niveles muy bajos de fósforo en la ración (aproximadamente 0.3 g de fósforo al día). Los niveles excesivos de fósforo dan lugar a una reducción en el grosor de la cáscara, ya que parece que los iones fosfato ejercen un efecto inhibidor sobre la precipitación del fosfato cálcico (Bondi, 1989).

El sodio y el cloro se proporcionan en forma de sal común, siendo el nivel más común de complementación entre 0.4 y 0.5%. Los minerales traza como el manganeso y el zinc se suplementan de la siguiente manera: el primero en la forma de sulfato u óxido y el segundo en forma de carbonato u óxido de zinc; el yodo como yoduro de potasio y, en caso de que el hierro y el cobre requieran ser complementados, se harán en forma de sulfato o cloruro, cuya disponibilidad para el ave es mucho mayor; de ser necesario, también, el selenio se adiciona como el selenito de sodio (Avila, 1997).

2.4. FISIOLOGÍA Y ENDOCRINOLOGÍA DE LA FORMACIÓN DEL HUEVO:

En todas las aves solamente existe un ovario funcional y un oviducto, los cuales tienen por finalidad el desarrollar el óvulo y con ello la formación del huevo, aparte tienen función de esterogénesis y gamatogénesis (Vigil 2001).

En la formación del huevo participan el transporte de grandes cantidades de material a través de numerosas membranas biológicas, y la formación de muchas sustancias nuevas en particular proteínas y lípidos específicos. El tamaño y la

composición del huevo se ven afectados por muchos factores genéticos, ambientales y fisiológicos (Hafez, 1990).

No se sabe con precisión cómo se inicia la oviposición, pero participan tanto el mecanismo neural como el hormonal (Van Tienhoven, 1981). Cualquiera que sea el estímulo inicial, la contracción de la musculatura uterina impulsa al huevo hacia la región vaginal. Esto puede ser bajo control neural, ya que la estimulación del sistema nervioso central puede afectarlo, pero también hay hormonas que participan. Existe depleción de las hormonas oxitócicas en la hipófisis y aumento en su nivel de sangre. Las prostaglandinas, que se originan del folículo post-ovulatorio formado en la ovulación, 26 horas antes, también pueden tener un papel en la oviposición (Hertelendy, 1980).

El ovario antes de la producción de huevos, es una masa completa de pequeños folículos los cuales dan origen a óvulos (North y Bell, 1993). De los miles de oocitos presentes, por lo general sólo uno comienza su desarrollo en cualquier momento dado, en forma principal en respuesta a la hormona estimulante del folículo (FSH) pero quizás también a la hormona luteinizante (LH) (Hafez, 1990). En consecuencia, la actividad del ovario se inicia generando progesterona, estrógenos y testosterona (esteroides sexuales). Además los altos valores de estrógenos en el plasma sanguíneo inician el desarrollo del hueso medular, estimulan en el hígado la formación de proteínas y lípidos para la yema, y aumentan el tamaño del oviducto preparándolo para la producción de proteínas de la albúmina, membranas del cascarón, carbonato de calcio para el cascarón y la cutícula (North y Bell, 1993).

El intervalo entre el comienzo del desarrollo de los folículos sucesivos parece ser de 26 horas o múltiplos de éstas (Hafez, 1990). Es el folículo maduro el que se libera primero en el orden establecido (Vigil 2001).

La primera división (reducción) ocurre dos horas antes de la ovulación, posiblemente bajo control de la LH; la segunda división (maduración) ocurre en el oviducto y puede iniciarse con la penetración de los espermatozoides.(Hafez, 1990).

Posteriormente, a unos 15 minutos de la liberación de un óvulo hacia el oviducto, el infundíbulo se posiciona del siguiente oocisto que será, liberado dentro de un período cercano a las 24 horas. Al entrar una yema dentro del oviducto, empieza la secreción del albumen, por lo que si ocurre fecundación, ésta tiene lugar fuera del oviducto, en la bolsa del ovario (Vigil 2001).

El huevo necesita unas 25 horas para atravesar el oviducto. Durante este trayecto el infundíbulo, el mágnum, el istmo y el útero contribuyen distintamente a la composición del huevo mientras que la vagina actúa esencialmente como un conducto. La materia primas, proteínas y lípidos, se sintetizan por el hígado y pasan al ovario por el plasma sanguíneo. Estas sustancias pasan a través de las células granulosas al oocito. En el oocito se agrupan morfológicamente en esferas de yema y continúa la fase líquida. El huevo en desarrollo tarda unos 15 minutos en atravesar el infundíbulo. En el magnun su velocidad media es de unos dos mm/minuto; por lo tanto tarda unas tres horas, en éste trayecto, adquiere unos 16 g de secreción, de los cuales 4 g son proteínas, formando la base del albumen o clara (Wybum y colaboradores, 1970)(Sisson y Grossman, 1990).

La entrada del huevo en el istmo se hace gradualmente, después de que entra el huevo, hay una pausa y luego continúa a 1.4 mm/min. El tiempo total para atravesar el istmo es de 75 minutos. En el istmo se forma la membrana cascarógena, sin embargo antes de que éste proceso se complete, el istmo adiciona proteínas al albumen en mas o menos 10% del nitrógeno total del albumen y también se añade algo de agua (Vigil 2001). Unas 20 horas de su tiempo total en el oviducto (cerca de 26 horas) las pasa en el útero. La función aquí es la formación de la cáscara. El paso a través de la vagina tarda unos

cuantos segundos (Sisson y Grossman, 1990). Es la sección que actúa por reflejo para que ocurra la ovoposición. Además tiene una sección (unión útero-vaginal) de almacenamiento de esperma donde los espermatozoides pueden permanecer viables por unos 10 días (Vigil 2001).

2.5. COMPOSICIÓN DEL SISTEMA REPRODUCTIVO:

a. Ovario:

En las aves, como en los mamíferos ,se forman dos ovarios y dos oviductos durante la embriogénesis, pero se ha encontrado que en las aves existe una supresión de más desarrollo de estos órganos en el lado derecho (Gilbert, 1979; Mittwoch, 1983). La supresión tal vez ocurre por la producción temprana de hormonas esteroides por el ovario izquierdo; la extirpación de éste da lugar a un ovotestis con tejido tanto masculino como femenino. El ovario izquierdo funcional actúa de la misma forma que los ovarios de los mamíferos; produce gametos femeninos, los libera, y actúa como un órgano endocrino que produce hormonas esteroideas (Hafez, 1990).

b. Oviducto:

El oviducto tiene la función de deposición de la albúmina, membranas y cascarón alrededor del óvulo, movimiento del huevo en desarrollo a lo largo del oviducto, y almacenamiento y transporte de espermatozoides. El extremo anterior del oviducto también es el sitio de la fecundación. La pared del oviducto se compone de mucosa luminal muy plegada, una capa interna circular y una externa longitudinal de músculo liso, y una cubierta externa de epitelio peritoneal. En el oviducto se pueden distinguir cinco regiones principales con base en el color característico, morfología e histología de sus mucosa respectivas (Hodges, 1974).

Además el oviducto está suspendido por el ligamento dorsal peritoneal, el cual continúa a su alrededor para formar el ligamento ventral (Aitken, 1971; Gilbert, 1979).

c. Útero:

Llamado también glándula del cascarón, se caracteriza por una porción en forma de bolsa unida al istmo por un "cuello" corto y una extensa masa muscular. Durante su estancia en el útero, la rotación del huevo alrededor del eje polar da lugar a que se complete la formación de la chalaza, que empezó en el infundíbulo, y a la estratificación de la albúmina. La calcificación del cascarón empieza probablemente en el istmo, pero continúa el crecimiento de los cristales de calcita en el útero a un ritmo constante de mineralización (más o menos 300 mg de calcio/hora). La tarea final del útero es la formación de la cutícula y la pigmentación; ésta última la realizan las porfirinas depositadas antes de la postura (Sisson y Grossman, 1990).

d. Vagina:

La vagina parece ser relativamente corta, debido a que su mitad craneal está doblada muy apretada y unida con tejido conectivo. La capa muscular está bien desarrollada, y los pliegues luminales son altos y angostos (Hafez, 1990). La vagina sirve para que el huevo formado, pase del útero a la cloaca en el momento de la oviposición. Aquí se deposita la cutícula sobre el cascarón para cubrir muchos de los poros del mismo (North y Bell, 1993).

También desempeña importante función en el transporte y almacenamiento de espermatozoides después de la cópula o de la inseminación artificial al ser alojados dentro de los túbulos de almacenamiento del oviducto localizados en la

unión uterovaginal. Se desconoce cómo los espermatozoides entran, sobreviven y salen de estos túbulos de almacenamiento (Sisson y Grossman, 1990) (Vigil, 2001).

2.6. COMPOSICIÓN DEL HUEVO:

Los componentes del huevo son el blastodisco, la yema, las membranas, el albúmen, las membranas de la cáscara, la cáscara y la cutícula.

El promedio, en el huevo de gallina, es alrededor de tres partes formadas por la yema, seis partes de albumen y una parte de membrana más cáscara, pero las proporciones varían por muchos factores, incluidas la raza, edad, época del año, fase del ciclo de la postura y nutrición (Sisson y Grossman, 1990).

El **blastodisco o disco germinal** es un pequeño disco de citoplasma que contiene los remanentes del núcleo. Usualmente es visible en la superficie de la yema de un huevo fresco como un punto blanco, circular, opaco, de unos 3-4 mm de diámetro. En el centro del blastodisco existe una masa en forma de cristalino de aproximadamente 0.5 mm de diámetro, esto es todo el remanente del núcleo del óvulo. Lo que existe debajo del blastodisco descansa sobre un cono invertido de yema blanca llamado disco de la látebra (núcleo de Pander). No hay límite entre el blastodisco y la yema. En un huevo fertilizado, la zona germinal es el blastodermo. Este tiene por lo general 4.4 mm de diámetro y comprende dos capas de células, separadas de la yema por la cavidad subgerminal (Sisson y Grossman, 1990).

La **yema** está suspendida por las chalazas más o menos en el centro del huevo. Puede rotar a lo largo del eje mayor del huevo hasta que las chalazas están fuertemente retorcidas. Es ligeramente oval, coincide con el eje mayor del huevo. El centro está formado por una cantidad de yema blanca de unos 6 mm de

diámetro, que es el centro de la látebra. Esta conecta por el cuello directamente con su propio disco (núcleo de Pander), cono invertido de la yema blanca inmediatamente debajo del blastodisco. El resto de la yema se llama "yema amarilla". Algunas veces la yema amarilla se encuentra formada por seis estratos oscuros, concéntricos, anchos que alternan con el mismo número de estratos estrechos, pero su número aumenta en las aves que no ponen diariamente. La estratificación en capas oscuras y menos oscuras depende fundamentalmente de la dieta de la gallina. Si la dieta está bien equilibrada, la yema amarilla no es estratificada (Bellairs, 1964) (Sisson y Grossman, 1990).

Las **membranas** de la yema forman la capa más estrecha, alrededor de 6-11 (Bellairs, 1964), y la más problemática. Deriva parcialmente de la capa más interna del folículo maduro, con la cual se confunde y tiene las mismas dificultades de estructura y nomenclatura. Comprende cuatro estructuras: membrana plasmática del óvulo, membrana perivitelina, membrana contínua y membrana extravitelina. Las dos primeras están presentes en el folículo maduro y las otras no. Todas estas membranas forman una barrera entre ésta y el albúmen.

El **albúmen** tiene cinco componentes: las dos chalazas, la capa chalacífera, la capa de líquido interno y la capa densa media. La rotación del huevo hace que la yema esté comprimida entre las dos chalazas; la tensión de éstas, por lo tanto, mantiene a la yema cerca del centro del huevo. La capa densa media es relativamente rígida y constituye una gran proporción de albúmina (casi el 60% del total). Se une a la membrana de la cáscara más interna por muchas fibras de mucina en cada extremo del huevo, y forman áreas conocidas como los ligamentos del albúmen, uno a cada extremo del huevo.

Las **membranas de la cáscara** son plegables, delgadas, de fibras proteicas, con albúmina. La membrana más interna de la cáscara se une a la capa media densa del albúmen, formando los dos ligamentos del albúmen, y la membrana más externa de la cáscara está íntimamente unida a la cáscara. En el momento de

la puesta el huevo no tiene cámara de aire. Esta cámara se forma a causa del enfriamiento del huevo, la cáscara rígida se contrae menos que el contenido del huevo.

La **cáscara** es una estructura calcárea, lisa y dura. Está compuesta por una estructura orgánica de fibras delicadas y una sustancia intersticial inorgánica de sales inorgánicas.

La **cutícula** es la superficie más externa de la totalidad de la cáscara. Es una cubierta proteinácea, transparente, que contiene pigmentos y es permeable a los gases.

2.6.1. LA ETAPA DE LA POSTURA:

La postura de las codornices es durante todo el año, aunque al cabo de seis meses, se observa un descenso de la postura. En condiciones especiales de iluminación el porcentaje de puesta es del 80%, que significa aproximadamente 300 huevos por ponedora al año. La masa de huevos que produce en una campaña es de 3 Kg por codorniz, 25 veces su propio peso (Lucotte, 1990; Rodríguez Da Silva *et al.*, 1992). Se considera que la postura se inicia a partir de los 38 a 45 días de edad, logrando su plenitud a los 51 días con un 50% de producción, pudiendo alcanzar rápidamente el pico de postura a los 87 días de edad (Andriaguetto *et al.*, 1990).

La codorniz japonesa y las líneas derivadas de los cruces con ésta, han perdido casi en su totalidad la capacidad de incubación, en beneficio, hacia su gran rendimiento como ponedora (Pérez y Pérez, 1974).

Rodríguez da Silva y colaboradores (1992), recomiendan que para obtener un éxito de hasta un 80% de huevos fecundos, la proporción entre machos y hembras

debe ser de 1:3. Sin embargo, sería ideal mantener codornices en la proporción de 1:1 y 1:2, en lotes pequeños; aunque, esto implique mayor inversión en infraestructura, ya que en estas condiciones el macho daña poco a las hembras y es fácil de descubrir a los malos reproductores.

2.6.2. HUEVO DE CODORNIZ:

2.6.2.1. CARACTERÍSTICAS:

La codorniz presenta producciones que la hacen superior a cualquier otra gallinácea en avicultura. En condiciones especiales de iluminación, el porcentaje de postura es de 80%, es decir, 300 huevos por año (Ciriaco, 1996). Sin embargo, los promedios son muy variables en coturnicultura, tomándose como base 260 a 290 huevos/año (Bissoni, 1993). A pesar de que el mecanismo de transporte del huevo a lo largo del oviducto no se entiende por completo, se ha demostrado que la distensión del oviducto, inducida por el huevo, excita el músculo liso y aumenta la velocidad de transporte del huevo en la codorniz (Talo y Kekalainen, 1976).

Mantiene la forma del huevo de gallina aunque puede existir diferencias en el alargamiento o la redondez. La coloración de la cáscara es variable pudiendo ser clara, amarilla, marrón claro, verdosa u oscura, con la pigmentación de forma irregular y de diferentes tonalidades (Ciriaco, 1996).

El huevo de la codorniz tiene un peso promedio de 10 g (2-15 g), con un diámetro longitudinal de 3.14 cm y diámetro transversal de 2.41 cm (Bissoni, 1993).

2.6.2.2. COMPOSICIÓN:

La estructura del huevo de codorniz es la siguiente: yema (42.3%), clara (46.1%), membranas (1.4%) y cáscara (10.2%).

La clara se divide en cuatro porciones que de afuera hacia adentro son: clara fina (20%), clara gruesa (30%), chalazas y capa chalacífera. Luego hay otra capa de clara fina, de gran desarrollo en la codorniz. La clara tiene un gran valor nutritivo y además sirve como amortiguador al embrión. La clara contiene: ovoalbúmina (80%), ovomucoide (10%), ovomucina (7%) y ovoglobulina (3%), contiene vitaminas A-D-E y H, factor PP y de las vitaminas hidrosolubles el grupo B^1 y el ácido ascórbico (vit. C) en el huevo fresco (Bissoni, 1993).

La yema está integrada por distintos estratos: yema blanca central y luego capas blancas y amarillas alternadas que se distribuyen concéntricamente (Bissoni, 1993). La composición es la siguiente: agua 73.4%, proteínas 15.6% y grasas 11%, de las cuales son lípidos 60%, fosfolípidos 35% y esteroles 5%. Dentro de los esteroles tenemos lecitina 11% y colesterina 0.8% (Ciriaco, 1996).

La composición mineral del huevo de codorniz está representada por: calcio (0.08%), fósforo (0.22%), cloro (0.13%), potasio (0.14%9, sodio (0.13%), azufre (0.19%), hierro (0.031%), manganeso (0.33%), cobre (1.86%), yodo (0.09%) y magnesio (0.04%) (Bissoni, 1993) (**Apéndice 1**).

Kim (1999) menciona que el huevo de codorniz contiene 158 calorías de energía, 74.6% de agua, 13.1% de proteína, 11.2% de grasa y 1.1% de cenizas totales. El contenido de vitaminas es de 300 i.u. de vitamina A, 0.12 mg de vitamina B1, 0.85 mg de vitamina B2 y 0.10 mg de ácido nicotínico.

2.6.3. HUEVO DE GALLINA:

2.6.3.1 CARACTERÍSTICAS:

El huevo de gallina tiene un peso promedio de 57 g (Egan *et al*, 1991)

La forma normal o característica del huevo es determinada en el mágnum, pero la forma específica puede ser modificada por condiciones anormales o extraordinarias en el istmo o el útero. Existe una gran variabilidad en el tamaño de los huevos de gallina, pero las causas específicas de ésta variación no se han establecido del todo. Sin embargo se conoce que el pequeño tamaño de los huevos producidos por las gallinas al principio del periodo de postura se debe en parte al tamaño menor de sus yemas y también a la cantidad menor de clara que contienen. Los cascarones de razas modernas de pollos son blancos o en varios tonos de pardo. Los huevos pardos (conocidos en el medio como rojos) se deben al depósito de pigmento en el cascarón durante su formación en el útero. De manera normal, las gallinas ponen huevos del mismo color, pero la tonalidad puede variar de modo considerable entre las gallinas de la misma raza (Austic, 1994).

2.6.3.2. COMPOSICIÓN:

El huevo de gallina consiste de 57% de clara, 32% de yema y 12% de cáscara (Buxadé, 1987). La distribución de la proteína en las distintas fracciones del huevo es la siguiente: 12.8% en término promedio en el huevo, 41.9% de la misma en la yema, 53.6% en el albumen, 2.1% en las membranas (en las dos membranas de la cáscara) y 2.4% en la cáscara. La yema contiene casi todo el material lipídico del huevo. Además se debe señalar la gran diferencia en el contenido de agua entre la yema y la clara: la clara contiene 88% de agua y la yema 49% (Bondi, 1989).

Las principales proteínas identificadas en la clara del huevo son: la ovoalbúmina (más del 50%), con albúmina, ovomucoide, globulinas y omomucina. La yema contiene proteínas simples y fosfoproteínas. La mayor parte de la proteínas existentes se mantienen en combinación lábil con fosfolípidos como lipoproteínas. Los lípidos de la yema del huevo incluyen alrededor de 62% de triglicéridos, 21% de lecitina, 7% de cefalina, 4% de colesterol (Buxadé, 1987)(Egan *et al*, 1991) .

La composición química del huevo de gallina es casi constante, salvo la composición de la fracción lipídica que está algo afectada por la composición de la grasa ingerida, así como los contenidos en algunos elementos traza y vitaminas que cambian con la ingestión (Bondi, 1989) (**Apéndice 2**).

2.6.4. EL HUEVO EN LA NUTRICIÓN HUMANA:

El huevo es un alimento de gran valor nutritivo. Su contenido de proteínas, vitaminas y minerales, ácidos grasos saturados e insaturados, junto a otras sustancias no menos importantes, ha servido para que organismos relacionados con la nutrición y la salud, consideren al huevo como alimento recomendable para una dieta variada y equilibrada. El huevo tiene un aporte calórico moderado (75 kcal aprox.), de fácil digestión y de elevada calidad, ya que proporciona todos los aminoácidos que el organismo necesita (Instituto del Huevo, 1998).

Junto a los nutrientes, existen en el huevo otras sustancias, que sin tener carácter nutritivo, no por ello son menos importantes para un buen estado de salud. En éste grupo de los "no-nutrientes" pueden incluirse anticuerpos de indudable interés en favorecer, estimular o mantener la respuesta inmune frente a determinados procesos infecciosos. Entre los anticuerpos presentes en la sangre, las inmunoglobulinas IgG e IgY abundan en el plasma, participando básicamente en los sistemas de resistencia general frente a agentes infecciosos diversos,

mientras que la inmunoglobulina IgA se concentra en el suero, secreciones y sistema linfático en general, y en el intestino de modo especial. La presencia de inmunoglobulinas en el huevo se conoce desde algunas décadas, pero no es hasta principios de los años 80 cuando se descubre que la inmunoglobulina IgY extraída del huevo tiene ventajas mayores que la procedente de la sangre de los mamíferos.

En los últimos años se ha prestado atención especial a los ácidos grasos polinsaturados Omega 3 y Omega 6 y al estudio de su importancia en el desarrollo de la ateroesclerosis y la respuesta inmune.

En un huevo de 62 g el total de lípidos (grasa bruta) es de 6.2 g. De esta cantidad 1.8 g corresponden a los ácidos grasos, 2.5 g a los ácidos grasos monoinsaturados y 0.6 g a los ácidos grasos polinsaturados. La relación polinsaturados: saturados es de 0.33. Los ácidos linoleico y alfa-linoleico, precursores de los ácidos polinsaturados Omega 3 y Omega 6, se encuentran en la yema en proporciones del 0.6% y 1.2%, respectivamente. Tan importante es la yema como fuente de éstos ácidos grasos que su concentración plasmática de fosfolípidos es directamente proporcional a la cantidad de huevos consumidos (Tortuero, 1998).

En relación a los ácidos grasos Omega-3 y Omega-6 se ha comprobado que en numerosos países existe un desequilibrio en el consumo de ácidos grasos polinsaturados, con exceso en el correspondiente a los del tipo 6, cuyas fuentes más comunes e importantes son el aceite de soya, girasol y maíz. Ahora bien, no todos los omega-3 tienen idéntica importancia. De modo que los alimentos en general, y los huevos en particular, serán mejores o peores, en términos de salud, según el tipo de omega-3 presentes en los mismos. Esta es la razón que ha llevado a algunos avicultores a obtener los llamados huevos de diseño en los que, a través de los piensos, se aumenta la concentración de omega-3 de mayor eficacia (Tortuero, 1998). El Omega- 3 (sub-producto del pescado) es una sustancia formada por ácidos grasos polinsaturados, el DHA y el EPA, los cuales

ayudan a la limpieza de arterias, previniendo así las enfermedades cardiovasculares. Además fortalecen el sistema inmunológico y regulan la presión arterial. Se asegura que los esquimales a pesar de consumir elevados volúmenes de grasa y los japoneses que consumen 400 huevos/habitantes/año tiene un bajo índice de enfermedades cardiovasculares debido a que su alimentación es rica en Omega-3 (Barbieri, 2001).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES:

3.1.1 LUGAR DE ESTUDIO:

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la Granja del Laboratorio de Patología Aviar y Producción Avícola, y en el Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

3.1.2. ANIMALES Y SISTEMA DE CRIANZA:

En el experimento fueron utilizadas 32 codornices ponedoras de la línea Japónica de 40 días de edad criadas en baterías, y 10 gallinas criollas de postura de 18 semanas de edad criadas sobre piso de cemento con cama de viruta de madera.

Ambos grupos fueron alimentados con alimento conteniendo similares insumos alimenticios. La preparación se realizó en el Molino de la FMV – UNMSM usando

una fórmula convencional sea para codornices o gallinas lo cual se detalla a continuación:

Alimento de las codornices.-

Insumo	Cantidad
Maíz molido	32 Kg
Torta de soya	10.2 Kg
Harina integral de soya	28 Kg
Afrecho	2.8 Kg
Carbonato de calcio	3.4 Kg
Fosfato dicálcico	4.0 Kg
Metionina	0.25 Kg
Colina	0.08 Kg
Premix	0.10 Kg
Zinc Bacitracina	0.08 Kg
Sal	0.25 Kg

La ración contiene 25.65% de Proteína, 7.49% de Grasa y 5.28% de Fibra.

Alimento de las gallinas.-

Insumo	Cantidad
Maíz molido	35 Kg
Torta de soya	8 Kg
Harina integral de soya	28 Kg
Harina de pescado prime	5 Kg
Afrecho	3 Kg
Carbonato de calcio	3 Kg
Fosfato dicálcico	3.5 Kg
Micromezcla de postura	100 gr

La ración contiene 24.92% de Proteína, 7.67% de Grasa y 5.23% de Fibra.

3.1.3. TAMAÑO DE LA MUESTRA:

Para determinar el tamaño muestral se utilizó la fórmula para comparar medias. Para el cálculo del tamaño muestral se utilizaron los datos de los valores nutritivos encontrados anteriormente a este estudio.

$$n = \frac{Z(a) + Z\,z(b).SD2}{m1 - m2} = 5 \text{ huevos por prueba}$$

Donde:

Z (a) = Valor de Z = 1.96 para el nivel de confianza especificado
Z (b) = Valor de Z = 1.64 para la potencia especificada.
SD = Desvío Estándar Esperado (0.5)
m1 = Media Esperada de la Población 1(13)
m2 = Media esperada de la Población 2(12.5)

3.2. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE MUESTRAS:

3.2.1. ANÁLISIS DE LOS HUEVOS:

Los huevos producidos fueron recogidos y llevados al laboratorio de Bioquímica y Alimentación Animal para su análisis, que consistieron en:

a. Determinación de la humedad

La humedad de la muestra se pierde por volatización a causa del calor a temperatura de 60°C. El por ciento de humedad se obtuvo por diferencia entre el peso inicial de la muestra y el peso obtenido en la desecación de la muestra durante 48 horas en la estufa.

Los huevos se colocaron en vasos y se pesaron, se procedió a secar durante 48 horas a 60°C. En éste tiempo la muestra perdió humedad. Los pesos que se registraron se obtuvieron utilizando la Balanza de Precisión "Denver Instrument".

b. Proteínas

Se utilizó el Método Kjeldahl para calcular el contenido de proteína bruta, multiplicando el contenido de nitrógeno obtenido por el factor 6.25. Este valor asume el supuesto que las proteínas contienen un 16% de nitrógeno (AOAC, 1990). Para esta determinación se utilizó el equipo Macrojeldahl Sistema Tecator.

A las muestras colocadas en tubos de digestión se adicionó una tableta de mezcla catalizadora (1.5 g de Sulfato de Potasio y 7.5 mg de Selenio) + 6

ml de ácido sulfúrico concentrado; colocadas en el sistema de digestión, bajo la campana extractora de gases por espacio de dos horas desde el momento que presentó la apariencia de un líquido transparente indicando que toda la materia orgánica ha sido oxidada.

Las muestras digeridas se disolvieron en 25 ml de agua destilada y se adicionó hidróxido de sodio en un sistema de destilación automático, se recogió el amoniaco en un matraz conteniendo 25 ml de ácido bórico al 3%.

La solución destilada bajo la forma de borato de amonio se tituló con ácido sulfúrico 0.1 N al que previamente se le adicionó 3 gotas del indicador "Tashiro" (450 mg de rojo de metilo; 250 mg de azul de metileno y 250 ml de alcohol QP). El cambio del color verde al violeta indicó el término de la titulación, al gasto de ácido sulfúrico y el factor de conversión de nitrógeno a proteínas, este resultado se dividió, entre el tamaño de la muestra multiplicado por 10, para obtener el porcentaje de proteínas en base seca.

$$\% \text{ Proteína} = \frac{\text{Gasto de Ac. Sulfúrico} \times 14 \times 0.1 \times 6.25}{\text{Muestra Problema} \times 10}$$

Donde:

14 = Peso Molecular del Nitrógeno
0.1 = Normalidad del Ácido Sulfúrico
6.25 = Factor de Conversión de Nitrógeno a Proteína

El Análisis de Wende no define la cantidad de nutrientes de un alimento, sino que es un índice del valor nutritivo. Las pruebas fueron repetidas dos veces en el laboratorio. Si los resultados hubieran presentado diferencias mayores de 0.2%, se repetiría el procedimiento. Si la diferencia hubiese sido menor a 0.2% el resultado sería el promedio de estos valores.

c. Extracto etéreo

La determinación se realizó por extracción de la grasa de la muestra con éter dietilico anhidro (30-40 ml) durante 48 horas, envuelta en papel celulosa y colocada en dedales especiales en vasos "Goldfish" previamente pesada. Se acumuló el contenido graso. El éter separado por destilación, se dejó evaporar, procediéndose al secado en estufa durante una hora, luego de enfriarse en el desecador, se pesó en la balanza de precisión Denver Instrument Company. El incremento del peso inicial del vaso representó el contenido del extracto etéreo de la muestra.

d. Cenizas

La muestra se incineró a 700°C para eliminar todo el material orgánico. El material inorgánico que no se destruyó a esta temperatura constituyó las cenizas. Los crisoles usados fueron pesados previamente, los crisoles con las muestras, luego de la incineración fueron nuevamente pesados.

e. Calcio y Fósforo

La determinación del calcio se realizó mediante el método conocido por la Association of Oficial Agricultural Chemistry (AOAC, 1990). Por volumetría

el calcio se precipita en forma de oxalato de calcio por neutralización con amoniaco, esta asociación ácida contiene un exceso de ácido oxálico. El precipitado es filtrado y disuelto en ácido sulfúrico diluido caliente. Esta solución se tituló con permanganato de potasio ($KMNO_4$).

Para la determinación del fósforo de la muestra se utilizó el Método Colorimétrico del Vanadato.

f. Valor Energético

El valor energético de los huevos se calculó utilizando factores energéticos de Atwater específicos de los alimentos, valores oficiales recomendados por el Instituto Nacional de Nutrición, para proteína animal 4.27 Kcal/g y para grasa 9.02 Kcal/g.

g. Ácidos Grasos

El método utilizado por el Laboratorio INASSA (International Analytical Services SAC) fue el de la composición de ácidos grasos por Cromatografía de Gases.

3.2.2. METODOLOGÍA:

Las 32 codornices fueron criadas en 2 jaulas de 16 cada una, alimentadas con 25 gr/día de alimento tradicional para ponedoras preparado en el Galpón de la FMV - UNMSM, durante las 9 semanas que duró el experimento.

Por otro lado las 10 gallinas fueron criadas en un ambiente a nivel del piso con cama de viruta de madera y fueron alimentadas con alimento tradicional de ponedoras preparado en el mismo galpón durante las 9 semanas que duró el experimento.

Las muestras (huevos) eran recogidas cada 15 días según la cantidad acumulada y llevadas al Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal.

Para el Análisis Proximal se utilizó un pool de 10 huevos, al igual que para la determinación de calcio y fósforo.

Para la determinación de ácidos grasos se mandaron 30 huevos de codorniz y 16 huevos de gallina al Laboratorio INASSA (International Analitical Services S.A.C.).

Además se registraron los siguientes datos de producción cuyos resultados se muestran en los **Apéndice 3 y 4**:

a. Peso del huevo (2 veces por mes)

Se pesaron los huevos mediante una balanza de 0.1 g de precisión. Esta medición se realizó cada 2 semanas durante las 9 semanas que duró la crianza.

b. Masa del huevo (2 veces por mes)

Para obtener la masa de huevos se multiplicó el peso promedio de huevos por el número de huevos producidos en una semana.

Masa del Huevo = Número de huevos semanales x Peso Promedio por semana

c. Porcentaje de Producción

La fórmula para calcular este valor fue la siguiente:

$$\% \text{ Postura} = \frac{\text{Número de huevos puestos}}{\text{Número de aves}} \times 100$$

d. Índice de Conversión Alimenticia

Este valor indica la cantidad de alimento consumido para producir un Kg de huevo en una unidad de tiempo.

Conversión alimenticia semanal (C.A.S).- Es la cantidad de alimento consumido para producir un Kg de huevo en una semana.

$$\text{C.A.S.} = \frac{\text{Consumo de Alimento Semanal}}{\text{Masa de Huevos Producidos por Semana}}$$

e. Madurez Sexual

La edad a la madurez sexual se midió cuando las aves llegaron al 50% de producción. También se evaluó la edad al pico de postura, el cual se obtuvo cuando las aves alcanzaron los mayores porcentajes de producción durante todo el experimento.

3.2.3. ANÁLISIS DE DATOS:

Para la evaluación estadística se utilizó el Análisis de Varianza por arreglo factorial para determinar diferencias entre los resultados y para determinar la normalidad de las variables la Prueba de Kolmogorov-Smirnov.

IV. RESULTADOS

La evaluación comparativa de la composición química entre los huevos de codorniz y gallina durante la primera etapa de producción mostró los siguientes resultados:

- ***Materia Seca.-***

El contenido de materia seca del huevo de codorniz encontrado en el presente estudio de 27,04 ± 1.76 % y en el huevo de gallina de 25.40 ± 0.30 % fueron similares (**Cuadro 1**).

- ***Contenido proteico.-***

El contenido proteico del huevo de codorniz de 51.37 ± 2.82% fue mayor ($p < 0.05$) que el huevo de gallina de 49.78 ± 0.72% (**Cuadro1**).

- ***Contenido de extracto etéreo.-***

El contenido de extracto etéreo en el huevo de codorniz de 33.34 ± 0.98% fue mayor ($p< 0.05$)que en el huevo de gallina 29.24 ± 0.43% (**Cuadro 1**).

- ***Contenido de cenizas.-***

El contenido de sales minerales que se encontró en el huevo de codorniz fue de 3.62 ± 0.65%, y en el huevo de gallina de 3.35 ± 0.04%, no habiendo diferencias estadísticas ($p> 0.05$). (**Cuadro 1**)

- ***Contenido de Calcio y Fósforo.-***

El huevo de codorniz mostró mayor contenido de calcio ($p< 0.05$) de 0.69 ± 0.19% que en el huevo de gallina 0.39 ± 0.08%, mientras que el fósforo mostró valores de 0.66 ± 0.21% en el huevo de codorniz y de 0.75 ± 0.021% en el huevo de gallina (**Cuadro 1**).

- ***Valor Energético.-***

Los valores energéticos del huevo de codorniz y gallina se consignan en el **Cuadro 1** , donde se obtuvieron valores de 139.45 ± 16.03 Kcal y 136.42 ± 28.56 Kcal respectivamente, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$)entre ambos datos.

- ***Acidos grasos.-***

La composición de ácidos grasos de los huevos de gallina y codorniz mostraron diferencias entre sus valores absolutos. El contenido del ácido linoleico **(omega-6)** en el huevo de gallina fue de 20.72% y en el huevo de codorniz de 9.38%; en lo que respecta al ácido linolenico **(omega 3)** el huevo de gallina también mostró un mayor valor de 0.81%, mientras que los huevos de codorniz fue de 0.35%. (**Cuadro 2**).

El contenido de ácidos grasos poliinsaturados de 25.90% en los huevos de gallina y los monoinsaturados de 45.50% mostraron mayores valores absolutos en los huevos de codorniz de 13.23% y 36.29% respectivamente (**Cuadro 3**).

CUADRO 1. Composición Química en Base Seca del huevo de codorniz y de gallina.

	Huevo de Codorniz (%)		Huevo de Gallina (%)	
Parámetro	**n**	**% ± I.C**	**n**	**% ± I.C.**
Materia Seca	7	27.04 ± 1.76	4	25.40 ± 0.30
Proteína	7	51.37 ± 2.82[a]	4	49.78 ± 0.72[b]
Extracto Etéreo	4	33.34 ± 0.98[a]	4	29.24 ± 0.43[b]
Cenizas	7	3.62 ± 0.65	4	3.35 ± 0.44
Calcio	7	0.69 ± 0.19[a]	4	0.39 ± 0.08[b]
Fósforo	4	0.66 ± 0.21	4	0.75 ± 0.021
Valor energético	4	139.45 ± 16.03	4	136.42 ± 28.56

n número de muestras

%± I.C. Los valores son el Promedio ± Intervalo de Confianza.

a, b Letras diferentes son valores con diferencia estadística ($p > 0.05$).

CUADRO 2. Composición de Ácidos Grasos del huevo de codorniz y gallina.

		Huevo de Codorniz	Huevo de Gallina
Composición de Ácidos Grasos	**C n:m**	**Porcentaje**	**Porcentaje**
Acido Mirístico	14;0	0.87	0.55
Acido Palmítico	16;0	28.82	27.39
Acido Palmitoleico	16;1	4.97	2.73
Acido Hidnocárpico	16;2	0.24	0.25
Acido Hiragónico	16;3	0.20	0.13
Acido Esteárico	18;0	10.19	8.35
Acido Oleico	18;1	40.37	33.33
Acido Linoleico omega-6	18;2	9.38	20.72
Acido Linolenico omega-3	18;3	0.35	0.81
Acido Araquídico	20;0	0.03	0.05
Acido Gadoleico	20;1	0.16	0.23
Acido Eicosatrienoico	20;3	0.02	0.19
Acido Araquidónico omega-6	20;4	0.65	1.77
Acido Eicosapentaenoico omega-3 (EPA)	20;5	0.54	0.13
Acido docosapentaenoico omega-3	22;5	0.26	0.12
Acido Docosahexaenoico omega-3 (DHA)	22;6	1.59	1.78

C n : m Número de carbonos : número de enlaces

CUADRO 3. Composición de los Ácidos Grasos Saturados, monoinsaturados, poliinsaturados y no identificados en los huevos de codorniz y gallina.

	Huevo de Codorniz	Huevo de Gallina
Ácido Graso	**Porcentaje**	**Porcentaje**
Saturado	39.91	36.34
Monoinsaturado	45.50	36.29
Poliinsaturado	13.23	25.90
No identificados	1.36	1.47
TOTAL	100.00	100.00

V. DISCUSIÓN

La materia seca encontrada en los huevos de codorniz fue de 27.04 ± 1.76% y en los huevos de gallina fue de 25.40 ± 0.30%. Estos resultados concuerdan con los datos obtenidos por Bissoni, (1993) (26.1%) y Ciriaco, (1996) (27.23%) en los huevos de codorniz y por Buxadé, (1987) (26.3%), Ciriaco, (1996) (24.6%) y en el Centro de Documentación Científica de la Universidad de Zaragoza (2000) (25.5%) en los huevos de gallina.

Se encontró un mayor contenido proteico en los huevos de codorniz (51.37± 2.82%) que en los de gallinas (49.78 ± 0.72%). Valores proteicos ligeramente variables fueron obtenidos por Bissoni (1996) de 59.77% y por Ciriaco (1996) de 46.74% en codornices. Estas diferencias pueden ser atribuidas al tipo de dieta suministrada, como igualmente fue observado con los resultados del contenido proteico de los huevos de gallinas reportados por Ciriaco, 1996(53.66%) y Guzmán *et al* (1981) de 48.48%.

El contenido de extracto etéreo encontrado en el huevo de codorniz (33.34 ± 0.98%) fue mayor ($p< 0.05$) que en el huevo de gallina (24.24 ± 0.43%), diferenciándose de los estudios realizados por Ciriaco (1996) quien encontró

valores de 45.10% y 34.96% respectivamente. Asimismo Bissoni (1996) mostró valores de 42.15 % para el huevo de codorniz y Guzmán *et al* (1981)valores de 44.69% para el huevo de gallina.

Estudios realizados por Austic(1994) y Buxadé(1987) encontraron contenido de cenizas del huevo de gallina de 3.84% y 4.18% respectivamente, que son valores similares al encontrado en este estudio (3.35 ± 0.44%). Por otro lado el contenido de cenizas del huevo de codorniz (3.62 ± 0.65%) fue similar al descrito por Ciriaco (1996) (3.67%).

El contenido de Calcio y Fósforo(0.69 ± 0.19% y 0.66 ± 0.21%) respectivamente del huevo de codorniz difiere con lo descrito por Bissoni (1993) que fue 0.08% de Calcio y 0.22% de Fósforo. En cuanto al contenido de Calcio y Fósforo del huevo de gallina (0.39 ± 0.08% y 0.75 ± 0.021%) difiere con lo descrito por el Instituto Nacional De Salud (1993) que fue de 0.34% y 1.94% respectivamente.

El valor energético encontrado en este estudio(136.42 ± 28.56 Kcal) para los huevos de gallina fue similar al descrito por el Instituto Nacional De Nutrición (1993) que indica un valor energético de 138 Kcal. El valor energético del huevo de la codorniz (139.45 ± 16.03 Kcal) fue inferior a lo descrito por Bissoni(1993)que fue de 166 Kcal, esta diferencia podría estar dada por la menor cantidad de extracto etéreo encontrado en el presente estudio.

El contenido de ácidos grasos omega 3 y omega 6 de los huevos de gallina y codorniz mostró diferencias entre sus valores absolutos, siendo mayor el contenido de ácido linoleico omega 6(20.72%), linolenico omega 3(0.81%), araquidónico omega 6(1.77%) y docosahexaenoico omega 3 (DHA) (1.78%), en los huevos de gallina; mientras que en los huevos de codorniz se obtuvieron mayores porcentajes absolutos en los ácidos Eicosapentaenoico omega 3(EPA)(0.54%) y Docosapentaenoico omega 3 (DHA) (0.26%). Barroeta y

Xalabarder (1994) consideran que los mas importantes ácidos grasos son los EPA y DHA ya que participan directamente en diversos procesos metabólicos del organismo. Por lo tanto el huevo de codorniz evidencia superior calidad nutricional sobre el de gallina. Es importante indicar que Rojas y Barboza (1996) realizaron el primer trabajo sobre la evaluación del contenido de acidos grasos en huevos de gallinas alimentadas con raciones conteniendo aceite acidulado y harina de pescado en el Perú donde se encontraron valores de 3.38%. Además con otro alimento a base de aceite de pescado crudo y harina de pescado se encontró un valor de 3.83% de ácidos grasos omega 3. Estos resultados son mayores a los encontrados en el presente estudio, donde se encontró un valor total de ácidos grasos omega 3 de 2.84% en el huevo de gallina.

Asimismo trabajos realizados por Rojas (1999) en huevos de codorniz encontraron valores de 2.92% para los ácidos grasos omega 3, en comparación con los encontrados en este estudio que fueron de 2.13%. Ambas diferencias se explican por la alimentación enriquecida con aceites y harinas de pescado.

VI. CONCLUSIONES

- Se encontró una concentración mayor ($p < 0.05$) de proteínas, extracto etéreo y calcio en los huevos de codorniz que en los de gallinas.

- La concentración de los ácidos grasos omega 3 del tipo EPA en los huevos de codorniz es tres veces mayor que lo encontrado en los huevos de gallina.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Aitken, R.N.C. 1971. The oviduct. In Bell, J.D and B.M. Freeman (eds.) Physiologu and Biochemistry of the domestic fowl. Vol. 3. London, Academic Press, Inc.

Allen N. y Young R. 1980. Studies on the aminoacid and protein requeriments of laying Japanese quail (*Coturnix coturnix japónica*). Poultry Science 59: 2029-2037.

Andriaguetto, J.L. Perly, Minard, J, Flemming, A. Gemael. 1990. Nutrición Animal: Bases y Fundamentos de Nutrición Animal y los Alimentos. 3ra. Edición. , p.395. Vol. 1. Brasil.

Agreda, S. 1978. Estudio preliminar de la codorniz japónica (*Coturnix coturnix japónica L*) hasta las ocho semanas de edad. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista. UNALM. Lima-Perú. 55p

AOAC. 1990. Oficial Methods of Analysis 15th Edition. Arlington.

Ariki, J. 1997. Crianza de codornices. Centro de Producción Técnica. Revista TTA. Universidad Nacional de Sao Paolo. Brasil.

Avila, E. 1997. Alimentación de las Aves. Editorial Trillas. México. 67p.

Austic, R. 1994. Producción Avícola. Editorial Manual Moderno. 13ava. Edición. México D.F. 395 pp.

Barbieri, B. 2001. Alternativas para mejorar la comercialización de huevos en el Perú. En: Revista de Ciencias Veterinarias. Vol. 17. Nº 5. Lima-Perú.

Barroeta, A.C; Xalabarder, A. 1994. Importancia de la Composición de las grasas (Omega –3, Omega-6) en nutrición animal. En: Revista Alimentación, equipos y tecnología. Abril. 55-59 p.

Bejín, F and Insko, Jr. 1972. The effect of dietary protein level on the reproduction performance of coturnix breeder hens. Poultry Science 51: 1662-1669.

Beillars, R. 1964. Biologicak aspects of the yolk of the hen's egg. In : Abercrombie, M and J. Brachet, (eds.): Advances in Morphogenesis. Vol. 4. New York, Academic Press, Inc.

Biomednet. 1999. "Japanese quail".
http: www.biomednet.com/db/medline.

Bissoni, E. 1993. "Cría de la codorniz". Editorial Albatros. Buenos Aires. Argentina. 118p.

Bondi, A. 1989. Nutrición Animal. Editorial Acribia. 545 p.

Bonicelli, T. 1994. El ABC de la Codorniz. ONG Apoyo Sostenible. Lima-Perú.

Buxadé, C. 1987. La gallina ponedora. Ediciones Mundi-Prensa. España.229-399p.

Ciriaco, P. 1996. Crianza de Codornices. 3ra. Edición. Programa de Investigación y Proyección Social en Aves. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 24-29 p.

Delacour, J.T. 1964. Pheasant. In Thomsom, A. L. (ed.): A New Dictionary of Birds. London and New York, Nelson.

Egan, H; Sawyer, R; Kirk, R. 1991. Análisis Químico de Alimentos de Pearson. Editorial Continental. México.

Figueroa E. y Sulca P. 1999. "Manual Básico: Producción de Codornices". Centro de Extensión Universitaria y Proyección Social. Laboratorio de Patología Aviar y Producción Avícola. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 24 pp.

Fuentes, J. 1998. Evaluación de la pre-muda en la producción de la codorniz. Tesis para optar el Título de Ing. Zootecnista. UNALM- Perú.

Gilbert, A.B. 1979. Female genital organs. In Form and Function in Birds. A.S. King and J. McLelland (eds.). New York, Academic Press.

Grobas, S;J, Mendez; C. De Blas and G. Mateos. 1999. Laying hen productivity as affect by energy, supplemental fat and linoleum acid concentration of the diet. Poultry Sci. 78(11):1542-1551.

Guzmán, B; Blanco de Alvarado, O; Ayala, M. 1981. Nutrición Humana. 1ra. Edición. Editorial Perú Offset. Lima – Perú.

Hafez, E.S.E. 1990. Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. 5ta Edición. Editorial Interamericana Mc Graw-Hill. México.

Hodges, R.D. 1974. The reproductive system. In the Histology of the Fowl. New York, Academic Press.

I.N.R.A. 1984. Institute National de la Recherche. Agronomigue. Alimentation des Animax Monogastriques. France.

Instituto del Huevo. 1998. El Huevo y la Nutrición. Explica las características del huevo y sus componentes nutricionales.
http:www.institutohuevo.com/nutricion.htm

Keshvarz, K. 1985. The effect of different protein level in the rearing and laying periods on performance of White Leghorn chickens. Poultry Sci. 63: 2229-2240.

Keshvarz, K y Jackson ME. 1992. An evolution of the protein and lisine requirement for broilers breeder hens. J. Appl. Poultry Res. 1: 308-314.

Kim f. S. 1999. "The Nutrition and Management of Japanese Quail in the Tropics". http: www.science.nus.edu.sg/~webdbs/bird/quail/.

Leeson, S. y Summers, J. 1991. Comercial Poultry Nutrition. Ed. University Books. Canadá. 280p.

López, K. 2000. Efecto diferentes niveles de energía metabolizable en relación a la densidad de nutrientes en el comportamiento productivo de la codorniz (*Coturnix coturnix japónica L*). Tesis para optar el Título de Ing. Zootecnista. UNALM-Perú.

Lucotte. 1990. La Codorniz, cría y explotación. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. España. 13-15; 35-40 p.

Magaldi, M. 1995. Explotación Comercial de Aves. Editorial.

Ministerio de Salud. 1993. Instituto de Nutrición. Tabal de Composición de Alimentos de mayor Consumo en el Perú. 6ta Edición. Banco de Reserva. Lima – Perú.

Mittwoch, U. 1983. Heterogametic sex chromosomes and the development of the dominant gonad in veretebrates. Amer. Nat. 122, 159

Montalvo, M. 1999. comportamiento productivo y reproductivo de codornices (*Coturnix coturnix*) en postura alimentadas con algarroba (*Prosopis pallida*) en la etapa de crecimiento. Tesis para optar el Título de Ing. Zootecnista. UNALM-Perú.

National Research Council (NRC). 1994. Nutrient Requeriments of Poultry. Ninth Revised Edition. Washington D.C. USA.

North, M.O & Bell, D. 1993. Manual de Producción Avícola. 3ra Edición. Editorial El Manual Moderno S.A. México

Pérez y Pérez, F. 1974. Coturnicultura. Tratado de Cría y Explotación Industrial de Codornices. 2da. Edición. Editorial Científica-Médica. Barcelona. España.

Rodríguez Da Silva, N; R. Costas; C.A. de Souza & R. Gabrig. 1992. Fabricas de botar ovos. A. Lavoura Organización Oficial de la Sociedad Nacional de Agricultura. Río de Janeiro. Brasil.

Rojas, S. 1979. Nutrición Animal Aplicada. UNALM. Lima-Perú.

Rojas, S. 1999. Huevos de Codorniz con Omega 3. En: Revista Agro-enfoque. Edición 103. Lima- Perú. 35-36 pp.

Rose, S. P. 1997. Principios de la Ciencia Avícola. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. España. 156 p.

Shim, K. 1991. Nutrition Requirement of Japanese Quail. In : The nutrition and management of Japanese (Coturnix) Quail in the Tropics.

Shimada, A. 1993. Fundamentos de Nutrición y Alimentación Animal Comparada. 1ra. Edición. México. 372p.

Sisson, S. and J. D. Grossman. 1990. Anatomía de los animales domésticos. Tomo II. 5ta Edición. Salvat Editores S.A. Barcelona, España.

Talo A. and Kekalainen, R. 1976. Ovum promotes its own transfer in the oviduct of the Japanese quail. Biol. Reprod. 14, 186.

Tortuero, F. 1998. El huevo, más que un alimento. En: Artículos Divulgativos II. Instituto del Huevo

Vandepopuliere, J.M. y Al-Yousef y J.J. Lyon S. 1995. Dates and dates pits as ingredients in broilers starting and cotumix quail breeder diets. Poultry Scie. 74:1134-1142.

Van Tienhove, A. 1981. Neuroendocrinology of avian reproduction with special emphasis on the reproductive cycle of the fowl (*Gallus domesticus*). Wld's. Pult. Sci. J. 37, 156.

Van Vo, K., N. Adefope and Jr. Troy Wakefield. 1992. Effect of dietary protein and energy restriction during starting and coturnix quail breeder diets. Poultry Science 74: 1134-1142.

Vigil, R. 2001. Manejo y Conducción de la Granja de Codornices. Trabajo Monográfico par optar el Título de Ing. Zootecnista. UNALM-Perú.

Vohra y Rodybush. 1977. The effect of various levels of dietary protein on the growth and egg production of *Coturnix coturnix Japónica L.* Poultru Science 50: 1081-1084.

Wyburn, G.M., H.S. Johnston and M.H. Draper. 1970. The magnum of the hen's oviduct as a protein secreting organ. J. Anat., 106: 174.

Yamané T., K Ono and T. Tanaka. 1979. Protein requeriments of laying Japanese quail. British Poultry Science 20(4): 379-383.

Zhang, Y, K. Koelkebech and C. Parson. 1993. Effect of dietary energy and protein levels during the pullet rearing and production periods on performance of young laying hens. Poultry Science, Abstracts 121. p41.

VIII. APÉNDICE

APÉNDICE 1.- Composición Química del Huevo de Codorniz (%)

	HUEVO DE CODORNIZ					
Contenido	**Yema**	**Base Seca**	**Clara**	**Base Seca**	**Todo el huevo**	**Base Seca**
Agua	48.97	51.03	87.6	12.40	74.25	25.75
Proteína	15.7	30.77	11.19	90.24	13.17	51.14
Grasa	32.61	63.90	Trazas	——	11.04	42.87
Carbohidratos	0.83	1.63	0.73	5.88	1.02	3.96
Cenizas Totales	1.25	2.45	0.65	5.24	1.11	4.31

Fuente: Japanise quail, 1999.

APÉNDICE 2.- Composición Química del Huevo de Gallina (%)

	HUEVO DE GALLINA		
Contenido	**Yema**	**Clara**	**Todo el huevo**
Agua	48	88	74
Proteína	17	1	13
Grasa	33	Vestigios	11
Carbohidratos	1	1	1
Cenizas Totales	1	—	1

Fuente: Austic. 1994

Apéndice 3. **Parámetros productivos de la codorniz (huevos)**

Semana	Peso (g)	Masa (Kg)	% Producción	Indice de Conversión	Madurez sexual (semana)
1	10.5	0.252	21.43	11.1	4
2	10.5	0.441	37.5	6.35	5
3	10.5	0.588	50	4.76	6
4	10.6	0.4028	36.19	6.58	7
5	10.6	0.4346	39.05	6.04	8
6	11.37	0.6481	54.28	4.1	9
7	11.37	0.6936	67.03	3.28	10
8	11.8	0.7316	68.13	3.1	11
9	11.8	0.413	38.46	5.5	12

Apéndice 4. Parámetros productivos de la gallina (huevos)

Semana	Peso (g)	Masa (Kg)	% Producción	Indice de Conversión	Madurez sexual (semana)
1	50.63	2.78	71.43	3.32	22
2	50.63	2.53	64.93	3.65	23
3	52	2.55	63.63	3.63	24
4	52	2.6	64.94	3.55	25
5	53	2.91	71.43	3.17	26
6	53	3.39	83.12	2.72	27
7	53.5	2.51	61.04	3.67	28
8	53.5	2.03	49.35	4.55	29
9	53.5	1.34	32.47	6.9	30