

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**



**INFLUENCIA DE LA EDAD DE CODORNICES (*Coturnix coturnix japonica*) REPRODUCTORAS EN FERTILIDAD, INCUBABILIDAD, NATALIDAD Y CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LA PROGENIE**

**Presentada por:**

**MANUEL ALFREDO GARCÍA MOREIRA**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO MAGÍSTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**LIMA- PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**INFLUENCIA DE LA EDAD DE CODORNICES (*Coturnix  
coturnix japonica*) REPRODUCTORAS EN FERTILIDAD,  
INCUBABILIDAD, NATALIDAD Y CARACTERÍSTICAS  
PRODUCTIVAS DE LA PROGENIE**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO MAGÍSTER SCIENTIAE EN  
PRODUCCIÓN ANIMAL**

**MANUEL ALFREDO GARCÍA MOREIRA**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Mg. Sc. María Elisa García Salas

**PRESIDENTE**

Mg. Sc. Pedro Ciriaco Castañeda

**PATROCINADOR**

Mg. Sc. Marcial Cumpa Gavidia

**MIEMBRO**

Mg. Sc. José Cadillo Castro

**MIEMBRO**

**Lima-Perú**

**2018**

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad.

A mis padres por estar siempre a mi lado cuando más lo necesito, en los buenos y malos momentos de mi vida, por mostrarme en cada momento su apoyo incondicional y el interés para que estudie y me desarrolle completamente en todos los aspectos de mi vida, ya que son la base fundamental de mi vida, ya que ellos me han sabido guiar, levantarme y sostenerme sin importar el camino.

A mis amigos que tuvieron una palabra de apoyo para mí durante mis estudios. Asimismo, agradezco por su valiosa colaboración a los profesores que siempre tuve su apoyo incondicional en mi desarrollo profesional, quienes con sus aportes se logró que este trabajo exista.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo, a todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis.

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizaje, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.

Les agradezco la confianza, apoyo y dedicación de tiempo a mis profesores, por haber compartido conmigo sus conocimientos y sobre todo su amistad.

# ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	12
<b>II.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	13
2.1.	Generalidades de la codorniz japonesa.....	13
2.2.	Características reproductivas de la codorniz japonesa .....	13
2.3.	Característica de los huevos Incubables .....	14
2.4.	Selección de reproductores.....	16
2.5.	Consumo de alimento .....	23
2.6.	Efecto edad de los reproductores.....	24
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	25
3.1	Ubicación y duración .....	25
3.2.	Edades a evaluar .....	27
3.3.	Parámetros de evaluación .....	28
3.3.1.	Porcentaje de fertilidad.....	28
3.3.2.	Mortalidad embrionaria .....	28
3.3.3.	Porcentaje de incubabilidad.....	29
3.3.4.	Porcentaje de nacimientos .....	29
3.3.5.	Consumo de alimento semanal y acumulado .....	29
3.3.6.	Retribución económica.....	29
3.4.	Modelo estadístico .....	30
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	32
4.1.	Fertilidad .....	32
4.2.	Incubabilidad .....	33
4.3.	Natalidad.....	34
4.4.	Mortalidad embrionaria .....	35
4.4.1.	Etapa de 0 a 8 días .....	35
4.4.2.	Etapa de 8 a 12 días .....	36
4.4.3.	Etapa de 12 a 17 días .....	36
4.5.	Peso de la Progenie .....	37
4.6.	Consumo de alimento semanal y acumulado.....	39
4.7.	Mortalidad de la Progenie.....	39
4.8.	Retribución Económica.....	41
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	42

<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	43
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	44
<b>VIII. ANEXOS</b> .....	54

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Resultados de investigación en la UNALM sobre parámetros reproductivos obtenidos en codornices.....	23
Cuadro 2. Valores medios de las características reproductivas de las codornices. ....	33
Cuadro 3. Valores medios de la mortalidad embrionaria de las codornices.....	35
Cuadro 4. Valores medios del rendimiento de la progenie de las codornices reproductoras. ....	37
Cuadro 5. Comparación entre el Consumo y peso semanal de cada lote. ....	40
Cuadro 6. Retribución económica de los lotes respecto a la incubación y la progenie. ....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Duración de la fertilidad en aves (A, codorniz japonesa; B, raza de engorda; C, gallina Leghorn blanca; D, pavo blanco grande) después de una sola inseminación (Reddish et al., 1996) .....	18
Figura 2. Peso (g) de la progenie de las codornices reproductoras. ....	38



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de Variancia del Porcentaje de Fertilidad (%).....	54
Anexo 2. Análisis de Variancia del Porcentaje de Natalidad (%).....	54
Anexo 3. Análisis de Variancia del Porcentaje de Incubabilidad (%).....	55
Anexo 4. Análisis de Variancia del Porcentaje de Embriodiagnos (0-8 días) (%).....	55
Anexo 5. Análisis de Variancia del Porcentaje de Embriodiagnos (8 - 12 días) (%).....	56
Anexo 6. Análisis de Variancia del Porcentaje de Embriodiagnos (12 – 17 días) (%) ...	56
Anexo 7. Análisis de Variancia del Consumo de Alimento (g) .....	57
Anexo 8. Análisis de Variancia del Consumo Acumulado (g) de Alimento de la Progenie	57
Anexo 9. Análisis de Variancia del Peso de la Progenie (g) .....	58
Anexo 10. Análisis de Variancia de la Mortalidad (%) de la Progenie.....	58
Anexo 11. Análisis de Variancia de la Regresión entre Consumo de Alimento (g) y Peso de la Progenie (g) .....	59
Anexo 12. Consumo de alimento (g) promedio por día de la progenie .....	60
Anexo 13. Consumo acumulado de alimento (g) de la progenie.....	61
Anexo 14. Peso de Progenie promedio semanal (g).....	62
Anexo 15. Mortalidad (%) de la progenie. ....	63
Anexo 16. Consumo Acumulado (g.) de la Progenie. ....	64
Anexo 17. Consumo acumulado (g) por cada edad de reproductora.....	65
Anexo 18. Composición, valor nutricional y precio calculado de las dietas experimentales de las codornices reproductoras.....	66
Anexo 19. Composición, valor nutricional y precio calculado de las dietas experimentales de la progenie.....	67
Anexo 20. Cambio diario del embrión de codorniz japonesa (Coturnix japónica) en desarrollo (Saraswati y Tana, 2014). ....	68

## RESUMEN

Un aspecto muy importante en la explotación de codornices es la reproducción, debido a que la fertilidad y la natalidad son características reproductivas con un gran valor económico directo. El presente trabajo de investigación se formuló con los objetivos de: 1) Evaluar el efecto de la edad de las codornices reproductores sobre la fertilidad, incubabilidad, natalidad y las características productivas de la progenie en codorniz (*Coturnix coturnix japónica*), (2) Evaluar el rendimiento de la progenie con respecto a la edad de sus progenitores y su retribución económica. El estudio fue realizado en la Unidad Experimental de Avicultura de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se emplearon 2000 huevos de codornices en total agrupados según la edad de la reproductora, distribuidas al azar, previa clasificación en 4 lotes, (11 semanas de edad, 21 semanas de edad, 30 semanas de edad y 44 semanas de edad). Cada lote tuvo cinco repeticiones, empleándose en cada unidad experimental 100 huevos de codorniz de su respectiva edad, luego para consumo y peso de la progenie se seleccionaron 30 codornices BB por repetición. Los resultados fueron analizados utilizándose un modelo matemático, para evaluar los resultados de los lotes sobre la fertilidad, natalidad, incubabilidad, mortalidad embrionaria, consumo de alimentos y el peso de la progenie hasta la sexta semana de edad. Se encontró efecto de la edad de los progenitores ( $P < 0.05$ ) mostrando los mejores resultados los de 21 semanas y 30 semanas, con respecto a la fertilidad (98% y 97%), natalidad (76.2% y 82.2%) e incubabilidad (86.6% y 79.9%), respectivamente. En la mortalidad embrionaria se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) sólo en la etapa intermedia (8 – 12 días) siendo el de 30 semanas de edad con el menor porcentaje (1.6%). Con respecto al rendimiento de la progenie no se encontraron diferencias estadísticas en el consumo de alimento, pero sí en el peso de la progenie ( $P < 0.05$ ) donde el lote de 44 semanas mostró mejor valor promedio que el de 21 semanas de edad con 81.43 g. y 78.25 g., respectivamente. Por lo tanto, las reproductoras de 21 y 30 semanas muestran los mejores parámetros reproductivos, sin embargo, las reproductoras de 44 semanas de edad muestran mejores pesos en la progenie. La mayor retribución económica fue para el lote de 30 semanas de edad con S/. 317.25 en comparación al de 11 semanas con S/. 287.27.

Palabras clave: Codorniz, Fertilidad, Incubabilidad, Natalidad, Reproducción.

## SUMMARY

A very important aspect in the exploitation of quail is reproduction, because fertility and birth are reproductive characteristics with a great direct economic value. The present research work was formulated with the objectives of: 1) To evaluate the effect of the age of the breeding quail on the fertility, hatchability, natality and productive characteristics of the progeny in quail (*Coturnix coturnix japonica*), (2) Evaluate the progeny's performance with respect to the age of their parents and their economic retribution. The study was carried out in the Experimental Poultry Unit of the National Agrarian University La Molina. A total of 2000 quail eggs were used grouped according to the age of the breeder, distributed randomly, after classification in 4 lots, (11 weeks of age, 21 weeks of age, 30 weeks of age and 44 weeks of age). Each batch had five repetitions, using in each experimental unit 100 quail eggs of their respective age, then for consumption and weight of the progeny 30 quail BBs were selected per repetition. The results were analyzed using a mathematical model, to evaluate the results of the lots on fertility, birth, hatchability, embryonic mortality, food consumption and the weight of the progeny until the sixth week of age. An effect of the age of the parents was found ( $P < 0.05$ ) showing the best results those of 21 weeks and 30 weeks, with respect to fertility (98% and 97%), birth (76.2% and 82.2%) and hatchability (86.6% and 79.9%), respectively. In the embryonic mortality significant differences were found ( $P < 0.05$ ) only in the intermediate stage (8 - 12 days) being the 30 weeks of age with the lowest percentage (1.6%). Regarding the performance of the progeny, no statistical differences were found in the food consumption, but in the weight of the progeny ( $P < 0.05$ ) where the 44-week batch showed a better average value than the 21-week-old with 81.43 g. and 78.25 g., respectively. Therefore, the breeders of 21 and 30 weeks show the best reproductive parameters, however, breeders of 44 weeks of age show better weights in the progeny. The highest economic retribution was for the 30-week-old lot with S/. 317.25 compared to the 11 weeks with S/. 287.27.

Key words: Quail, Fertility, Incubability, Natality, Reproduction.

## I. INTRODUCCIÓN

La codorniz es una especie con muchas características favorables para su crianza, destacando su precocidad de puesta, alto porcentaje de postura, elevado porcentaje de fecundidad, desarrollo embrionario corto, crecimiento rápido y gran resistencia a las enfermedades. Un lote de vital importancia en la explotación de la codorniz es la reproducción, donde se tiene poca información acerca de la edad apropiada de los reproductores para fertilizar sus huevos. A medida que avanza la postura, las aves producen huevos más pesados, de este modo se reduce la calidad de la cáscara del huevo, lo que puede repercutir negativamente en la calidad de ellos.

La madurez sexual se alcanza a la sexta semana de edad donde se inicia la etapa de postura, iniciándose la reproducción generalmente a los 60 días de edad. Se resalta la importancia de la fertilidad ya que, dentro de los sistemas de explotación, particularmente en granjas de reproductoras, cuyo fin es la producción de animales para la venta; por ello en estos sistemas es imprescindible obtener la mayor fertilidad posible, que conlleve a un mayor porcentaje de nacimientos (Kuurman *et al.*, 2003).

El objetivo general del presente estudio fue evaluar el efecto de la edad de las codornices reproductoras sobre los parámetros reproductivos (fertilidad, incubabilidad, natalidad) y las características productivas de la progenie. Para ello se plantearon los siguientes objetivos específicos, identificar la edad más adecuada en las codornices reproductores, para una buena fertilidad e incubabilidad de los huevos y evaluar el rendimiento de la progenie con respecto al lote de la edad de sus progenitores y su retribución económica.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Generalidades de la codorniz japonesa**

Las codornices japonesas (*Coturnix coturnix japónica*) cuando son pequeñas, tienen el plumón de color marrón claro rayado con bandas negras, adquiriendo un color cremoso canela conforme van creciendo. La diferencia entre sexos se manifiesta alrededor de los 20 a 25 días. Diferenciando las características físicas entre ambos sexos, tenemos que los machos presentan distintivas manchas negras o marrones rojizas en la zona de la garganta y barbilla en forma de ancla, existiendo gran variabilidad desde gargantas completamente negras hasta poco extensas; adquieren el color marrón rojizo siendo menos intenso el pecho y los flancos de las plumas. Las hembras en cambio carecen de la mancha oscura en la garganta, adquieren un color gris beige y poseen pequeñas manchas negras o pardas en el pecho, los flancos de las alas se presentan con manchas pardas y el abdomen amplio que favorece la aptitud de puesta (Ciriaco, 1996 y Blasco-Zumaeta, 2004).

Las codornices presentan dimorfismo sexual (I.N.R.A., 1989 y Rose, 1997), pesando las hembras adultas entre 120 y 160 g., mientras que los machos pesan entre 100 y 140 g. (Shim, 1998). Este aumento del peso de la hembra, que es de 10 a 20% mayor que del macho, se debe al desarrollo ovárico.

### **2.2. Características reproductivas de la codorniz japonesa**

Las codornices hembras inician su periodo reproductivo a los 60 días de edad; pues si bien ésta es sexualmente madura desde antes, sus huevos tienen un bajo porcentaje de eclosión, debido al menor desarrollo de la yema (Bisnoni, 1993). En los machos, la madurez sexual se alcanza a los 42 días de edad (Lucotte, 1990), pero su capacidad fecundante se inicia a los 50 días de edad, su actividad sexual es muy intensa durante 6 meses y luego desciende gradualmente.

La performance reproductiva de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japónica*) es importante en la gestión integral de la producción de estas aves, que destacan por su precocidad y por su buena producción de huevos. Narahari *et al.* (1988) indica que la edad de los reproductores influye en el peso del huevo, calidad del huevo, incubabilidad y calidad de la codorniz BB. Wooddard y Abplanalp (1967) encontraron que los machos de 21 semanas de edad son más activos y agresivos, que los de 61 semanas y las hembras jóvenes se aparean más frecuentemente que las viejas. La reproducción de la codorniz japonesa está fuertemente influenciada por el fotoperiodo (Robinson y Follett, 1982; Yasuo *et al.*, 2006).

La eficiencia reproductiva decae rápidamente en codornices ponedoras a partir de los 8 meses de edad, aunque la producción de huevos puede ser aún alta. Las cáscaras de huevos producidos por codornices ponedoras de más edad son usualmente más delgadas. Estas cáscaras pueden quebrarse o disminuir el porcentaje de nacimientos (National Academy Sciences, 1969). Los promedios de producción son muy variables en coturnicultura, tomándose como base 260 a 290 huevos/año (Bissoni, 1996), algunas ponedoras llegan a poner sobre 300 huevos en su primer año de producción (Wilson *et al.*, 1961).

Wilson *et al.* (1961) mencionan un fuerte efecto adverso sobre el porcentaje de nacimientos debido al incremento en tiempo de almacenaje de huevos para incubar y el aumento en la edad de las ponedoras. La velocidad de postura decrece bruscamente después que las codornices ponedoras tienen 26 semanas de edad, disminuyendo la curva de producción de huevos entre los 110 y 138 semanas de edad. En un estudio comparativo en la cual expresando el segundo año de producción como un porcentaje del primer año de producción para las codornices fue de 48,3%, en contraste con las gallinas y pavas, desde el segundo año de producción fue 68% y 65% respectivamente. Estas observaciones demuestran que la codorniz envejece más rápidamente que las especies gallináceas más grandes (Wooddard *et al.*, 1973).

### **2.3. Característica de los huevos incubables**

Los investigadores encuentran que mientras mayor sea el peso del huevo fértil incubable, mayor será el peso de la codorniz bebe. Un buen criterio es seleccionar huevos fértiles que pesen 12 gramos o más (usar balanza de por lo menos 0.1 gramos de precisión). Por ejemplo, si se seleccionan huevos fértiles con un peso promedio de 12.2 gramos, el peso de la codorniz

bebe al primer día de nacidos será de 8 gramos en promedio. En la selección de huevos para incubar se deben tener en cuenta las características morfológicas del mismo, ya que es un lote que determina directamente las posibilidades de incubabilidad (Chang *et al.*, 1974). El periodo de incubación para esta especie es de 17 días, pudiéndose obtener los primeros huevos fértiles a los 40-50 días de edad (Fitzgerald, 1969).

Los pasos que se siguen para la incubación son:

- a) Recolectar los huevos fértiles, colocarlos en bandejas porta huevos, eliminando aquellos huevos que presenten roturas, fisuras y aspectos irregulares.
- b) Almacenar los huevos fértiles en una habitación fresca y con poca luz. No almacenar los huevos por más de 7 días. Un promedio entre 3 a 4 días es lo óptimo.
- c) Antes de la carga en la incubadora, mantener los huevos en la sala de incubación por un tiempo de 12 horas (fase de precalentamiento). Luego desinfectarlos por aspersion con algún desinfectante comercial antes de incubar.
- d) Cargar los huevos en la incubadora cuando ésta alcanzó una temperatura de 37.5°C (99.5°F) y una humedad de bulbo húmedo de 30 °C (87°F). Es necesario mantener estas condiciones de temperatura y humedad durante toda la incubación (14- 17 días).
- e) Finalmente, llevar los huevos fértiles a la nacedora el día que salga el cotupollo del cascarón. Aquí se debe aumentar la humedad a 32°C (90°F). Para el proceso de secado del plumón dejar las codornices BB, 8 horas más dentro de la nacedora.

El periodo y la temperatura de incubación para los huevos en incubadora artificial es de 100 °F (37.7 °C) por los 16 días, temperaturas arriba de 103 °F (39.9 0°C) pueden ser perjudiciales, reduciendo la eclosión. La humedad puede ser mantenida en 60 – 70 por ciento, rotando los huevos cada 8 horas, la fertilidad de los huevos puede ser de 60 a 70 por ciento. De acuerdo al desarrollo, y a medida que se acerca la eclosión, la temperatura y la humedad varían, siendo recomendable que la incubadora debe estar situada en un lugar ventilado, fresco, o esté aislada de cambios bruscos de temperatura. No se debe comenzar la incubación hasta que no esté bien graduada la incubadora, para lo cual es recomendable seguir las instrucciones de cada marca. Los procedimientos a seguir durante la incubación arrojan las siguientes instrucciones:

## **2.4. Selección de reproductores**

Si se quiere mantener una producción eficiente y de rendimientos adecuados, los reproductores deben ser debidamente seleccionados, y debe reunir las siguientes condiciones: precocidad, alta postura y alta fertilidad.

### **2.4.1. Machos**

Los machos elegidos como reproductores deben tener las siguientes características: desarrollo precoz, contextura fuerte y bien proporcionada, vivaces, con plumaje completo y en buenas condiciones. Las plumas de color oscuro y en el pecho color canela lo más intenso posible.

### **2.4.2. Hembras**

También de desarrollo precoz, bien proporcionados y con el plumaje de color oscuro, completo y brillante. Cuello largado y cabeza pequeña.

#### **2.4.2.1. Fertilidad de Codornices**

La fertilidad en aves de corral depende sobre sucesos de un número de pasos críticos de la espermatogénesis, maduración extra gonadal, además de la supervivencia y función del esperma en el oviducto (Froman *et al.*, 2004). En codornices la estrategia del reproductor macho incluye una rápida producción, maduración y transporte de espermias, aunque el tracto reproductivo se asocia con una limitada capacidad para el almacén en los ductos genitales (Clulow y Jones, 1982).

Sefton y Siegel (1973) indican que la actividad copulatoria es máxima entre las 10 y 30 semanas de edad y luego comienza a declinar. Wooddard y Abplanalp (1971) hallaron que la máxima fertilidad fue alcanzada después del impulso inicial de la producción de huevos y después declino gradualmente hasta que las aves alcanzaron las 32 semanas de edad. Babu *et al.* (1991) evaluaron codornices desde las 7 hasta las 50 semanas de edad, encontrando que los porcentajes de fertilidad e incubabilidad fueron menores al inicio de postura (7 a 10 semanas), luego fueron significativamente altos de 11 a 46 semanas de edad y después comenzaron a declinar de allí en adelante.

Othman *et al.* (2014) evaluaron tres diferentes edades de codornices reproductoras: menores de 20 semanas, de 20 a 32 semanas y mayores de 32 semanas de edad, hallando que las aves



de edad intermedia tenían una fertilidad e incubabilidad mayores que las aves de otras edades. Genchev (2010) encontraron una mayor fertilidad e incubabilidad en codornices de 2 a 4 meses de edad de producción en comparación con codornices de 1 y 5 meses de edad de producción. En general, diversas investigaciones han determinado que la fertilidad e incubabilidad disminuían significativamente conforme avanza la edad de las codornices reproductores (Seker *et al.*, 2004a; Seker *et al.*, 2004b; Dudusola, 2013).

En cuanto a los ratios de apareamiento hembra: macho, Wooddard y Abplanalp (1967) evaluando relaciones de 1 hasta 6 hembras por macho, encontraron que con relaciones de 1:1 y 2:1 se obtuvieron los mayores niveles de fertilidad. Narahari *et al.* (1988) no hallaron diferencias tanto en fertilidad como en incubabilidad empleando proporciones de 2:1 hasta 5:1 hembras por macho en codornices entre 21 y 47 semanas de edad. Ipek *et al.* (2004) reportan mayores niveles de fertilidad con las proporciones de 2 y 3 codornices hembras por macho, en comparación con el empleo de 1 y 5 hembras por macho. Asimismo, los niveles de fertilidad fueron más altos con reproductores de 11-14 y 15-18 semanas que con aves de 7-10 y de 19-22 semanas de edad. Narine *et al.* (2013) evaluaron ratios de apareamiento y hallaron mayores niveles de fertilidad empleando 1 y 2 hembras por macho, que cuando emplearon 3, 4 o 5 hembras por macho. Ali *et al.* (2013) reportan mayores niveles de fertilidad con la proporción de 1:1 (79%), seguido por los grupos 2:1 (74%), mientras que los de 3:1 y 4:1 hembras por macho obtuvieron 70%. Igualmente, los mayores porcentajes de incubabilidad se obtuvieron con la proporción de 1 hembra por macho. Dere *et al.* (2009) reportaron que no existen diferencias en porcentajes de incubabilidad entre codornices reproductoras de 3 y 6 semanas de edad. Vásquez y Ballesteros (2007) recomiendan utilizar un macho por cada tres a cuatro hembras. En tanto, Cumpa (1995) y Valladares (2003) recomiendan una relación de un macho para tres hembras para asegurar una fecundidad del 80% de los huevos.

El almacenamiento de los huevos y las condiciones de envío también pueden contribuir a la fertilidad del huevo, por ejemplo, los niveles bajos de fecundidad del huevo se pueden observar si éstos se exponen a altas temperaturas durante el transporte; los cuales deben ser transportados en contenedores refrigerados para mitigar esta preocupación.

La codorniz es una especie polígama, conocida por su notable capacidad sexual. El macho es capaz de cubrir a distintas hembras consecutivamente y, éstas, a su vez, pueden ser fecundadas por más de un macho en el curso de pocas horas. En las condiciones de cría

industrial el apareamiento es rápido, brusco y relativamente poco específico: por regla general, no hay elección entre las parejas, ya que cualquier macho adulto vigoroso, forzará a cualquier hembra a aparearse con él (Lucotte, 1985).

El uso del sistema rotativo se basa en la duración de la fertilidad de las hembras después de una sola copula, ya que las aves pueden almacenar espermatozoides viables hasta por una semana en los nichos espermáticos ubicados en la unión útero-vaginal, manteniendo durante este tiempo una buena fertilidad, es por ello que las inseminaciones de tipo artificial se realizan una vez por semana (Hafez y Hafez, 2002).

En la siguiente figura se muestra la fertilidad de los espermatozoides y como esta disminuye con el paso de los días en diferentes aves.

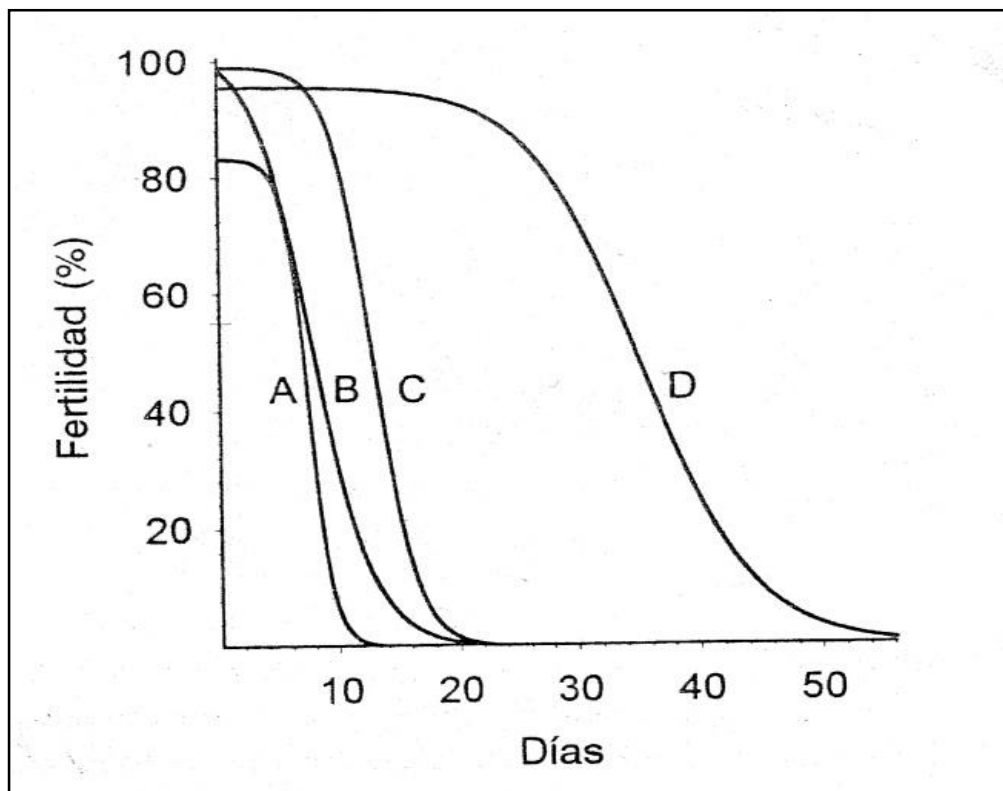


Figura 1. Duración de la fertilidad en aves (A, codorniz japonesa; B, raza de engorda; C, gallina Leghorn blanca; D, pavo blanco grande) después de una sola inseminación (Reddish *et al.*, 1996)

#### 2.4.2.2. Incubabilidad

La incubabilidad de los huevos no depende simplemente de proveer el ambiente correcto en la incubadora, sino que puede estar influenciado por muchos lotes de mantenimiento y

biológicos como la línea genética, la edad de las aves, la dieta, la estación del año, la salud de las aves, el proceso de manejo de los huevos, tamaño del huevo y la calidad del cascarón (French, 2000).

Existe una correlación positiva entre los promedios del peso de huevo incubable y el peso de nacimiento de la codorniz japonesa, para los tres lotes (5,10 y 15 meses), siendo la correlación más alta  $R^2 = 0.942$  observada en el lote 2 (10 meses); obteniéndose en el lote 1 (5 meses) y lote 3 (15 meses), correlaciones de  $R^2 = 0.863$  y  $R^2 = 0.821$ , respectivamente (Lembcke *et al.*, 2001). Para Begin y Maclaury (1974), quienes, trabajando con codornices de 24, 40 y 60 semanas obtuvieron porcentajes de incubabilidad de 77.63%, 84.73% y 74.39% respectivamente. También en codornices, Chahil y Johrison (1974) trabajando con lotes de 28, 32, 36, 40 y 44 semanas de edad obtuvieron porcentajes de incubabilidad de 35.59%, 47.49%, 70.04%, 64.51% y 66.25% respectivamente. Lucotte (1990) menciona un porcentaje de eclosión en codornices de 80%, asimismo Bissoni (1993) encontró que el porcentaje de nacimientos en codornices era de 85%. El tamaño del huevo, forma y patrones de color varían considerablemente en la línea de los padres; por lo general tienen manchas marrones, pero también puede aparecer cubierto de nieve blanca, con manchas de color marrón con una cubierta azul calcáreo, o de otro tipo. Los tamaños también varían, con 9-10 huevos por puesta en Rusia y 5-8 en Japón. La hembra incuba los huevos en la naturaleza (Del Hoyo *et al.*, 1994).

La penetración bacteriana a través de la cáscara de huevo depende de la supervivencia bacteriana en las condiciones de la superficie y el almacenamiento de cáscara de huevo (Gole *et al.*, 2014). Una vez secos, los huevos deben ser transferidos a cajas de huevos disponibles en el mercado diseñados para dar cabida a los huevos de codorniz. Los huevos de codorniz fertilizados se conservan mejor con su extremo grande arriba o de costado; estas recomendaciones mejoran el desarrollo del embrión y orientan al embrión en una posición experimentalmente deseada. Idealmente, los huevos deben ser almacenados en un conjunto frigorífico a 13 °C y equipados para proporcionar 65% de humedad relativa. Envolviendo huevos en sus casilleros una vez al día, mejora la capacidad de eclosión. Los huevos se pueden almacenar aproximadamente a 11 °C durante un máximo de 15 días, 21 °C durante un máximo de 10 días, y 27 °C durante un máximo de 5 días sin una disminución significativa en el porcentaje de nacimientos (Garip y Dere, 2011).

Se necesitará una incubadora de eclosión independiente equipada con bandejas de eclosión. Los termostatos digitales permiten temperaturas y niveles de humedad constante a ser mantenidas en incubadoras modernas. La temperatura interna de la incubadora y la humedad relativa deberán ser monitoreadas en la configuración inicial y todos los días durante la incubación con una alta calidad, termómetro calibrado. Mantener un stock de numerosas piezas de recambio se recomienda para facilitar reparaciones oportunas. Las incubadoras deben estar conectados a circuitos eléctricos con generadores de respaldo para asegurar que los picos de tensión o cortes no dañen los huevos. Una temperatura de incubación de 38 ° C y 50-65% de humedad relativa resultados en el desarrollo embrionario óptimas.

#### **2.4.2.3. Desarrollo Embrionario**

En el desarrollo embrionario, intentar definir exactamente la edad del embrión a partir de una descripción morfológica presupone cometer errores. La velocidad del desarrollo embrionario varía en función de muchos lotes, entre ellos el origen del huevo, la conservación previa, la temperatura de incubación, etc. Las diferencias son más notables los primeros días de la incubación. La codorniz japonesa resulta ser un modelo animal modelo en desarrollo biológico y está siendo usado para la investigación de una variedad de sistemas evolutivos (Douarin y Lievre, 2012). La codorniz japonesa está considerada para ser una especie sobresaliente de las codornices comunes (Johnsgard y Paul, 2009). En comparación con los huevos de gallinas, los huevos de la codorniz japónica son pequeños, midiendo cerca de 30 mm. de longitud y pesando aproximadamente 10 g, aunque como todas las especies aviares estos son variables. El periodo de incubación de la codorniz japónica es aproximadamente 16 días en promedio (Ainsworth *et al.*, 2010).

El tamaño promedio de los huevos que serán incubados es de 11 a 13 gramos. El tamaño normal puede ser alcanzado después que las codornices alcancen una edad de 2.5 meses. Además, tienen una alta nutrición cárnica, ya que su carne puede ser usada como una alternativa a escoger porque éste contiene altos niveles de proteína (Kartikayudha *et al.*, 2013). El desarrollo embrionario de la codorniz ocurre en el cuerpo (oviducto) y fuera del cuerpo (Sturkie, 2000). Poco después de que el óvulo haya sido liberado del ovario de la hembra, es recogido por el infundíbulo. Los espermatozoides del macho se pegan a los pliegues del infundíbulo. Poco después de que el óvulo es recogido arriba por el infundíbulo, muchos espermatozoides entran en contacto con el disco germinal, pero sólo uno se une con el ovulo, necesitando los gametos para fertilizar sus huevos (Kamini y Galef, 2004). Así se

produce la fecundación antes de poner el huevo, luego cerca de tres horas después de la fecundación, la célula recién formada se divide y hace dos células, luego hay cuatro, ocho, dieciséis, y más. La división celular continúa hasta que haya muchas células agrupadas en pequeños puntos blanquecinos visibles sobre la superficie superior de la yema de huevo (Anexo 22). La energía obtenida para el desarrollo, se obtiene de una serie de alimentos que contenían los huevos y de las glándulas de excreción del revestimiento del útero. Después de la ovoposición, el desarrollo del embrión ocurre fuera del cuerpo (Smith, 2014), durante este desarrollo, el embrión adquiere comida de la yema de huevo y obtiene protección de la clara y la cáscara de huevo. Las células embriogénicas crecen y evolucionan a través de varias fases, blástula, gástrula, mórula, organogénesis, embrión (Hill, 2014). El desarrollo de los embriones de codorniz es un período crítico que determina cuándo eclosiona el embrión, creciendo rápidamente durante la incubación.

#### **2.4.2.4. Embriodiagnos**

La práctica común, tal y como señalan Muriel y Serrano (2008) es realizar el embriodiagnóstico, el cual representa una herramienta muy útil para determinar que la falla de eclosión de un huevo puede deberse a la ausencia de fertilidad, lotes que afectan la calidad del huevo a incubar, como son el almacenamiento, u otros lotes que pudiesen afectar la viabilidad de éste. Las causas de mortalidad embrionaria son diversas, pudiendo ser debidas a lotes genéticos o medioambientales o a la imposibilidad del embrión de realizar un adecuado intercambio de gases y de agua a través de la cáscara (Kuurman *et al.*, 2001). La práctica de abrir los huevos, los cuales no han eclosionado un pollito, y que quedan como remanentes en las bandejas de las nacedoras luego del período de incubación, es una herramienta muy útil para determinar si la falla en el nacimiento se produjo a una edad determinada del embrión, o bien a una falla en la fertilidad, u otras causas que afectan la calidad del huevo y su viabilidad. A este procedimiento se lo denomina embriodiagnos, que si bien, debido al momento en que se realiza, se pueden presentar alteraciones que son propias de degradación, con un entrenamiento y conocimiento adecuados se pueden diagnosticar y solucionar problemas que se presentan, tanto en las granjas de reproducción como en la misma planta de incubación.

En la codorniz japonesa, la embriogénesis progresa más rápido que en el pollo, pero estrechamente refleja a la gallina. Intentar definir exactamente la edad del embrión a partir de una descripción morfológica presupone cometer errores. La velocidad del desarrollo

embrionario varía en función de muchos lotes, entre ellos el origen del huevo, la conservación previa, la temperatura de incubación, etc. Las diferencias son más notables los primeros días de la incubación.

#### **2.4.2.5. Codornices BB**

Lucotte (1985) manifiesta que una natalidad de 80% puede considerarse muy buena, mientras que para Bissoni (1993) los valores de natalidad están comprendidos entre 60 a 70%. Cumpa (1996) reporta un porcentaje de eclosión del 85%. Valladares (2003) encontró porcentajes de natalidad de 63.16% y 66.86 % en aves de 21 y 47 semanas de edad respectivamente.

#### **2.4.2.6. Natalidad**

Según Galíndez *et al.*, (2009) se obtuvieron promedios de eclosión total y de huevos fértiles de 25,8 y 42,3%, con errores estándar de 2,0 y 2,2%, respectivamente. El promedio de eclosión para huevos fértiles fue inferior a los reportes de Ortega (1994), pero superior al señalado por Mejía (2005), Uztariz (2005) y Ravel (2006). Es necesario mencionar que dichas diferencias pueden tener causas diversas, las cuales se refieren no sólo a la temperatura, humedad y movimiento de los huevos, sino que se debe adicionar el tiempo de almacenamiento de los huevos, las condiciones de almacenamiento y el peso del huevo.

Estas condiciones pueden variar entre una investigación y otra, siendo fuentes silentes y no identificadas de variación. A los 16 días de incubación, huevos de codorniz deben ser trasladados a una incubadora para la eclosión de los huevos, a las cámaras de nacimiento, y se colocan en sus lados en bandejas o compartimentos; las cámaras de nacimiento se mantendrán aproximadamente a 38 ° C y 70% de humedad relativa.

Sobre la humedad relativa, la relación entre la humedad absoluta actual a la más alta humedad absoluta sea posible (que depende de la temperatura actual del aire), se puede medir usando un higrómetro de bulbo húmedo. Las bandejas deben ser cubiertas con papel suave y absorbente para proporcionar una buena tracción para las crías; si el material de revestimiento es demasiado lisa o pulida, las crías a menudo desarrollan la pierna chaflán. Si la malla de alambre es demasiado grande, las crías pueden caer en ella o queden atrapadas sus cabezas, alas o patas en la malla de alambre.

Cuadro 1. Resultados de investigación en la UNALM sobre parámetros reproductivos obtenidos en codornices

<b>Autor</b>	<b>Sistema de empadre</b>	<b>Relación Hembra/Macho</b>	<b>Fertilidad (%)</b>	<b>Natalidad (%)</b>
Montalvo (1999)	Continuo	3:1	97.00	72.60
Alejandro (2000)	Continuo	-	83.70	62.05
Cabrejos (2008)	Continuo	3:1	85.38	84.54
Galíndez <i>et al.</i> (2009)	Continuo	3:1	86.20	-
Galíndez <i>et al.</i> (2009)	Rotativo	3:1	80.85	-
Andrade (2009)	Continuo	3:1	91.75	68.45
Roncal (2010)	Continuo	3:1	91.17	84.34

Durante las primeras 24 horas en la incubadora, sin comida ni agua es necesaria porque las crías obtienen la nutrición de su saco vitelino que replegadas en su celoma en los días antes de la eclosión. Es comprensible que los pollos nacidos se han agotado, pero por lo general se fortalecen e incrementan la actividad durante 24 h. Dentro de las 24 h de incubación, los pollitos deben ser trasladados a una incubadora separada.

## **2.5. Consumo de alimento**

El consumo de alimento de la codorniz reproductora varía entre 21 y 24 g por día, dependiendo del contenido de energía del alimento (Lucotte, 1985; Buxadé, 1995). Pérez (1974) señalan en las codornices adultas un consumo aproximado entre 20 y 25 g. de ración por día, en la cual dicho alimento debe tener un contenido proteico entre 18 y 22%. Por su parte, Beltrán (1996), Moreno (1998), Montalvo (1999), Chia (2002) y Cabrejos (2008) reportaron consumos en la codorniz reproductora entre 22 a 25 g por día. En tanto, Yabar (2002) y Crispin (2006) reportan consumos de 25.69 y 27.14 g/a/d respectivamente, mientras Valladares (2003) reporta 30.3 y 26.24 g por día en aves de 21 y 47 semanas, respectivamente. La codorniz japonesa produce 1 kg de huevos por 3.6 kg de alimento consumido. Por su parte, Montalvo (1999) reportó conversiones de alimento en codornices de postura que van de 3.35 a 4.17, mientras Alejandro (2000) encontró conversiones de 4.86

a 5.54 en codornices de 60 a 102 días de edad. De igual manera, Lázaro *et al.* (2005), hallaron conversiones de alimento que van de 4.28 a 4.35 y Crispin (2006) reportó conversiones de alimento de hasta 3.32.

## **2.6. Efecto edad de los reproductores**

En trabajos sobre huevos de gallina, dentro de los lotes más importantes que influyen en la calidad de la albúmina son la edad de las aves, el efecto de la temperatura y la humedad durante el almacenaje. A medida que el lote de aves envejece, el promedio de la calidad de la albúmina disminuye. El lote edad resulta crucial cuando se adicionan lotes ambientales durante el almacenaje. A medida que la temperatura ambiente aumenta, el deterioro de la albúmina es más rápido, especialmente si la humedad relativa es baja. Es por esta razón que, en países que no cuentan con una buena cadena de frío, es más frecuente encontrar problemas en la calidad de la albúmina en huevos grandes, que son los que producen las codornices de mayor edad. Consecuentemente, los huevos deberían ser recolectados en forma frecuente y distribuidos en condiciones de ambiente fresco con temperatura, humedad relativa y ventilación adecuada lo más rápido posible (Arias *et al.*, 1998). Silversides y Scott (2001) establecen que en huevos de gallina la altura de albúmina de huevos frescos es afectado por la edad de la ponedora, en cambio el pH de albúmina no es afectado por esta variable. Un estudio realizado por Yannakopoulos y Tserveni-Gousi (1986) usaron huevos de codorniz de ponedoras japonesas entre los 49 y 154 días de edad, con el objeto de estudiar la influencia de la edad de las codornices ponedoras sobre su calidad de huevo, donde establecieron que a medida que avanzan en edad las ponedoras el peso del huevo y peso de cáscara, más membranas incrementan significativamente, índice de forma y gravedad específica decrecieron pero no significativamente, mientras que el espesor de la cáscara disminuyó significativamente; por otra parte, el peso de albúmina y de yema incrementó significativamente.



### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación y duración**

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la Unidad Experimental de Avicultura de la Universidad Nacional Agraria La Molina, la cual tuvo una duración de 3 meses comprendidos entre Octubre a Diciembre del 2016.

##### **a. De las codornices reproductoras**

Primera etapa: Se recolectó huevos donde la reproducción es bajo un sistema de empadre continuo, con una relación hembra: macho de 3 a 1, ubicados en jaulas con 12 codornices (9 hembras: 3 machos), las cuales se obtuvieron a partir 2880 codornices reproductoras, dividiéndose en 4 lotes de 720 codornices las cuales se encontraban en 10 baterías cada lote. Las edades que se evaluaron fueron codornices de 11, 21, 30 y 44 semanas de edad. Los huevos fueron acopiados en cajas de cartón para su posterior pesaje, registro y almacenaje (entre 15 y 20°C con 75-80% de HR), empleándose en cada repetición 100 huevos de codorniz de su respectiva edad para posteriormente ser incubadas. Esta condición se mantuvo inalterable en todos los lotes durante el desarrollo del experimento.

Segunda etapa: Después de ser incubados los 100 huevos por repetición se produjo el nacimiento de las Codornices BB, por edad de la codorniz reproductora, luego se escogieron al azar 30 codornices BB y se procedió al pesaje con una balanza digital. Las dos primeras semanas se procedió a criar en corrales cuidando la temperatura con la campana de calefacción, además de haber instalado microclimas con malla arpillera. Después se trasladó 30 codornices por jaula, teniendo 6 jaulas por batería, manteniéndose esta repartición hasta el final del experimento.

##### **b. Instalaciones y materiales**

El experimento se llevó a cabo en el galpón número 1 destinado para la crianza de codornices de postura, cuyas dimensiones son: 6 m. de ancho, 16 m. de largo y 3 m. de alto. Las paredes

laterales del recinto fueron debidamente protegidas con mallas metálicas y recubiertas con cortinas de arpillera blanca para así evitar los vientos fuertes, además de restringir el ingreso de otros animales.

Dentro del mencionado galpón, se emplearon 50 jaulas metálicas de dimensiones: 60 cm. de largo, 40 cm. de ancho y 17 cm. de alto. Cada jaula fue equipada con un bebedero tipo copa y un comedero de latón. Para la elaboración de los alimentos en polvo, se utilizó dos tipos de balanzas: una mecánica de 500 kg., para el pesaje de los insumos mayores y una electrónica de 30 kg. para los aditivos. Se usó la mezcladora horizontal de 500 kg de capacidad de la Unidad Experimental de Avicultura.

La incubadora eléctrica marca Masalles con capacidad para 6720 huevos de codornices fue acondicionada a fin de incubar los lotes de huevos procedentes de la granja, siendo incubados cien huevos por repetición, previamente seleccionados.

### **c. Del proceso de incubación**

Se realizaron las incubaciones y para cada una se tuvo la siguiente secuencia:

Se recolectaron los huevos una vez al día, en las primeras horas de la mañana; luego fueron seleccionados realizando una clasificación por buenas características físicas, retirando aquellos no aptos para ser incubados.

Siendo el objeto de la presente investigación determinar la fertilidad, incubabilidad y natalidad de los huevos, sólo se dejó de incubar aquellos huevos que por su estado no fuera posible su desarrollo durante la incubación (defectuosa o rota). Los huevos fueron clasificados según el lote edad de reproductora y las repeticiones, para luego ser almacenados por 4 días, antes de su ingreso a la incubadora. La temperatura de incubación fue de 37.5°C y humedad relativa de 60 a 65%. Los nacimientos se registraron a los 17 días de incubación.

Se realizó la embriodiagnosia con los huevos no eclosionados al final de cada periodo de incubación determinado, rompiendo el cascarón y observando su contenido para determinar la presencia del disco germinal, que es la célula reproductiva de la hembra donde el disco germinal puede verse a simple vista como una pequeña mancha blanquecina sobre la superficie de la yema (Anexo 20).

#### **d. Manejo de la Progenie**

Las actividades diarias comenzaban en las mañanas, iniciando con la alimentación de las aves, la verificación del sistema de agua y la limpieza de las jaulas. El alimento fue suministrado *ad libitum*, previamente antes de colocar el nuevo alimento diariamente, luego se pesaba y registraba los residuos semanalmente.

Para el manejo de la progenie se utilizaron materiales como balanza, cubetas, campaña de calefacción, focos, arpilleras para el microclima del medio ambiente, pediluvio y todo el implemento de ropa de trabajo adecuada.

#### **e. Alimentación**

La composición de las dietas experimentales, así como su valor nutritivo se hallan indicados el Anexo 18, los cuales fueron formuladas usando el programa Mixit-2, de acuerdo a los requerimientos nutricionales de la codorniz japonesa en inicio y recría (Tablas Brasileñas para aves y cerdos, 2011).

#### **f. Sanidad**

Antes del experimento se realizó la limpieza y desinfección del galpón, de las jaulas de experimentación y los equipos.

Durante la conducción del estudio no se les realizó lote preventivo alguno contra enfermedades. Diariamente se tuvo especial cuidado en observar el comportamiento de las aves, actuar frente a problemas de manejo y evitar el ingreso y presencia de aves silvestres o roedores.

El recojo de las heces se realizó una vez por semana y la limpieza de las instalaciones se realizó con una frecuencia de dos días. Asimismo, durante toda la ejecución del estudio se mantuvieron limpios los bebederos y comederos.

### **3.2. Edades a evaluar**

Se utilizaron 2000 huevos fértiles agrupados según la edad de reproductora, de codornices hembras de 11, 21, 30 y 44 semanas de edad, respectivamente. Cada edad tuvo cinco repeticiones.

Los lotes, edad de las codornices, fueron:

<b>Edad de las Codornices Reproductoras</b>	<b>Peso promedio de huevos (gramos) <math>\bar{X} \pm D.S</math></b>
11 Semanas de Edad	9.55 $\pm$ 0.55 g.
21 semanas de edad	9.84 $\pm$ 0.84 g.
30 semanas de edad	10.98 $\pm$ 0.49 g.
44 semanas de edad	12.28 $\pm$ 0.82 g.

### 3.3. Parámetros de evaluación

#### 3.3.1. Porcentaje de Fertilidad

La fertilidad hace referencia al número de huevos embrionados en relación al número de huevos colocados en la incubadora. Es decir, la fertilidad muestra la aptitud de unión del espermatozoide y el óvulo.

Se determinó contando el número de huevos con embriones y huevos eclosionados sobre el número total de huevos incubados.

$$\% \text{ Fertilidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de huevos fértiles}}{\text{N}^\circ \text{ de huevos introducidos en la incubadora}} \times 100$$

#### 3.3.2. Mortalidad embrionaria

Se llevó el registro diario de los animales muertos por cada lote antes del final de la etapa de incubación (17 días). El porcentaje de mortalidad embrionaria se obtuvo al dividir el número de embriones muertos durante los días de incubación entre el número de huevos incubados.

$$M.E. (0 - 8 \text{ días}) = \frac{\text{Embriones muertos en } 0 - 8 \text{ días}}{\text{N}^\circ \text{ de huevos incubados}} \times 100$$

$$M.E. (8 - 12 \text{ días}) = \frac{\text{Embriones muertos en } 8 - 12 \text{ días}}{\text{N}^\circ \text{ de huevos incubados}} \times 100$$

$$M.E.(12 - 17 \text{ días}) = \frac{\text{Embriones muertos en 12 - 17 días}}{\text{N° de huevos incubados}} \times 100$$

### 3.3.3. Porcentaje de incubabilidad

La incubabilidad hace referencia al éxito del proceso de incubación o lo que es lo mismo, la capacidad del huevo para eclosionar, produciendo una codorniz viable.

$$\text{Incubabilidad} = \frac{\text{N° de Codornices BB eclosionados}}{\text{N° de huevos fértiles}} \times 100$$

### 3.3.4. Porcentaje de nacimientos

Se determinó contando el número de codornices bebés nacidas con respecto a los huevos incubados.

$$\% \text{ Natalidad} = \frac{\text{N° de Codornices BB viables}}{\text{N° huevos incubados}} \times 100$$

### 3.3.5. Consumo de alimento semanal y acumulado

El consumo de alimento de los animales en la progenie hasta la sexta semana de edad se obtuvo a través del residuo de alimento obtenido a final de cada semana y dividido sobre el número total de animales.

### 3.3.6. Retribución económica

Se determinó la retribución económica (expresada en nuevos soles) por diferencia entre los ingresos y egresos producidos con cada lote edad madre.

Los ingresos están representados por las ganancias obtenidas en relación al número de codornices vendidas. Para los egresos, se consideró el costo de los huevos fértiles, incubables y de alimentación durante el ensayo.

### 3.4. Modelo estadístico

Se evaluó el efecto de edad de las reproductoras en respuesta a las variables de las codornices reproductoras. Se utilizó un modelo matemático, con cuatro lotes (semanas de edad de las codornices) y cinco repeticiones por lote. Para las características de fertilidad, natalidad, incubabilidad y mortalidad embrionaria, se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + E_i + e_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Es la variable respuesta de la i-ésima edad de la reproductora de la j-ésima repetición, para las variables: fertilidad, natalidad, incubabilidad, mortalidad embrionaria.

$\mu$  = Es el efecto de la media general.

$E_i$  = Es el efecto del i-ésimo edad de la reproductora.

$e_{ij}$  = Es el efecto del error experimental en la i-ésima edad de la reproductora y la j-ésima repetición.

Para realizar la comparación del promedio de las edades, se realizó el ANVA para el efecto de la reproductora y para la comparación de medias se utilizó la prueba de LSD a un nivel de significancia de  $\alpha=5\%$ ; previamente los datos de los porcentajes de fertilidad, incubabilidad, mortalidad embrionaria y natalidad fueron transformados mediante la fórmula:  $\text{ArcSen} \sqrt{(Y_{ij}/100)}$  para que los datos se ajusten a una curva normal (Calzada, 1982). Para las características de Peso (g.) y peso de la progenie (g.) se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} \text{ Peso, Consumo} = \mu + E_i + e_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Es la variable respuesta del i-ésimo edad de la reproductora con la j-ésima repetición de las variables respuesta consumo de alimento (g.) y peso de la codorniz (g.)

$\mu$  = Es el efecto de la media general.

$E_i$  = Es el efecto del i-ésimo edad de la reproductora.

$e_{ij}$  = Es el efecto del error experimental en la i-ésima edad de la reproductora y la j-ésima repetición.

Para realizar la comparación del promedio de los lotes en cada semana y los análisis de variancia; se utilizó la prueba de LSD a un nivel de significancia de  $\alpha = 5\%$ . El análisis estadístico se llevó a cabo con el software estadístico SAS 9.4 (Statistical Analysis System, Cary NC, USA).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Fertilidad

En el Cuadro 2 se presenta los resultados del porcentaje de Fertilidad. El análisis de variancia indica que hubo diferencias significativas entre los huevos procedentes de codornices de diferentes semanas de edad el cual se muestra en el Anexo 1.

Los mayores porcentajes de fertilidad ( $p < 0.05$ ) mediante la prueba de comparación de medias LSD, se obtuvieron en las reproductoras de 21 semanas de edad, (Cuadro 2) con un valor de 98%, y de 30 semanas de edad, con un valor de 97% y los menores porcentajes de fertilidad corresponde a las reproductoras de 11 semanas de edad y de 44 semanas de edad, ambas con valores de 92%. Asimismo, los valores promedio en huevos fértiles de todos los lotes están por encima del 90%. Los valores obtenidos en este estudio son similares a Montalvo (1999) que encontró una fertilidad de 97% con un sistema continuo (relación 3:1), pero son superiores a los resultados de Lucotte (1985), que empleó una relación de una codorniz macho con dos hembras, obteniendo una fertilidad promedio de 80%. Asimismo, Ravel y Basilio (2005) reportan una fertilidad de 61 a 68% en codornices reproductoras, con una relación hembra: macho de 3 a 1. Por otro lado, Galíndez et al., (2009) obtuvo 80.85% y 86.22 % de fertilidad en sistemas de apareamiento rotativo y continuo, respectivamente.

Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Wooddard y Abplanalp (1967), Sefton y Siegel (1973) y Dudusola (2013) quienes hallaron una fertilidad significativamente mayor en aves jóvenes comparadas con aves mayores de 32 semanas. De otro lado, Babu *et al.* (1991) reportaron que la fertilidad de la codorniz se mantiene en un nivel estable desde las 11 hasta las 46 semanas de edad y que a partir de esta edad muestra un descenso. Sin embargo, también difiere con Valladares y Cumpa (2015) quienes hallaron que las aves de 47 semanas tuvieron en promedio un porcentaje de fertilidad significativamente mayor que las aves de 21 semanas de edad, hecho que contradice al presente estudio donde las codornices de 21 semanas obtienen el mayor porcentaje. Asimismo, Valladares (2003)



encontró porcentajes de fertilidad de 75.86% y 64.91% en aves de 21 y 47 semanas de edad con una relación hembra: macho de 3 a 1.

Cuadro 2. Valores medios de las características reproductivas de las codornices.

<b>Edad de Reproductora</b>	<b>Fertilidad %</b>	<b>Incubabilidad %</b>	<b>Natalidad %</b>
11 semanas	92 <sup>b</sup>	74.3 <sup>ab</sup>	66.0 <sup>b</sup>
21 semanas	98 <sup>a</sup>	79.9 <sup>ab</sup>	76.2 <sup>a</sup>
30 semanas	97 <sup>a</sup>	86.6 <sup>a</sup>	82.2 <sup>a</sup>
44 semanas	92 <sup>b</sup>	67.1 <sup>b</sup>	58.2 <sup>b</sup>
<b>P- value</b>	<b>0.0021(**)</b>	<b>0.0141(*)</b>	<b>0.0003 (**)</b>

En cada columna, las medias seguidas por diferentes letras difieren estadísticamente  
 (\*\*) P<0.01  
 (\*) P<0.05  
 n.s. P>0.05

Estos resultados también pueden deberse al sistema de empadre que utiliza la granja, ya que en un apareamiento continuo donde el macho se encuentra constantemente con la hembra, el número de cópulas es mayor que en otro tipo de sistemas; ya que según Reddish *et al.* (1996), menciona que la fertilidad de los espermatozoides disminuye mientras van pasando los días.

Un lote para la disminución de la fertilidad es también por la época de mayor temperatura ambiental y menor humedad relativa (Lima), lo cual coincide con el reporte de Ozbey y Ozcelik (2004). Probablemente la causa de la menor fertilidad tiene que ver con una reducción del consumo de alimento por las causas ambientales anteriormente mencionadas, que redundan negativamente sobre la reproducción.

#### **4.2. Incubabilidad**

Se encontraron diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) entre la edad de las codornices para el porcentaje de incubabilidad (Cuadro 2). Se observa que el lote 3 (30 semanas de edad) con un valor de 86.6%, quien según la prueba de comparación de medias difiere estadísticamente con el lote 4 (44 semanas de edad) con un valor de 67.1%, pero no difiere con el lote 1 (11

semanas de edad) y el lote 2 (21 semanas de edad) con valores de 74.3 % y 79.9%, respectivamente. Siendo el lote 3 superior a lo encontrado por Begin y Maclaury (1974), quienes trabajaron con codornices de 24 y 40 semanas de edad obtuvieron similares porcentajes de incubabilidad de 77.63% y 84.73%, respectivamente. Además el lote 3 mostró resultados superiores a lo reportado en codornices por Chahil y Johrison (1974) que trabajaron con 32 semanas de edad obtuvieron porcentajes de incubabilidad 47.49%, la cual muestra una variabilidad en este parámetro.

Algunos investigadores reportan que la reducción de la incubabilidad es de tanto como 5% por día después de los 7 días de almacenamiento. (Mayes y Takeballi, 1984). Tiwary y Maeda (2005), informaron que el huevo almacenado con el extremo pequeño hacia arriba (posición opuesta) tenía una incubabilidad significativamente superior comparada con los huevos grandes (posición normal), atribuyeron esta condición a pequeñas pérdidas de agua que pueden afectar indirectamente a la eclosión.

### **4.3. Natalidad**

En el Cuadro 2 se presenta los resultados del porcentaje de Natalidad. El análisis de variancia (Anexo 2) indica que hubo diferencias significativas para esta variable.

La prueba de comparación de medias de LSD para la edad de codorniz reproductora, muestra que para la variable natalidad, el lote 3 (82.2%) y el lote 2 (76.2%) difieren estadísticamente del lote 1 (66%) y el lote 4 (58.2%). Los resultados de natalidad corresponden al mismo comportamiento de los resultados observados en la fertilidad. Esto se debe a que ambos índices se encuentran relacionados.

El lote 3 (82.2%) y el lote 2 (76.2%) es superior a lo reportado por Montalvo (1999), Andrade y Valladares (2003) pero inferior a lo presentado por Cabrejos (2008) y Roncal (2010). Sin embargo el lote 3 (30 semanas de edad) concuerda con Lucotte (1985) que considera una buena natalidad de 80%.

Los resultados entre 58.2% y 66% se puede deber a la diferencia de edades que hay en los progenitores y asimismo a la baja calidad genética de los animales, que probablemente sea consecuencia de la ausencia de granjas especializadas en reproducción en el país, sumado al hecho de que cada granja productora de huevos incuba algunos de estos para obtener reposición y para la venta, sin seguir estrictos programas de reproducción y selección.

#### 4.4. Mortalidad embrionaria

##### 4.4.1. Etapa de 0 a 8 días

La mortalidad embrionaria, en su etapa temprana (0 – 8 días) no mostró diferencias estadísticas entre la edad de las codornices reproductoras. Se observa que el porcentaje de mortalidad embrionaria en su primera etapa es semejante estadísticamente según la prueba de LSD (Cuadro 3). En promedio, el porcentaje de mortalidad embrionaria está entre 6 a 12%, no obstante estos datos se encuentran muy por encima de los resultados obtenidos por Mehdi *et al.* (2010) que la mortalidad embrionaria en la etapa de 0 a 7 días fue de 3.3%; y con los datos de Yildirim *et al.* (2015) que la mortalidad embrionaria en etapa de 1 a 9 días con un 5.88%. Esto se puede deber a algún efecto en el procedimiento de recolección, transporte, almacenamiento e incubación que no haya ayudado a asegurar los altos niveles de viabilidad y consistencia para estas etapas del desarrollo embrionario.

Cuadro 3. Valores medios de la mortalidad embrionaria de las codornices.

Edad de las reproductoras	Mortalidad Embrionaria		
	0 - 8 días	8 - 12 días	12 - 17 días
	%	%	%
11 semanas	12 <sup>a</sup>	3.4 <sup>b,c</sup>	8.4 <sup>a</sup>
21 semanas	10 <sup>a</sup>	4 <sup>b</sup>	5.8 <sup>a</sup>
30 semanas	6 <sup>a</sup>	1.6 <sup>c</sup>	5.4 <sup>a</sup>
44 semanas	12.6 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	7.8 <sup>a</sup>
P- value	0.3009 (n.s)	0.0005 (**)	0.6253 (n.s)

En cada columna, las medias seguidas por diferentes letras difieren estadísticamente

(\*\*) P<0.01

(\*) P<0.05

n.s P>0.05

Sin embargo, esto concuerda con los datos obtenidos por (Sittman *et al.*, 1966; Sato *et al.*, 1971) quienes no detectaron altos niveles de mortalidad embrionaria en las etapas temprana y tardía del desarrollo, y la fertilidad fue muy alta, aproximadamente el 95%, siendo todavía superior valores en las codornices reproductoras de 11 semanas (98%) y de 30 semanas (97%).

#### **4.4.2. Etapa de 8 a 12 días**

Se encontraron diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) entre las edades de las codornices para el porcentaje de mortalidad embrionaria en la segunda etapa (Cuadro 3). Se observa que el lote 2 (21 semanas de edad) con un valor de 4%, quien según la prueba de comparación de medias difiere estadísticamente con el lote 4 (44 semanas de edad) con un valor de 10%, que a su vez difiere con el lote 1 (11 semanas de edad) y que no difieren del lote 3 (30 semanas de edad) con valores de 3.4% y 1.6%, respectivamente. Estos datos concuerdan con los resultados obtenidos por Mehdi *et al.*, (2010) que la mortalidad embrionaria en la etapa de 7 a 14 días fue de 3.3%; y con los datos de Yildirim *et al.*, (2015) que la mortalidad embrionaria en etapa de 10 a 16 días con un 4.23%, a excepción de las codornices reproductoras de 21 semanas.

Asimismo, ésta sola etapa que muestra diferencias significativas concuerda con los resultados de Vásquez *et al.*, (2006) en pollos de engorda, con mortalidad embrionaria de 8 a 17 días. El alto porcentaje de mortalidad embrionaria en el lote de las reproductoras de 21 semanas, puede deberse con lo obtenido con Elibol y Brake (2004), quienes encontraron aumento de la mortalidad en los embriones mal implantados con una ausencia total de giro durante la primera semana de incubación.

#### **4.4.3. Etapa de 12 a 17 días**

La mortalidad embrionaria en su etapa tardía (12 – 17 días) no mostró diferencias estadísticas entre la edad de las codornices reproductoras. Se observa que el porcentaje de mortalidad embrionaria en la tercera etapa es semejante estadísticamente según la prueba de LSD (Cuadro 3). En promedio, el porcentaje de mortalidad a embrionaria está entre 5 a 9%, estos datos concuerdan con los resultados obtenidos por Mehdi *et al.*, (2010) que la mortalidad embrionaria en la etapa de 14 a más días fue de 8.9%. Estos resultados podrían indicar que las temperaturas de incubación en condiciones artificiales durante los siete primeros días influyen desfavorablemente, debilitando a los embriones, de tal modo que para la última etapa de la incubación, no tiene el desarrollo ni la energía suficiente para poder eclosionar, lo que ratifica la importancia de encontrar las temperaturas ideales para este periodo en que se suceden cambios fisiológicos y metabólicos que van a influir en el normal desarrollo del embrión (Landauer, 1967; Reinhart y Hurnik, 1976), o quizás se deba a la posición en la incubadora como Romanoff y Romanoff (1972) reporta que alrededor del 50% del total de

embriones muertos presentaron mal posiciones. Probablemente se puede deber a que el embrión aviar avanza a través de una serie de posiciones a lo largo de la incubación y termina en una posición normal para la eclosión (Wilson *et al.*, 2003), la posición del huevo cambia la superficie expuesta, cambia la pérdida de agua del huevo y, finalmente, afectan a la eclosión indirectamente.

#### 4.5. Peso de la progenie

El peso de la codorniz mostró diferencias estadísticas importantes ( $p < 0.01$ ) entre los cuatro lotes con valores promedio durante todo el experimento de 76.69 g., 78.25 g., 78.05 g. y 81.43 g., en los lotes con las reproductoras de 11, 21, 30 y 44 semanas de edad respectivamente (Cuadro 4). Se observa que el peso en el lote 4 (81.43 g.) quien según la prueba de comparación de medias difiere estadísticamente con el lote 1, 2 y 3, pero éstas 3 últimas no difieren entre sí (Figura 2). Esto debido a que el lote 4 (44 semanas de edad) pone huevos de mayor masa.

Cuadro 4. Valores medios del rendimiento de la progenie de las codornices reproductoras.

Edad de la reproductora	Peso (g) de 1 día de edad	Peso promedio de huevos (g)	Consumo (g/ave/día)	Peso de codorniz (g)	Relación Peso vivo: Peso huevo (%)	Mortalidad de la progenie (%)
11 semanas	6.87 ± 0.89	9.55 ± 0.55	12.4774 <sup>a</sup>	76.69 <sup>b</sup>	71.94	7.23 <sup>a</sup>
21 semanas	7.57 ± 0.92	9.84 ± 0.84	12.7812 <sup>a</sup>	78.25 <sup>b</sup>	76.93	8.23 <sup>a</sup>
30 semanas	7.06 ± 0.71	10.98 ± 0.49	12.8411 <sup>a</sup>	78.05 <sup>b</sup>	64.30	5.67 <sup>a</sup>
44 semanas	8.40 ± 0.56	12.28 ± 0.82	12.9616 <sup>a</sup>	81.43 <sup>a</sup>	68.40	6.67 <sup>a</sup>
P – valor	0.5126		0.4213	0.0045		0.0833

En cada columna, las medias seguidas por diferentes letras difieren estadísticamente (LSD,  $p < 0.05$ )

Sin embargo, estos datos se mantuvieron en el tiempo hasta la sexta semana de edad en relación a que el promedio del peso al nacer de la codorniz en el lote 4 (8.40 g), no siendo así en el lote 1 que el peso al inicio era de 6.87 g, mucho menor que todos los lotes. El lote 2 y 3 están de acuerdo a lo encontrado por Bissoni (1993) que el peso al nacer está entre 6 - 8 g. y Quintana (1991) de 7.5 g; este último también menciona que los animales seleccionados como reproductores deben tener un peso al nacer superior a 7g.

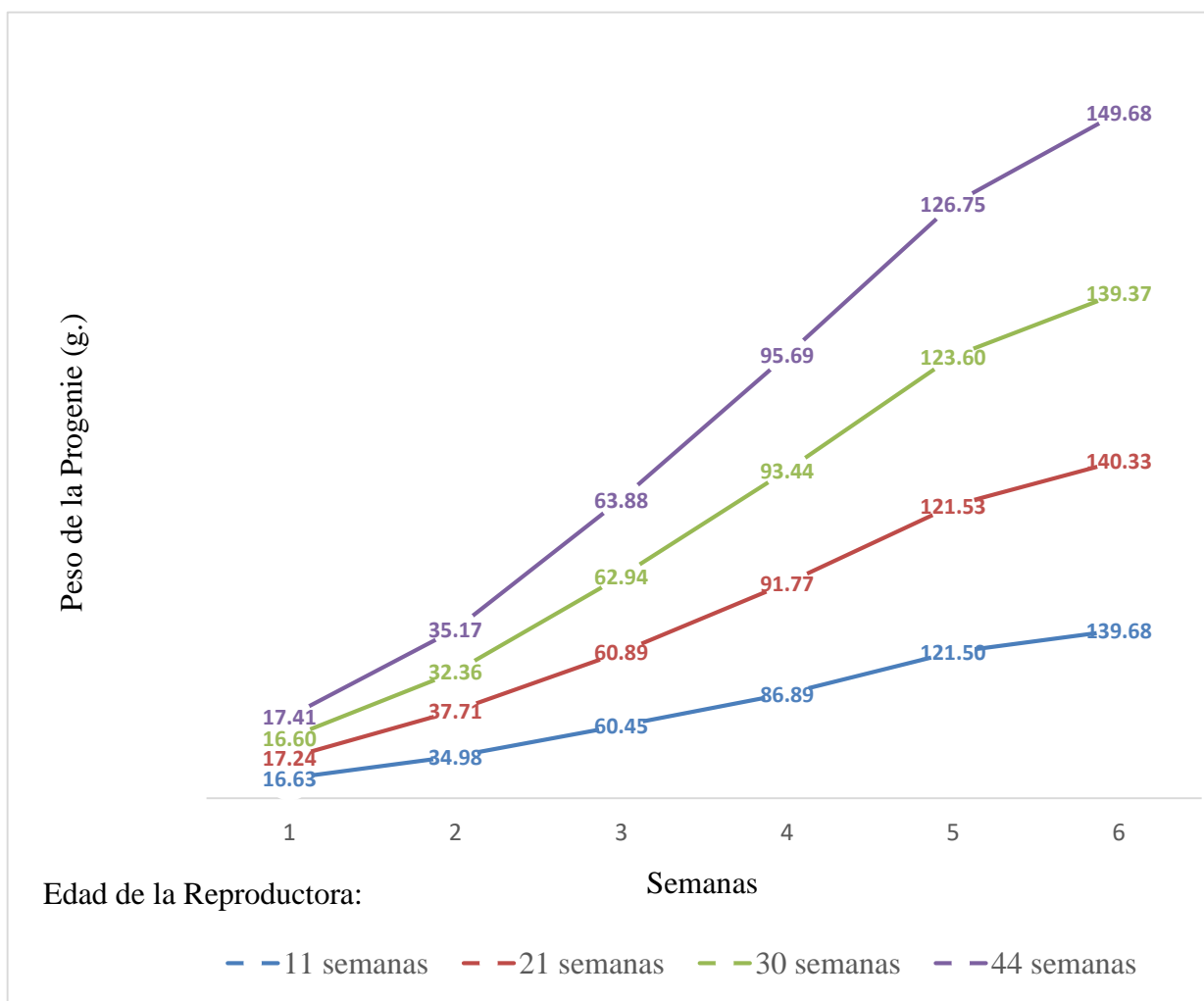


Figura 2. Peso (g) de la progenie de las codornices reproductoras.

Hay que tener en cuenta que lotes como peso de las aves, temperatura, niveles de ciertos nutrientes, afectan, en menor intensidad, la producción de la calidad de los gametos.

#### **4.6. Consumo de alimento semanal y acumulado**

No se encontraron diferencias estadísticas en el consumo de alimento en las cuatro edades de las codornices reproductoras, con valores de 12.4774 g/día, 12.7812 g/día, 12.8411 g/día y 12.9616 g/día en todo el experimento, en los lotes 1, 2, 3 y 4, respectivamente. En el consumo de alimento acumulado tampoco se reportó diferencias estadísticas (Cuadro 5).

En ambas no se encontraron diferencias según la prueba de comparación de medias LSD. Sin embargo, como se puede observar en el Cuadro 6 el consumo semanal y acumulado (Anexo 17) por cada lote muestra una tendencia similar.

#### **4.7. Mortalidad de la Progenie**

El análisis de varianza del porcentaje de la mortalidad de la progenie no reportó diferencias estadísticas entre las medias de los lotes, obteniendo para las 6 semanas de edad porcentajes promedio de 7.23, 8.23, 5.67 y 6.67 % para los lotes 1, 2, 3 y 4, respectivamente (Cuadro 4). Sin embargo, numéricamente la mortalidad más alta fue reportada en las codornices del lote 2 (21 semanas de edad), siendo el más bajo de la investigación el lote 3 (30 semanas de edad).

Cuadro 5. Comparación entre el Consumo y peso semanal de cada lote.

Semana	LOTES (Edad de las reproductoras)															
	11 semanas				21 semanas				30 semanas				44 semanas			
	Consumo semanal (g/ave/día)	Consumo acumulado (g/ave/día)	Peso (g)	C.A	Consumo semanal (g/ave/día)	Consumo acumulado (g/ave/día)	Peso (g)	C.A	Consumo semanal (g/ave/día)	Consumo acumulado (g/ave/día)	Peso (g)	C.A	Consumo semanal (g/ave/día)	Consumo acumulado (g/ave/día)	Peso (g)	C.A
1	17.7	17.7	16.6	1.8	17.8	17.8	17.2	1.8	18.7	18.7	16.6	2.0	17.3	17.3	17.4	1.9
2	59.0	76.6	35.0	3.2	58.9	76.7	37.7	2.9	58.4	77.1	32.4	3.7	59.5	76.8	35.2	3.3
3	79.0	155.6	60.5	3.1	76.4	153.1	60.9	3.3	75.7	152.8	62.9	2.5	81.5	158.3	63.9	2.8
4	94.5	250.0	86.9	3.6	102.1	255.2	91.8	3.3	96.0	248.8	93.4	3.1	102.9	261.1	95.7	3.2
5	133.4	383.5	121.5	3.9	135.3	390.5	121.5	4.5	147.0	395.9	123.6	4.9	134.2	395.4	126.8	4.3
6	140.6	524.1	139.7	7.7	146.4	536.8	140.3	7.8	143.5	539.3	139.4	9.1	149.0	544.4	149.7	6.5



#### 4.8. Retribución Económica

Los resultados sobre la retribución económica de los lotes se muestran en el Cuadro 6. En cuanto a la retribución económica desde la compra de huevos fértiles, la incubación y posterior cría de las codornices hasta la sexta semana de edad, se obtiene mayor ganancia en todos los lotes comparados con el lote 1. Esto debido al precio de 5 soles por la venta de las codornices a la sexta semana de edad, y al cercano consumo de alimento que tuvieron todos los lotes ya que se encuentran entre 73.05 y 75.93 Kg.

Cuadro 6. Retribución económica de los lotes respecto a la incubación y la progenie.

INGRESOS	LOTES (Edad de las reproductoras)			
	11 semanas	21 semanas	30 semanas	44 semanas
Codornices BB al inicio del ensayo	150	150	150	150
Mortalidad durante el ensayo	11	12	9	10
Codornices al final del ensayo	139	138	142	140
Precio por codornices a la sexta semana (S/.)	5.00	5.00	5.00	5.00
<b>TOTAL INGRESOS (S/.)</b>	<b>695.75</b>	<b>688.25</b>	<b>707.50</b>	<b>700.00</b>
<b>EGRESOS</b>				
N° Total de huevos incubables	500	500	500	500
Costo por unidad de huevo incubable (S./huevo)	0.38	0.33	0.30	0.43
<b>Costo compra de huevos fértiles</b>	<b>189.39</b>	<b>164.04</b>	<b>152.07</b>	<b>214.78</b>
Porcentaje de Natalidad	66.0	76.2	82.2	58.2
Codornices BB nacidos	330	381	411	291
Codornices al inicio del ensayo	150	150	150	150
Costo por Codorniz BB (en base al huevo incubable)	0.57	0.43	0.37	0.74
Costo por unidad de incubación (S./huevo)	0.20	0.20	0.20	0.20
Costo por Codorniz BB (S/.)	0.77	0.96	0.87	1.37
<b>Costo total por Codornices BB (S/.)</b>	<b>116.09</b>	<b>143.80</b>	<b>131.12</b>	<b>205.14</b>
Consumo total de alimento de la progenie (Kg)	73.05	74.26	75.93	74.73
Costo por Kg. de Alimento	1.41	1.41	1.41	1.41
Costo Total por Codorniz a la sexta semana de edad (S/.)	1.51	1.72	1.63	2.12
<b>Costo total del alimento (S/.)</b>	<b>103.00</b>	<b>104.71</b>	<b>107.06</b>	<b>105.37</b>
<b>TOTAL DE EGRESOS (S/.)</b>	<b>408.48</b>	<b>412.54</b>	<b>390.25</b>	<b>525.29</b>
<b>Retribución económica (S/.)</b>	<b>287.27</b>	<b>275.71</b>	<b>317.25</b>	<b>174.71</b>

## V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este estudio se concluye lo siguiente:

1. Las edades de los progenitores más eficientes en la fertilidad de los huevos fueron el de 21 y 30 semanas de edad.
2. Las edades de los progenitores más eficientes en natalidad son de 30, 21 y 11 semanas de edad.
3. Las edades de los progenitores más eficientes en incubabilidad fueron el de 21 y 30 semanas de edad.
4. En la progenie se encontró diferencias con respecto a la edad de sus progenitores, siendo el de 44 semanas de edad, quienes obtuvieron mayor peso hasta la sexta semana de edad.
5. En la progenie no se encontraron diferencias significativas sobre el consumo, siendo indistinto con la edad de los reproductores.
6. La mayor retribución económica fue para el de 30 semanas de edad con S/. 317.25 en comparación con el de 11 semanas de edad con S/. 287.27.

## **VI. RECOMENDACIONES**

En función a los resultados obtenidos, se recomienda:

1. Evaluar codornices reproductoras, sobre la variable alimentación y sus niveles de energía y proteína, y si éstos afectan en la fertilidad, natalidad e incubabilidad.
2. Evaluar los detalles del manejo de las codornices BB para que puedan desarrollarse de igual manera, independientemente de la edad de las reproductoras.
3. Evaluar la progenie de las diferentes edades de reproductoras para encontrar mejores rentabilidades con los mínimos costos unitarios de producción en la etapa de levante.
4. Llevar a cabo el experimento de incubación con codornices reproductoras entre 20 a 35 semanas de edad con huevos clasificados según sus condiciones de almacenamiento, factor genético y color (de cáscara).

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. AINSWORTH, S.J., STANLEY, R.L., EVAN, D.J.R. 2010. Development stage of the Japanese quail. *J. Anat.* 216(1):3-15.
2. ALEJANDRO, M. 2000. Evaluación de normas nutricionales en el comportamiento productivo y reproductivo de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica L.*). Tesis Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima – Perú. 63 pp.
3. ALGUÍAR, P. 1998. Efecto de la iluminación artificial con rayos amarillos y azules en el rendimiento reproductivo de la codorniz (*Coturnix coturnix japonica L.*). Tesis Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima – Perú. 71 pp.
4. ALI, U., KHAN, S., RAFIULLAH, S.K., CHAND, N., SHAH, Z., AKHTAR, A., Y TANWEER, J. 2013. Effect of Male to female ratio and vitamin – E Selenium on fertility, hatchability and hatched chick weight of quail breeders. *Sarhad Journal of Agriculture.* 29(3): 441-447.
5. ANDRADE, N. 2009. Evaluación y experiencias en incubación de codornices. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Zootecnia. Lima- Perú.
6. ARIAS, J.L., FERNÁNDEZ, M.S., NYS, Y. 1998. ¿Qué se entiende por un huevo fresco? *Tecno. Vet* 4(3): 12-16.
7. BABU, R., PRABAKARAM, R., THANGAVEL, K., MUJEER, A., Y SUNDARASU, V. 1991. Effect of aging on fertility and hatchability in Japanese quails. *Journal of Veterinary and Animal Sciences.* 22 (1): 12-15.
8. BARBADO, J.L. 2004. Cría de codornices. Editorial Albatros SACI. 1raEdicion. Buenos Aires.
9. BEGIN, J.J., Y MACLAURY, D.W. 1974. Age of breeder versus hatchability of fertile eggs in *Coturnix Quail*. *Poultry Sci.* 53(4): 1614-1616.
10. BELTRÁN, R., 1996. Efecto de la utilización del suero líquido de leche en sustitución del agua de bebida en la etapa reproductiva de codornices. Tesis

- Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 119 pp.
11. BISSONI, E. 1993. Cría de la codorniz. Ed. Albatros. Buenos Aires. Argentina. 1ra ed., p 9-19.
  12. BISSONI, E. 1996. Cría de la Codorniz. Editorial Albatros. España. 64-111p.
  13. BLOOM, W. 1964. Tratado de histología. 5ta ed., p 156-161. Editorial Labor. Argentina.
  14. BOWER, D.V., SATO, Y., LANSFORD, R. 2011. Dynamic lineage analysis of embryonic morphogenesis using transgenic quail and 4D multispectral imaging. *Genesis* 49, 619–643.
  15. BUXADE, C. 1995. Zootecnia. Bases de la Producción Animal. Tomo V: Avicultura clásica y complementaria. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
  16. CABREJOS, L. 2008. Evaluación de tres estándares de alimentación en la etapa de desarrollo de la codorniz japonesa (*Coturnix japonica* L.) y su efecto en la etapa reproductiva. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
  17. CAÍN, J.R., CAWLEY, W.O. 1972. Care Management Propagation: Japanese Quail (*Coturnix*). In: STATION, T. A. E. (ed.).
  18. CHAHIL, P.S., Y JOHNSON, W.A. 1974. Effect of preincubation storage, parental age and rate of lay on hatchability in *Coturnix coturnix japonica*. *Poultry Sci.* 53(2):529-534.
  19. CHENG, K.M., NICHOLS, C.R. 1992. Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*): Conservation and management of genetic resources in Canada. *Gibier Faune Sauvage* 9, 667–676.
  20. CHIA, L. 2002. Evaluación de dos complejos enzimáticos en dietas de postura sobre la reproducción de la codorniz japonesa. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia. Lima, Perú.
  21. CLULOW, J., JONES, R.C. 1982. Production, transport, maturation, storage and survival of spermatozoa in the male Japanese quail *Coturnix coturnix*. *Journal of Reproduction and Fertility*; 64:259-266.
  22. CRISPIN, N. 2006. Evaluación de cuatro niveles de un suplemento mineral orgánico en dietas de postura peletizada sobre el comportamiento productivo y calidad del huevo de la codorniz japonesa (*Coturnix japonica* L.). Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

23. CUMPA, M. 1995. Producción de Codornices. Revista Agroenfoque. Edición Noviembre. Lima-Perú.
24. DEL HOYO, J., SARGATAL, J., ELLIOTT, A. 1994. Handbook of the Birds of the World: New World Vultures to Guineafowl, Barcelona. Lynx Editions, Spain.
25. DERE, S., INAL, S., CAGLAYAN, T., GARIP, M., Y TILKI, M. 2009. The Effects of parent age, egg weight, storage length and temperature on fertility and hatchability of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) eggs. Journal of Animal and Veterinary Advances 8(7): 1289-1291.
26. DUDGEON, J. 2010. Breeder Male Management – Important management points to ensure high levels of fertility and hatchability. <http://ict.udg.co.cu/FTPDocumentos/Literatura>. Consultado el 7 de octubre del 2010.
27. DUDUSOLA, I.O. 2013. The effect of parental age and weight on fertility, hatchability and day-old chick weight of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). Standard Research Journal of Agricultural Sciences 1(2): 13-16.
28. ELIBOL, O., AND BRAKE, J. 2004. Identification of critical periods for turning broiler hatching eggs during incubation. Brit. Poult. Sci., 45: 631-637.
29. FITZGERALD, T. 1969. The coturnix quail, anatomy and history. Vol. No 32. The Iowa state University Press.
30. FLORES, J. 1998. Efecto de diferentes niveles de Zinc Bacitracina en el rendimiento productivo y reproductivo de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica L.*). Tesis Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima – Perú. 78 pp.
31. FREEMAN, W.H., BRACEGIRDLE, B. 1981. Atlas de histología. 2da ed., p 85-89. Ed. Paraninfo. Madrid. España.
32. FRENCH, N.A. 2000. Effect of short periods of high incubation temperature on hatchability and incidents of embryo pathology of turkey eggs. British Poultry Science. 41:377-382.
33. FROMAN, D, KIRBY, J.D, PROUDMAN, J.A. 2004. Reproducao em aves: macho e femea. In: Hafez B, Hafez ESE. Reproducao animal. 7th ed. Barueri: Manole; 2004. p. 237-257.
34. GALÍNDEZ, R., DE BASILIO, G., VARGAS, U.D., & MEJÍA, P. 2009. Evaluación de la fertilidad y eclosión en la codorniz japonesa. Zootecnia Tropical.

35. GARIP, M., DERE, S. 2011. The effect of storage period and temperature on weight loss in quail eggs and the hatching weight of quail chicks. *J. Anim. Vet. Adv.* 10, 2363–2367.
36. GENCHEV, A. 2010. Effect of age upon the reproductive performance of Japanese quails. *Agricultural Science and Technology* 2 (1): 9-13.
37. GOLE, V.C., CHOUSALKAR, K.K., ROBERTS, J.R., SEXTON, M., MAY, D., TAN, J. 2014. Effect of egg washing and correlation between eggshell characteristics and egg penetration by Various Salmonella Typhimurium Strains. *PLoS One* 9, e90987.
38. GREEP, R.O. 1968. *Histología*. 2da ed., p 646-653. Ed. El Ateneo. Buenos Aires. Argentina.
39. HAFEZ E., Y HAFEZ B. 2002. *Reproducción e Inseminación Artificial en animales*, Séptima edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana. México.
40. HAMBURGER, V., HAMILTON, H.L. 1951. A series of normal stages in the development of the chick embryo. *J. Morph.* 88, 49–92.
41. HILL, M.A. 2014. *Embryology Book - The Early Embryology of the Chick* 4. Retrieved September 14, 2014, from [https://php.med.unsw.edu.au/embryology/index.php?title=Book\\_-\\_The\\_Early\\_Embryology\\_of\\_the\\_Chick\\_4](https://php.med.unsw.edu.au/embryology/index.php?title=Book_-_The_Early_Embryology_of_the_Chick_4)
42. HOFFMANN, G., VÖLKER, H. 1969. *Anatomía y fisiología de las aves domésticas*. 1ra ed., p 141-145. Editorial Acribia. Zaragoza. España [http://www.wpsaaeca.com/img/informacion/24\\_05\\_18\\_CAP\\_XV.pdf](http://www.wpsaaeca.com/img/informacion/24_05_18_CAP_XV.pdf) (03/11/2006).
43. I.N.R.A (INSTITUTO NACIONAL DE LA INVESTIGACIÓN AGRONÓMICA DE FRANCIA). 1989. *L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles*. INRA Paris (France), 2-85340-548-6.
44. IPEK, A., SAHAN, U., Y YILMAZ, B. 2004. The effect of live weight, male to female ratio and breeder age on reproduction performance in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *South African Journal of Animal Science* 34 (2): 130-134.
45. KAMINI, N.P., AND GALEF, B.G. 2004. Fertilized female quail avoid conspecific males: female tactics when potential benefits of new sexual encounters are reduced. Elsevier. Published online 27 October 2004; MS. number: A9649. <http://digitalcommons.unl.edu/bioscibirdsgreatplains/20>.

46. KARTIKAYUDHA, W, ISROLI, N.H., SUPRAPTI, T.R. SARASWATI. 2013. Muscle Fiber Diameter and Fat Tissue Score in Quail (*Coturnix coturnix japonica*) Meat as Affected by Dietary turmeric (*Curcuma longa*) Powder and Swangi Fish (*Priacanthus tayenus*) Meal. Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture 38 (4): 264-272
47. KULESA, P., BRONNER-FRASER, M., FRASER, S. 2000. In ovo time-lapse analysis after dorsal neural tube ablation shows rerouting of chick hindbrain neural crest. Development 127, 2843–2852.
48. KUURMAN, W., BAILEY, B., KOOPS, W., AND GROSSMAN, M. 2001. Effect of hatch on the distribution for failure of an embryo to survive incubation. Poultry Sciences. 80: 710 – 717.
49. KUURMAN, W., BAILEY, B., KOOPS, W., Y GROSSMAN, M. 2003. A model for failure of a chicken embryo to survive incubation. Poultry Sci., 82: 214- 222.
50. LANDAUER, W. 1967. The Hatchability of chicken Egg as Influenced by Environment and Heredity. Agricultural Experiment Station. Bulletins 215, 236 y 262 USA.
51. LÁZARO, R., SERRANO, M., & CAPDEVILA, J. 2005. Nutrición y alimentación de avicultura complementaria: codornices. XXI Curso de Especialización FEDNA. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Madrid, España. Disponible en línea:
52. LE DOUARIN, N., BARQ, G. 1969. Use of Japanese quail cells as “biological markers” in experimental embryology. C. R. Acad. Sci. Hebd. Seances. Acad. Sci. D. 269, 1543– 1546.
53. LE DOUARIN, N., KALCHEIM, C. 1999. The Neural Crest. Cambridge University Press.
54. LEMBCKE, C.C., FIGUEROA, E.T., SULCA, P.A., Y FALCÓN, N.P. 2001. Efecto de la Edad de las Reproductoras sobre el peso del Huevo, Fertilidad, Incubabilidad y peso al nacer de la Codorniz, variedad japonesa (*Coturnix coturnix japonica*). Rev Inv Vet Perú. Vol. 12. N° 1
55. LUCOTTE, G. 1985. La Codorniz, Cría y Explotación. Segunda edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-España. 107pp.
56. LUCOTTE, G. 1990. La codorniz: Cría y explotación. Ed. Mundi Prensa. Madrid. España. 1ra ed., p 13-15, 35-40.



57. MAYES, .FJ., TAKEBALLI, M.A. 1984. Storage of the eggs of the fowl (*Gallus domesticus*) before incubation. *World's Poultry Science Journal* 1984; 40:131-140.
58. MEHDI, B.G., NASER, M.S., ALIREZA, L., AND AYUB, S.A. 2010. Effects of setting eggs small end up on hatchability and embryo mortality in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Glob. Vet.*, 4(6): 592-594.
59. MEJÍA, P. 2005. Comparación de dos métodos de apareamiento utilizados en la cría de codorniz japónica (*Coturnix coturnix japónica*). Tesis Ing. Agr. Fac. Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
60. MONTALVO, M. 1999. Comportamiento productivo y reproductivo en codornices (*Coturnix japónica*) en postura alimentadas con algarroba en la etapa de crecimiento. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia. Lima-Perú. 133pp.
61. MORENO, D. 1998. Efecto de la suplementación de luz en el comportamiento reproductivo de la codorniz. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 91pp
62. MURIEL, A., Y SERRANO, A. 2008. Análisis de la fertilidad y determinación de la mortalidad embrionaria en huevos de gallinas de guinea. [En línea]. Disponible: [http://www.aida-itea.org/jornada38/reproduccion/iv\\_reprod\\_monogastricos/rm3\\_muriel.pdf](http://www.aida-itea.org/jornada38/reproduccion/iv_reprod_monogastricos/rm3_muriel.pdf). [Mayo 10, 2008].
63. NARAHARI, D., MUJEER, A., THANGAVEL, A., RAMAMURTHY, N., VISWANATHAN, S., MOHAN, B., MURUGANANDAN, B., SUNDARARASU, V. 1988. Traits influencing the hatching performance of Japanese quail eggs. *British Poultry Science* 29 (1): 101 – 112.
64. NARINE, D., AYGUN, A., Y SARI, T. 2013. Effects of cage type and mating ratio on fertility in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) eggs. *Agricultural Science Development* 2(1): 4-7.
65. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1969. *Coturnix (Coturnix coturnix japónica)* Standars and guidelines for the breeding, care, and management of laboratory animals. Editorial Washington. 50 p.
66. ORTEGA, A. 1994. Efecto de la incorporación de *Cannavalia ensiformis* tostada sobre el comportamiento productivo y reproductivo de la codorniz (*Coturnix coturnix japonica*). Tesis Ing. Agr. Fac. Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.

67. OTHMAN, R.A., AMIN, M.R., RAHMAN, S. 2014. Effects of egg size, age of hen and storage period on fertility, hatchability, embryo mortality and chick malformations in eggs of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). Journal of Agriculture and Veterinary Science 7 (1): 101-106.
68. OTTINGER, M.A., DUCHALA, C.S., Y MASSON, M. 1983. "Age-related reproductive decline in the male Japanese quail". Horm Behav. 17(2):197-207.
69. OZBEY, O., Y OZCELIK, M. 2004. The effect of high environmental temperature on growth performance of Japanese quails with different body weights. Int. J. Poultry Sci., 3(7): 468 - 470.
70. PADGETT, C.A., AND IVEY, W.D. 1959. Coturnix quail as a laboratory research animal. Science. 129: 267-268.
71. PADGETT, C.S., IVEY, W.D. 1960. The normal embryology of the Coturnix quail. Anat. Rec. 137, 1-11.
72. PEREZ, F. 1974. Coturnicultura, Tratado de Cría y Explotación Industrial de Codornices. Segunda edición. Editorial Científico-Médica. España. 582pp.
73. QUINTANA, J.A. 1991. "Manejo de las aves domésticas más comunes". 2da ed. pp. 182- 277. Editorial Trillas-México.
74. RAVEL, P. 2006. Diagnóstico de las características productivas y reproductivas de la codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) en la zona central de Venezuela. Tesis Ing. Agr. Fac. Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
75. RAVEL, P., Y DE BASILIO, V. 2005. Características productivas y reproductivas de la codorniz (*Coturnix japonica*) en la región Central de Venezuela. Universidad Central de Venezuela.
76. REDDISH, J.M., KIRBY, J.D., AND ANTONY, N.B. 1996. Analysis of poultry fertility data. 3. Analysis of the duration of fertility in naturally mating Japanese quail. Poultry Science. 75: 135 – 139.
77. REDDISH, J; KIRBY, J Y ANTHONY N. 1996. Analysis of poultry fertility data. 3. Analysis of the duration of fertility in naturally mating Japanese quail. Poultry Science 1996; 75:135.
78. REINHART, B., Y HURNIK, J. 1976. The effect of temperature and storage time during pre-incubation period. Poultry Science 55: 1631-1640
79. ROBINSON, J.E., FOLLETT, B.K. 1982. Photoperiodism in Japanese quail: the termination of seasonal breeding by photorefractoriness. Proc. R. Soc. Lond.

- B. Biol. Sci. 215, 95–116. Roy, P., Vairamuthu, S., Sakthivelan, S.M., Purushothaman
80. ROMANOFF, A., Y ROMANOFF, J. 1972. Pathogenesis of the avian embryo an analysis of causes of malformations and prenatal death. Wiley. Interscience. New York.
81. ROMANOFF, A., ROMANOFF, A. 1949. The avian egg. Editorial Jhon Wiley and Sons. New York, USA. 918 p.
82. RONCAL, H. 2010. Efecto del uso de aditivos en dietas de codornices reproductores (*Coturnix coturnix japonica*) bajo condiciones de verano en la Costa Central. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia. Lima-Perú.
83. RUFFINS, S.W., MARTIN, M., KEOUGH, L., TRUONG, S., FRASER, S.E., JACOBS, R.E. 2007. Digital three-dimensional atlas of quail development using high-resolution MRI. Sci. World J. 7, 592–604.
84. SANCHEZ, C. 2004. Crianza y comercialización de la codorniz. Ediciones Ripalme. Lima- Perú.
85. SARASWATI, T.R., AND TANA, S. 2015. Development of Japanese Quail (*Coturnix Coturnix Japonica*) Embryo. Internat. J. Sci. Eng., Vol. 8(1)2015:38-41, January 2015.
86. SARASWATI, T.R., MANALU, W., EKASTUTI, D.R., KUSUMORINI, N. 2013. Increase Egg Production of Japanese Quail (*Coturnix japonica*) by Improving Liver Function Through Turmeric Powder Supplementation. International Journal of poultry Science 12(10):601-614.
87. SARDÁ, R. 2010. Puntos clave para una incubación eficiente. IIA. [viacan@ceniai.inf.cu](mailto:viacan@ceniai.inf.cu). Consultado el 5 de octubre del 2010
88. SATO, K., HOSHINO, T., MIZUMA, Y. 1971. A series of normal stages in the early development of the Japanese quail, *Coturnix coturnix japonica*, embryo. Tohoku J Agr Res 22, 80–95
89. SEFTON, A., Y SIEGEL, P.B. 1973. Mating behavior of Japanese quail. Poultry Science. 52: 1001-1007.
90. SEKER, I., EKMEN, F., Y KUL, S. 2004b. The effects of parental age and mating ratio on egg weight, hatchability and chick weight in Japanese quail. Journal of Animal and Veterinary Advances 3(7): 424 – 430.

91. SEKER, I., KUL, S., Y BAYRAKTAR. 2004a. Effects of parental age and hatching egg weight of Japanese quails on hatchability and chick weight. *International Journal of Poultry Science* 3(4): 259-265.
92. SILVERSIDES, F.G., SCOTT, T.A. 2001. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poult. Sci.* 80: 1240-1245.
93. SITTMAN, K., ABPLANALP, H., FRASER, R.A. 1966. Inbreeding depression in Japanese quail. *Genetics* 54, 371–379.
94. SMITH, T.W. 2014. Avian Embryo.  
<http://msucare.com/publications/p1150.htm>.  
Web page information:webmaster@ext.msstate.edu.
95. STURKIE P.D. 2000. *Avian Physiology*. Academic Press.
96. TIWARI, A.K.R. AND T. MAEDA, 2005. Effects of egg storage position and injection of solutions in stored eggs on hatchability in chickens (*Gallus domesticus*): research note. *J. Poult. Sci.*, 42: 356-362.
97. TIWARI, A.K.R., AND MAEDA, T. 2005. Effects of egg storage position and injection of solutions in stored eggs on hatchability in chickens (*Gallus domesticus*): research note. 3. *Pool Sci.*, 42: 356-362.
98. UZTARIZ, E. 2005. Evaluación física de huevos fértiles de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) en Venezuela. Tesis Ing. Agr. Fac. Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
99. VALLADARES, J. 2003. Efecto de la relación hembra: macho en el comportamiento reproductivo de la codorniz a dos edades. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia. Lima – Perú.
100. VALLADARES, J., Y CUMPA, E. 2015. Efectos de la relación hembra: macho y edad de los reproductores en el comportamiento reproductivo de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*). *Anales Científicos*, 77 (1), 77-81 (2016) UNALM.
101. VÁSQUEZ, R y BALLESTEROS, H. 2007. La cría de codornices. Editorial Produ-medios. Bogotá-Colombia.
102. VÁSQUEZ, J.L., PRADO, O.F., GARCÍA, L.J., Y JUÁREZ, M.A. 2006. Efecto de la edad de la reproductora sobre la incubabilidad y tiempo de nacimiento del pollo de engorda. *Av en Inv Agrop* 2006; 10(1):21- 28.

103. WILSON, H.R., NEUMAN, S.L., ELDRED, A.R., MATHER, F.B. 2003. Embryonic malpositions in broiler chickens and bobwhite quail. *J Appl Poult Res*, 12:14-23.
104. WILSON, W.O., ABBOT, U., ABPLANALD, H. 1961. Evaluation of coturnix (*Japanase quail*) as pilot animal for poultry. *Poult. Sci.* 40: 651-657.
105. WOODARD, A.E., ABPLANALP, H., WILSON, W.O., VOHRA, P. 1973. Japanese Quail Husbandry in the Laboratory (*Coturnix coturnix japónica*), University of California, Departments of Avian Sciences, Davis S.U.A.
106. WOODDARD, A., Y ABPLANALP, H. 1967. The effects of mating ratio and age on fertility and hatchability in Japanese quail. *Poultry Science* 46 (2): 383-388 p.
107. WOODDARD, A., Y ABPLANALP, H. 1971. Longevity and reproduction in Japanese quail under stimulatory lighting. *Poultry Science* 50 (3): 688-692 p.
108. WOODDARD, A.E., ABPLANALP, H., WILSON, W.O., VOHRA, P. 1973. Japanese quail husbandry in the laboratory (*Coturnix coturnix japónica*) en línea California, U.S.A. Department of Avian Sciences, University of California, Davis, 22p. <http://animalscience.ucdavis.edu/Avian/Coturnix.pdf>> consulta: 7-08-2002
109. YABAR, J. 2002. Efecto de cuatro niveles de energía metabolizable en el comportamiento productivo de la codorniz japonesa en etapa de postura (*Coturnix coturnix japónica*). Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia. Lima-Perú.
110. YANNAKOPOULOS, A.L., TSERVENI-GOUSHI, A.S. 1986. Quality characteristics of quail eggs. *BR. Poult. Sci.* 27: 171-176.
111. YASUO, S., WATANABE, M., IIGO, M., YAMAMURA, T., NAKAO, N., TAKAGI, T. 2006. Molecular mechanism of photoperiodic time measurement in the brain of Japanese quail. *Chronobiol. Int.* 23, 307-315.
112. YILDIRIM, I., AYGUN, A., AND SERT, D. 2015, Effects of preincubation application of low and high frequency ultrasound on eggshell microbial activity, hatchability, supply organ weights at hatch, and chick performance in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) hatching eggs. *Poult. Sci.*, 94(7): 1678-1684.
113. ZACCHEI, A.M. 1961. Archivio italiano di anatomia e di embriologia: Lo sviluppo embrionale della quaglia giapponese. *Arch. Ital. Anat. Embriol.* 66, 36-62.

## VIII. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de Variancia del Porcentaje de Fertilidad (%)

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fcal</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>Significancia</b>
Edad de las reproductoras	3	0.09778408	0.03259469	7.69	0.0021	*
Error experimental	16	0.06781632	0.00423852			
Total	19	0.16560040				

<b>r<sup>2</sup></b>	<b>CV (%)</b>	<b>Desviación Estándar (°)</b>	<b>Promedio (°)</b>
0.590482	4.797223	0.065104	1.357117

Anexo 2. Análisis de Variancia del Porcentaje de Natalidad (%)

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fcal</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>Significancia</b>
Edad de las reproductoras	3	0.22030685	0.07343562	11.20	0.0003	*
Error experimental	16	0.10491342	0.00655709			
Total	19	0.32522027				

<b>r<sup>2</sup></b>	<b>CV (%)</b>	<b>Desviación Estándar (°)</b>	<b>Promedio (°)</b>
0.677408	8.047356	0.080976	1.006242

Anexo 3. Análisis de Variancia del Porcentaje de Incubabilidad (%)

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fcal</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>Significancia</b>
Edad de las reproductoras	3	0.15433672	0.05144557	4.82	0.0141	*
Error experimental	16	0.17079734	0.01067483			
Total	19	0.32513406				

<b>r<sup>2</sup></b>	<b>CV (%)</b>	<b>Desviación Estándar (°)</b>	<b>Promedio (°)</b>
0.474686	9.555130	0.103319	1.081294

Anexo 4. Análisis de Variancia del Porcentaje de Embriodiagnos (0-8 días) (%)

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fcal</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>Significancia</b>
Edad de las reproductoras	3	0.03939400	0.01313133	1.33	0.3009	ns
Error experimental	16	0.15852229	0.00990764			
Total	19	0.19791629				

<b>r<sup>2</sup></b>	<b>CV (%)</b>	<b>Desviación Estándar (°)</b>	<b>Promedio (°)</b>
0.199044	32.00504	0.099537	0.311005

Anexo 5. Análisis de Variancia del Porcentaje de Embriodiagnos (8 - 12 días) (%)

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fcal</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>Significancia</b>
Edad de las reproductoras	3	0.12767499	0.04255833	10.52	0.0005	*
Error experimental	16	0.06472993	0.00404562			
Total	19	0.19240493				

<b>r<sup>2</sup></b>	<b>CV (%)</b>	<b>Desviación Estándar (°)</b>	<b>Promedio (°)</b>
0.663574	32.14538	0.063605	0.197867

Anexo 6. Análisis de Variancia del Porcentaje de Embriodiagnos (12 – 17 días) (%)

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fcal</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>Significancia</b>
Edad de las reproductoras	3	0.01340931	0.0446977	0.60	0.6253	n.s.
Error experimental	16	0.11953057	0.00747066			
Total	19	0.13293988				

<b>r<sup>2</sup></b>	<b>CV (%)</b>	<b>Desviación Estándar (°)</b>	<b>Promedio (°)</b>
0.100867	34.13018	0.086433	0.253245



Anexo 7. Análisis de Variancia del Consumo de Alimento (g)

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fcal</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>Significancia</b>
Edad de las reproductoras	3	3.821307	1.273769	0.87	0.4606	ns
Bloques (semanas)	5	4754.778786	950.955757	647.20	<.0001	**
Error experimental	111	163.096477	1.469338			
Total	118	4920.336374				

<b>r<sup>2</sup></b>	<b>CV (%)</b>	<b>Desviación Estándar (°)</b>	<b>Promedio (°)</b>
0.966862	9.495757	1.212162	12.76531

Anexo 8. Análisis de Variancia del Consumo Acumulado (g) de Alimento de la Progenie

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fcal</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>Significancia</b>
Edad de las reproductoras	3	18.72724	6.24241	1.81	0.1501	ns
Bloques (semanas)	5	79338.73665	15867.74733	4592.31	<.0001	**
Error experimental	111	383.53653	3.45528			
Total	119	79741.00041				

<b>r<sup>2</sup></b>	<b>CV (%)</b>	<b>Desviación Estándar (°)</b>	<b>Promedio (°)</b>
0.995190	5.459748	1.858839	34.04625

Anexo 9. Análisis de Variancia del Peso de la Progenie (g)

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fcal</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>Significancia</b>
Edad de las reproductoras	3	362.4462	120.8154	4.54	0.0049	*
Bloques (semanas)	5	244041.5995	48808.3199	1832.29	<.0001	**
Error experimental	111	2956.8115	26.6379			
Total	119	247360.8572				

<b>r<sup>2</sup></b>	<b>CV (%)</b>	<b>Desviación Estándar (°)</b>	<b>Promedio (°)</b>
0.988047	6.566003	5.161196	78.60483

Anexo 10. Análisis de Variancia de la Mortalidad (%) de la Progenie

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fcal</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>Significancia</b>
Edad de las reproductoras	3	0.01073807	0.00357936	2.28	0.0833	ns
Bloques (semanas)	5	0.03032139	0.00606428	3.86	0.0029	*
Error experimental	111	0.17425319	0.00156985			
Total	119	0.21531266				

<b>r<sup>2</sup></b>	<b>CV (%)</b>	<b>Desviación Estándar (°)</b>	<b>Promedio (°)</b>
0.190697	28.57791	0.039621	0.138643

Anexo 11. Análisis de Variancia de la Regresión entre Consumo de Alimento (g) y Peso de la Progenie (g)

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fcal</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>Significancia</b>
Regresión	1	232187	232187	1805.58	<.0001	**
Error experimental	118	15174	128.59393			
Total	119	247361				

<b>r<sup>2</sup></b>	<b>CV (%)</b>	<b>Desviación Estándar (°)</b>	<b>Promedio (°)</b>
0.9387	14.42650	11.33993	78.60483

Anexo 12. Consumo de alimento (g) promedio por día de la progenie

Semana	R	Edad de las reproductoras			
		L1	L2	L3	L4
1	R1	2.43	2.44	2.60	2.41
	R2	2.54	2.46	2.67	2.51
	R3	2.61	2.57	2.59	2.47
	R4	2.52	2.47	2.70	2.44
	R5	2.53	2.78	2.81	2.53
2	R1	8.13	8.37	8.22	7.94
	R2	8.39	8.13	8.46	8.48
	R3	8.66	8.58	8.18	8.77
	R4	8.14	8.62	8.25	8.52
	R5	8.80	8.35	8.62	8.76
3	R1	12.13	12.43	10.17	12.55
	R2	11.27	11.12	10.91	11.81
	R3	10.15	9.65	9.43	9.82
	R4	11.24	10.63	11.95	12.18
	R5	11.60	10.73	11.61	11.84
4	R1	13.95	14.10	14.43	14.20
	R2	13.86	13.55	12.66	13.50
	R3	13.88	14.11	13.03	13.35
	R4	13.92	14.32	14.01	14.78
	R5	11.86	16.85	14.42	17.65
5	R1	18.26	19.96	28.42	18.65
	R2	18.90	18.68	17.54	18.92
	R3	21.35	20.21	19.88	19.81
	R4	17.97	19.01	19.47	20.14
	R5	18.83	18.79	19.70	18.35
6	R1	19.46	22.40	21.76	22.36
	R2	18.73	20.74	19.86	20.24
	R3	22.17	19.98	19.80	20.59
	R4	19.93	21.04	21.53	21.58
	R5	20.12	20.37	19.53	21.68
<b>PROMEDIO</b>		<b>12.48</b>	<b>12.78</b>	<b>12.84</b>	<b>12.96</b>

Anexo 13. Consumo acumulado de alimento (g) de la progenie

Semana	R	Edad de las reproductoras			
		L1	L2	L3	L4
1	R1	2.43	2.44	2.60	2.41
	R2	2.54	2.46	2.67	2.51
	R3	2.61	2.57	2.59	2.47
	R4	2.52	2.47	2.70	2.44
	R5	2.53	2.78	2.81	2.53
2	R1	10.56	10.81	10.82	10.36
	R2	10.92	10.59	11.13	10.98
	R3	11.26	11.14	10.76	11.25
	R4	10.66	11.09	10.96	10.96
	R5	11.33	11.13	11.43	11.29
3	R1	22.68	23.24	20.99	22.91
	R2	22.20	21.71	22.04	22.80
	R3	21.41	20.79	20.19	21.07
	R4	21.90	21.72	22.90	23.14
	R5	22.94	21.87	23.04	23.13
4	R1	36.64	37.34	35.42	37.11
	R2	36.06	35.26	34.71	36.30
	R3	35.30	34.90	33.22	34.42
	R4	35.82	36.04	36.92	37.92
	R5	34.80	38.71	37.46	40.78
5	R1	54.90	57.30	63.85	55.76
	R2	54.96	53.94	52.25	55.22
	R3	56.65	55.11	53.11	54.24
	R4	53.79	55.05	56.39	58.06
	R5	53.62	57.50	57.17	59.13
6	R1	74.36	79.70	85.60	78.12
	R2	73.69	74.68	72.10	75.46
	R3	78.82	75.10	72.91	74.82
	R4	73.71	76.09	77.92	79.64
	R5	73.74	77.87	76.70	80.81
<b>PROMEDIO</b>		<b>33.5113</b>	<b>34.0463</b>	<b>34.1120</b>	<b>34.6010</b>

Anexo 14. Peso de progenie promedio semanal (g)

Semana	R	Edad de las reproductoras			
		L1	L2	L3	L4
1	R1	16.00	18.55	16.93	18.50
	R2	14.83	15.72	15.21	15.38
	R3	15.81	15.39	14.72	15.81
	R4	19.41	18.21	18.48	19.75
	R5	17.11	18.34	17.66	17.59
2	R1	32.52	38.86	36.86	34.00
	R2	33.25	34.28	31.50	32.07
	R3	35.78	35.74	16.79	34.46
	R4	35.66	39.59	37.45	37.07
	R5	37.70	40.11	39.22	38.22
3	R1	55.41	61.75	61.76	58.93
	R2	57.43	59.00	56.57	57.89
	R3	61.12	58.11	58.93	60.23
	R4	65.31	61.74	69.59	70.68
	R5	63.00	63.86	67.85	71.67
4	R1	86.14	89.11	92.34	87.48
	R2	90.18	87.50	83.04	88.78
	R3	93.62	92.22	90.00	92.88
	R4	96.21	93.26	99.66	102.29
	R5	68.30	96.79	102.19	107.04
5	R1	118.24	126.86	124.62	123.00
	R2	120.89	116.46	116.50	121.26
	R3	121.73	120.22	122.59	124.04
	R4	122.72	122.11	125.97	132.21
	R5	123.89	122.00	128.30	133.26
6	R1	139.48	144.25	144.31	144.52
	R2	135.69	138.11	136.43	141.30
	R3	143.04	138.93	138.63	151.15
	R4	142.28	137.63	142.76	159.39
	R5	137.93	142.75	134.70	152.04
<b>PROMEDIO</b>		<b>76.69</b>	<b>78.25</b>	<b>78.05</b>	<b>81.43</b>

Anexo 15. Mortalidad (%) de la progenie.

Semana	R	Edad de las reproductoras			
		L1	L2	L3	L4
1	R1	3.33	0.00	0.00	0.00
	R2	3.33	3.33	3.33	3.33
	R3	6.67	13.33	3.33	10.00
	R4	3.33	6.67	3.33	3.33
	R5	3.33	10.00	3.33	6.67
2	R1	6.67	0.00	3.33	3.33
	R2	3.33	10.00	6.67	6.67
	R3	10.00	13.33	6.67	10.00
	R4	10.00	6.67	3.33	3.33
	R5	6.67	10.00	10.00	10.00
3	R1	6.67	3.33	3.33	3.33
	R2	6.67	10.00	6.67	6.67
	R3	10.00	13.33	6.67	13.33
	R4	10.00	6.67	3.33	3.33
	R5	6.67	10.00	10.00	10.00
4	R1	6.67	3.33	3.33	3.33
	R2	6.67	10.00	6.67	6.67
	R3	10.00	13.33	6.67	13.33
	R4	10.00	6.67	3.33	3.33
	R5	6.67	10.00	10.00	10.00
5	R1	6.67	3.33	3.33	3.33
	R2	6.67	10.00	6.67	6.67
	R3	10.00	13.33	10.00	13.33
	R4	10.00	6.67	3.33	3.33
	R5	6.67	10.00	10.00	10.00
6	R1	6.67	3.33	3.33	3.33
	R2	6.67	10.00	6.67	3.33
	R3	10.00	13.33	10.00	13.33
	R4	10.00	6.67	3.33	3.33
	R5	6.67	10.00	10.00	10.00
<b>PROMEDIO</b>		<b>7.23</b>	<b>8.23</b>	<b>5.67</b>	<b>6.67</b>

Anexo 16. Consumo Acumulado (g.) de la Progenie.

Semana	L1	L2	L3	L4
	Acumulado	Acumulado	Acumulado	Acumulado
1	17.67	17.8	18.72	17.31
2	76.64	76.67	77.14	76.77
3	155.59	153.06	152.83	158.27
4	250.04	255.15	248.83	261.14
5	383.48	390.46	395.86	395.36
6	524.05	536.81	539.33	544.39



Anexo 17. Consumo acumulado (g.) por cada edad de reproductora.

	Semanas						Total
	1	2	3	4	5	6	
<b>L1R1</b>	510	1650	2462	2832	3707	3951	15112
<b>L2R1</b>	495	1641	2436	2764	3912	4390	15638
<b>L3R1</b>	546	1669	2064	2930	5770	4417	17396
<b>L4R1</b>	507	1668	2548	2882	3786	4539	15930
<b>L1R2</b>	515	1644	2209	2717	3705	3803	14593
<b>L2R2</b>	500	1650	2180	2655	3661	4066	14712
<b>L3R2</b>	541	1659	2139	2482	3438	3892	14151
<b>L4R2</b>	509	1602	2233	2552	3576	3825	14297
<b>L1R3</b>	493	1636	1847	2527	3886	4035	14424
<b>L2R3</b>	503	1621	1824	2666	3820	3777	14211
<b>L3R3</b>	525	1603	1848	2554	3758	3743	14031
<b>L4R3</b>	450	1597	1788	2430	3606	3747	13618
<b>L1R4</b>	511	1653	2282	2825	3648	4045	14964
<b>L2R4</b>	501	1629	2009	2707	3593	3977	14416
<b>L3R4</b>	549	1675	2425	2845	3953	4370	15817
<b>L4R4</b>	479	1669	2388	2897	3947	4229	15609
<b>L1R5</b>	496	1664	2193	2241	3558	3802	13954
<b>L2R5</b>	564	1637	2104	3302	3682	3992	15281
<b>L3R5</b>	571	1629	2194	2726	3724	3691	14535
<b>L4R5</b>	478	1655	2238	3336	3468	4098	15273

L1	73.05	Kg
L2	74.26	Kg
L3	75.93	Kg
L4	74.73	Kg

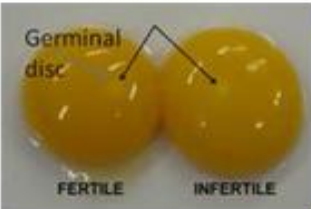
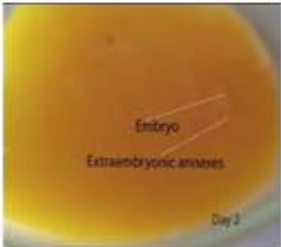





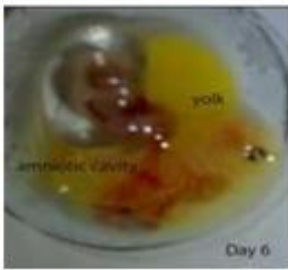






Anexo 18. Composición, valor nutricional y precio calculado de las dietas experimentales de las codornices reproductoras.

<b>INGREDIENTES</b>	<b>Postura (%)</b>	<b>Precio (S/.)</b>
Maíz molido	57.92	0.61
Torta de soya 48%	23.95	0.34
Subproducto de trigo	1.65	0.01
Harina de pescado Prime	5.50	0.19
Aceite de Palma	1.34	0.05
Carbonato de calcio	7.28	0.01
Fosfato dicálcico	1.34	0.03
Cloruro de colina 60%	0.07	0.00
Sal común	0.15	0.00
Zinc Bacitracina	0.20	0.00
Micosecuestante	0.05	0.01
DL-Metionina	0.18	0.02
Premix (Vitaminas y Minerales)	0.15	0.01
Antioxidante DHT	0.02	0.00
Bicarbonato de sodio	0.10	0.00
L-Treonina	0.10	0.01
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>1.30</b>
<b>Valor nutritivo calculado (%)</b>		
EM (Mcal/Kg)		2.87
Proteína total %		20.42
Lisina %		1.18
Metionina %		0.64
Metionina-cistina %		0.78
Treonina %		0.82
Calcio %		3.57
Fósforo disponible%		0.72
Sodio %		0.14

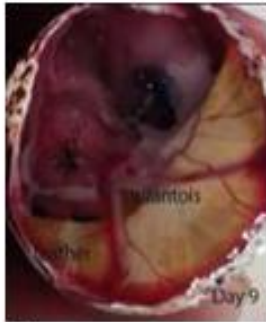
Anexo 19. Composición, valor nutricional y precio calculado de las dietas experimentales de la progenie.

<b>INGREDIENTES</b>	<b>Inicio (0-15 días) (%)</b>	<b>Precio (S/.)</b>	<b>Crecimiento (15-42 días) (%)</b>	<b>Precio (S/.)</b>
Maíz molido	53.01	0.56	57.79	0.61
Torta de soya 48%	32.30	0.45	31.04	0.43
Subproducto de trigo	3.30	0.02	1.60	0.01
Harina de pescado Prime	7.30	0.26	6.00	0.21
Aceite de Palma	1.00	0.04	0.90	0.04
Carbonato de calcio	1.00	0.00	0.80	0.00
Fosfato dicálcico	1.15	0.02	1.10	0.02
Cloruro de colina 60%	0.10	0.00	0.08	0.00
Sal común	0.10	0.00	0.10	0.00
Zinc Bacitracina	0.20	0.00	0.15	0.00
Micosecuestante	0.10	0.02	0.10	0.02
DL-Metionina	0.08	0.01	0.05	0.00
Premix (Vitaminas y Minerales)	0.15	0.01	0.10	0.01
Antioxidante DHT	0.02	0.00	0.05	0.01
Bicarbonato de sodio	0.10	0.00	0.10	0.00
L-Treonina	0.09	0.01	0.04	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>1.410</b>	<b>100.00</b>	<b>1.371</b>
<b>Valor nutritivo calculado (%)</b>				
EM (Mcal/Kg)	2.92		2.89	
Proteína total %	21.38		20.08	
Lisina %	1.22		1.22	
Metionina %	0.68		0.59	
Metionina-cistina %	0.98		0.92	
Treonina %	0.89		0.86	
Calcio %	1.52		1.35	
Fósforo disponible%	0.65		0.54	
Sodio %	0.16		0.14	

Anexo 20. Cambio diario del embrión de codorniz japonesa (*Coturnix japónica*) en desarrollo (Saraswati y Tana, 2014).

DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4
			
<p>Infértil: Ovulo no es más que un punto de luz en la yema.</p> <p>Fértil: el óvulo se ha fusionado con un espermatozoide para comenzar a formar un embrión. En el momento en que se pone el huevo fertilizado muchas células se dividen en la superficie de la yema y forman un blastodermo.</p>	<p>Entre los extraembrionarios hay membrana de vitelina que es un embrión de nutrientes</p>	 <p>Los vasos sanguíneos crecen, el desarrollo de las extremidades comienza, la cabeza y el cuerpo se pueden distinguir.</p>	 <p>Aumentando el tamaño del embrión, el embrión formando C, la cabeza se mueve hacia la cola.</p>
DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8
			
			
<p>La membrana vitelina continúa creciendo rodea más de la mitad de la yema</p>	<p>La cavidad amniótica contiene líquido amniótico, la formación del pico.</p>	<p>Membrana de Vitelina que cubre casi toda la yema. La mitad de las partes superiores comienzan al igual que las alas y las piernas.</p>	<p>El pico comenzó a emerger. Crecimiento de parpado.</p>

DÍA 9



Alantoides crecen al máximo, la cantidad de vitelo se encoge, las plumas han comenzado a crecer.

DÍA 10



El crecimiento de plumas se ha extendido a varias partes del cuerpo

DÍA 11



La pluma se hizo más densa, el número de vitelus continúa encogiéndose

DÍA 12



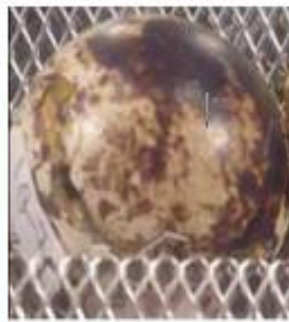
El crecimiento de plumas ha sido desigual en todo el cuerpo.

DÍA 13



Depreciación del vitelus muy rápido

DÍA 14



Pico para picotear la membrana de la carcasa interna con dirección circular

DÍA 15



La cáscara del huevo está abierta, el embrión respira el aire exterior.

DÍA 16



Escape de codorniz de los huevos