

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS



**EFFECTO DE TRES PROGRAMAS DE ILUMINACION ARTIFICIAL Y SU
INFLUENCIA EN LA POSTURA DE CODORNICES (*Coturnix coturnix japonica*),
CANTON EL PACÙN, MUNICIPIO DE TECOLUCA, DEPARTAMENTO DE SAN
VICENTE, EL SALVADOR.**

POR:

**CANALES VENTURA MARÍA CATALINA
CUÉLLAR HERNÁNDEZ EVA MARISOL**

SAN SALVADOR, DICIEMBRE 2014

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



**EFFECTO DE TRES PROGRAMAS DE ILUMINACION ARTIFICIAL Y SU
INFLUENCIA EN LA POSTURA DE CODORNICES (*Coturnix coturnix japonica*),
CANTON EL PACÙN, MUNICIPIO DE TECOLUCA, DEPARTAMENTO DE SAN
VICENTE, EL SALVADOR.**

POR:

**CANALES VENTURA MARÍA CATALINA
CUÉLLAR HERNÁNDEZ EVA MARISOL**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:
LICENCIADA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

SAN SALVADOR, DICIEMBRE 2014

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL:

DRA. ANA LETICIA ZAVALETA DE AMAYA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO:

ING. MSC. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO:

ING. MSC. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

ING. MSC. NAPOLEÓN EDGARDO PAZ QUEVEDO

DOCENTES DIRECTORES

ING. MSC. BLANCA EUGENIA TORRES DE ORTIZ

ING. LUIS HOMERO LÓPEZ GUARDADO

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION

ING. AGR. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCIA

RESUMEN

Canales Ventura, M. C.; Cuellar Hernández, E. M. 2014 Efecto de tres programas de iluminación artificial y su influencia en la postura de codornices (*Coturnix coturnix japonica*), Cantón El Pacún, municipio de Tecoluca, departamento de San Vicente, El Salvador. La investigación se realizó en el Cantón El Pacún del municipio de Tecoluca, departamento de San Vicente, El Salvador, en el periodo de Noviembre del 2013 a Mayo de 2014. Se evaluaron tres programas de Iluminación natural más luz artificial y su influencia en la postura de las codornices.

Durante 24 semanas se utilizaron 4 tratamientos, evaluando el desempeño productivo de 96 codornices de postura. Los tratamientos fueron T0 sin luz artificial, éste fue el testigo. T1, 15 horas de luz diarias natural mas artificial; T2, 16 horas luz diarias; T3, 17 horas luz al día.

En la investigación, el factor de estudio fueron las horas de iluminación a evaluar, mientras que el rendimiento en la producción de huevos determinó el efecto de dicho factor. En el ensayo experimental se contó con 96 codornices hembras y 4 machos; siendo las codornices, las unidades experimentales; éstas se dividieron en 4 grupos de 24 aves hembras por jaula, incluyendo los tratamientos con 4 repeticiones cada uno y así, conformado por 24 codornices por tratamiento y un macho separado de las hembras.

El diseño estadístico fue completamente al azar utilizando el análisis de ANVA con un error de 5%, y la prueba de Tukey; en la toma de datos las variables en estudio fueron peso del huevo, cantidad de huevos, tamaño del huevo, peso vivo del ave y consumo de alimento, obteniéndose estadísticamente que existe diferencia entre los tratamientos en cuanto a las cantidades de huevo bajo la intensidad lumínica artificial los cuales son T1, T2 y T3; concluyendo que los tratamientos que generan rentabilidad económica para el coturnicultor es el T1 y T2, es decir por cada dólar invertido obtendrá una ganancia de \$0.40. Se recomienda implementar el programa con 16 horas luz, ya que obtendrá los mejores resultando en cuanto a cantidad de huevo y beneficio neto.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso por darnos, sabiduría, valor y perseverancia para culminar con éxito este recorrido.

A los maestros de la Universidad Nacional de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas que con esfuerzo y desempeño nos enseñaron con cada una de las asignaturas y laboratorios prácticos la profesión de nuestra carrera.

A nuestros docentes por su entrega para hacernos mejores profesionales, Ing. Msc. Napoleón Edgardo Paz Quevedo, Ing. Agro. Enrique Alonso Alas García, Ing. Agro. David Ernesto Marín Hernández, Ing. Agro. Ludwing Vladimir Leyton Barrientos, Ing. Agro Carlos Enríquez Ruano Iraheta.

Con mucho aprecio a la señora Cristina Rodríguez secretaria del Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, por su ayuda única en toda la documentación y por su apoyo desinteresado en todo momento.

DEDICATORIA

Le agradezco primeramente a Dios por darme fortaleza, sabiduría a cada momento y con ello logre culminar mi carrera.

Agradezco a mi madre por apoyarme en mis decisiones siempre y por cuidar de mi primer hijo como nadie lo haría, a mi padre por sus consejos y su ayuda cuando la necesite, a mi hermano por su ayuda incondicional y a mis hijos por ser mi inspiración de seguir adelante y no desmayar en momentos difíciles. También doy gracias a padre de mi hijo Adiel, que de una u otra manera me apoyo.

Doy gracias a mis maestros por brindarme sus conocimientos en cada una de las clases, por su paciencia, comprensión, dedicación a preparar buenos profesionales.

También doy mis agradecimientos a las personas que son parte de la asociación JOVESOLIDES por su apoyo económico puesto que era necesario y sin su ayuda mi triunfo no hubiera sido posible.

Agradezco a mis compañeros y personas cercanas a mí por su apoyo en cada momento.

María Catalina Canales Ventura

A Dios todopoderoso por darme la fuerza, la sabiduría y perseverancia, ya que desde mi infancia ha sido la carrera de mi sueño, la carrera que tanto amo que es mi pasión, le doy gracias por haberla culminado con éxito.

A mi familia especialmente a:

Mi madre Martha Alicia Hernández Chávez, por ser una madre ejemplar y enseñarme que todo en esta vida cuesta y tiene sus frutos, por formar mis valores, educación, sin poner en duda mi desempeño, ni mi deseo de superación.

Mi tía Eva Concepción Hernández Lewis, por su ayuda, apoyo incondicional, dándome fuerzas en los momentos en que flaqueaba y así poder continuar y culminar mi preparación profesional.

A mis profesores directores de tesis: ing. Luis Homero López Guardado, Ing. Msc. Blanca Eugenia Torres de Ortiz, por su apoyo profesional y dedicación en cada etapa de la tesis.

A mi compañera de tesis María Catalina Canales Ventura por iniciar y terminar con éxito esta etapa.

A mis amigos:

Sada Françoise Amaya Hernández, a la que considero como una hermana, gracias por tus consejos, tu apoyo incondicional, en toda nuestra etapa de la carrera, y excelente compañía en los momentos más difíciles.

Karla Stephanie Montoya Aguilar, mi amiga de infancia, gracias por tu ayuda en las diferentes etapas de mi tesis.

Rosa Amelia Gutiérrez Díaz, gracias por sus múltiples consejos y ayuda desinteresada en todo momento.

Ing. Agro. Horacio Gil Zambrana, por ser un excelente profesor y por su entrega en formarnos como profesionales.

Fátima Elizabeth Hernández Melgar, por su apoyo moral y ánimos en los momentos difíciles.

Juan Emmanuel Colorado, muchas gracias por su apoyo desinteresado.

Eva Marisol Cuéllar Hernández

INDICE GENERAL

Contenido	Páginas
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1 Generalidades de las Codornices.....	2
2.2 Clasificación.....	3
2.3 Postura de huevo de codorniz y su rendimiento en la producción.....	3
2.4 Morfología del huevo de codorniz, su composición nutricional.....	4
2.5 Nutrición de las codornices.....	5
2.6 Principales líneas de codornices.....	5
2.7 Sistema de producción de codornices.....	6
2.7.1 Extensivos en jaulas.....	6
2.7.2 Semi-intensivos o en jaulas colectivas.....	6
2.7.3 Intensivos o en jaulas individuales.....	6
2.8 Instalaciones.....	6
2.8.1 Jaulas.....	7
2.8.1.1 Jaula piramidal.....	7
2.8.1.2 Jaula vertical.....	7
2.9 Efecto de la luz en los mecanismos fisiológicos de las aves y la luz artificial.....	7
2.10 Definición de la luz artificial.....	9
2.11 Diferentes tipos de luz artificial.....	9
2.11.1 Luces de halógeno.....	10

2.11.2 Luz fluorescente.....	10
2.11.3. Luz fluorescente compacta.....	10
2.11.4 Calculo de consumo de energía eléctrica.....	10
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1 Localización y duración del estudio.....	11
3.2 Metodología de campo.....	11
3.2.1 Alojamiento y equipo.....	11
3.2.2 Adquisición y manejo de las aves.....	11
3.2.3 Instalación de la luz artificial y dieta alimenticia.....	12
3.3 Metodología estadística.....	12
3.3.1 Fórmula matemática.....	13
3.3.2 Análisis de varianza (ANVA).....	13
3.3.3 Variables a estudiar.....	13
3.3.3.1 Consumo de alimento.....	14
3.3.3.2 Peso vivo del ave.....	14
3.3.3.3 Cantidad de huevo.....	14
3.3.3.4 Peso del huevo.....	14
3.3.3.5 Tamaño del huevo.....	14
3.3.3.6 Conversión alimenticia.....	14
3.3.3.7 Metodología económica.....	14
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15

4.1 Consumo de alimento.....	15
4.2 Peso vivo del ave.....	15
4.3 Cantidad de huevo.....	16
4.4 Peso del huevo.....	16
4.5 Tamaño del huevo.....	17
4.6 Conversión alimenticia.....	17
4.7 Comparación económica en USD (\$)......	19
4.7.1 Presupuesto parcial.....	20
4.7.2 Análisis de Dominancia para los tratamientos.....	20
4.7.3 Tasa de retorno marginal entre tratamientos dominantes.....	21
5. CONCLUSIONES.....	22
6 RECOMENDACIONES.....	22
7 BIBLIOGRAFÍA.....	23
8. ANEXOS.....	25

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Páginas
Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la <i>coturnix coturnix japonica</i>	3
Cuadro 2. Tratamientos.....	13
Cuadro 3. ANVA.....	13
Cuadro 4. Consumo promedio de alimentos en gramos.....	15
Cuadro 5. Promedio de peso vivo del ave en gramos.....	15
Cuadro 6. Promedio de cantidad de huevos producidos.....	16
Cuadro 7. Promedio de peso del huevo en gramos.....	17
Cuadro 8. Promedio de tamaño del huevo en milímetros.....	17
Cuadro 9 Conversión alimenticia de los tratamientos evaluados.....	18
Cuadro 10 Datos económicos.....	19
Cuadro 11 Presupuesto parcial de los cuatro tratamientos.....	20
Cuadro 12 Análisis de dominancia de los tratamientos.....	20
Cuadro A-13 Anva consumo de alimento por semana.....	25
Cuadro A-14 Anva peso vivo del ave por semana.....	26
Cuadro A-15 Anva cantidad de huevos por semana.....	28
Cuadro A-16 Anva peso del huevo por semana.....	29
Cuadro A-17 Anva tamaño del huevo por semana.....	30
Cuadro A-18 Presupuesto de construcción de galera.....	32
Cuadro A-19 Prueba Tukey, consumo de alimento por semana.....	32
Cuadro A-20 Prueba Tukey, peso vivo del ave por semana.....	33
Cuadro A-21 Prueba Tukey, cantidad de huevo por semana.....	35
Cuadro A-22 Prueba Tukey, peso del huevo por semana.....	36
Cuadro A-23 Prueba Tukey, tamaño del huevo por semana.....	37

INDICE DE FIGURAS

Figuras	Páginas
Figura A-1. Porcentaje de postura de codorniz en todo el ciclo reproductivo de huevo.	39
Figura A-2. Mecanismo fisiológico del ave y la luz artificial.....	40
Figura A-3. Ubicación geográfica del cantón el Pacun.....	41
Figura A-4. Esquema de infraestructura de galera y jaulas.....	42
Figura A-5. Proceso de construcción de jaulas.....	43
Figura A-6. Bebedero artesanal utilizado en el ensayo.....	43
Figura A-7. Comedero artesanal utilizado en el ensayo.....	43
Figura A-8. Adquisición de codornices.....	44
Figura A-9. Ubicación de las codornices hembras y machos.....	44
Figura A-10. Luz artificial.....	44
Figura A-11 Calendario solar.....	45
Figura A-12 Consumo de alimento.....	46
Figura A-13 Peso vivo del ave.....	46
Figura A-14 Cantidad de huevos.....	47
Figura A-15 Toma del peso del huevo en gramos.....	47
Figura A-16 Medición del tamaño del huevo en milímetros.....	47
Figura A-17 Consumo de alimento.....	48
Figura A-18 Peso vivo del ave.....	48
Figura A-19 Cantidad de huevos.....	49
Figura A-20 Peso del huevo.....	49
Figura A-21. Tamaño del huevo.....	50

1. INTRODUCCION

En El Salvador se han realizado pocos estudios enfocados en aumentar la producción de las codornices, sobre todo en la producción de huevos, por tal razón se evaluaron tres diferentes programas de iluminación artificial, con la finalidad de aumentar la cantidad de huevos y dar una alternativa para los avicultores.

La crianza de codorniz, es una opción que se puede explotar al máximo, sacando el mayor provecho a carne y huevos; dicha ave tiene ciertas ventajas en cuanto a su reproducción, siendo precoz posee altos índices de producción cerca de 300 huevos por ciclo; Con una duración del ciclo reproductivo de 12 meses. En cuanto a la composición del huevo, se puede decir que en comparación con el huevo de gallina, este pesa en promedio 58 g. y el de codorniz 12 g., por lo tanto 5 huevos de codorniz equivalen a uno de gallina (Trome, 2012).

Dentro del contexto de la investigación, se plantea aumentar la producción de huevos de codorniz adicionando luz artificial. Utilizando diferentes programas de luz artificial, comparado con solamente luz natural, permitiendo observar la respuesta productiva de las codornices y determinar cuál de los tratamientos proporciona mejores efectos en consumo de alimento, peso vivo del ave, cantidad de huevos, peso del huevo y tamaño del huevo, a su vez realizando un análisis económico y determinando cuál de los tratamientos produce un beneficio, con la finalidad de dar una alternativa productiva a los avicultores.

La investigación se realizó en el Cantón El Pacún del municipio de Tecoluca, departamento de San Vicente, El Salvador, en el periodo de Noviembre del 2013 a Mayo de 2014. Se evaluaron tres programas de Iluminación natural más luz artificial y su influencia en la postura de las codornices.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Generalidades de las codornices.

La coturnicultura es una rama de la avicultura cuya finalidad es la de criar, mejorar, y fomentar la producción de codornices para aprovechar sus productos ofreciendo posibilidades como: Producción de carne (en pie, canal, congelada, encurtida). Producción de huevo (líoilizado, fértil, para consumo, encurtido). Aprovechamiento de subproductos (plumas y excrementos, o codornaza). Fue manejada por los japoneses para su mejoramiento genético y logrando obtener los mejores beneficios de esta ave (Lázaro, 2005).

Dentro de las principales características zootécnicas figuran que la hembra adulta pesa de 100 a 120 g y el macho de 90 a 110 g; consumen de 17 a 20 g de alimento diario con 22 a 24% de proteína. La diferencia entre macho y hembra es por el color de cada una. El macho presenta la garganta de color canela intenso o marcada con algo de negro en la barbilla. El color canela oscuro llega hasta las mejillas y el abdomen; la hembra es de color crema claro durante toda su vida, mientras que los machos jóvenes son muy similares a la hembra (Vásquez, *et al.*, 2007). Llegado a consumir entre 22 y 25 g de concentrado por día. Cien codornices ponen entre noventa y cien huevos diarios (90% en promedio). Cuando la *japonica* es genéticamente pura y bien criada, debe tener posturas en el primer año de 300 huevos y un 50% del lote debe alcanzar los dos años y alcanzar un pico de postura mínimo de 90% y un promedio anual del 75%. Siendo esta especie la más eficiente en la producción de huevos (Alas, 2012).

En sus orígenes esta codorniz japonesa anidó en la isla de Sakhaline y en el archipiélago de Japón. Además emigra a Siam, Indochina y Taiwán. En la actualidad, esta subespecie es la que más se trabaja comercialmente para la obtención de huevos por su alta productividad de y multiplicación exhaustiva. En el siglo XIX, fue llevada a Estados Unidos como un ave para investigación y uso decorativo, alcanzando importancia en la industria avícola. Posteriormente es muy difícil encontrar *japónicas* puras en el mundo, pues sus diferentes cruces con la línea de codorniz conocida como *faraona* le ha restado presencia. (Alas, 2012). Las codornices son originarias de Europa, Norte de África y Asia pertenece a la familia Phasianidae, subfamilia Perdicionidae. La codorniz Europea (*Coturnix coturnix coturnix*) se introdujo en Japón en el siglo XI donde se cruzó con especies salvajes, dando lugar a la codorniz doméstica (*Coturnix coturnix japonica*) (Lázaro, 2005).

2.2. Clasificación.

Cuadro 1 Clasificación taxonómica de la *coturnix coturnix japonica*.

Reino	Animal
Tipo	Vertebrado
Clase	Ave
Subclase	Carenadas
Orden	Gallinaceas
Familia	Phasianidae
Genero	Coturnix
Especie	Coturnix Japonica
Nombre Común	Codorniz

2.3 Postura de huevos de codorniz y su rendimiento en la producción.

Desde el comienzo de su vida la codorniz, posee dos ovarios y dos oviductos. Sin embargo solo se desarrolla el izquierdo, los otros normalmente se atrofian. Por tal razón la codorniz utilizada con mayor frecuencia para la producción de huevos es la *Coturnix coturnix japonica*, ya que posee altos índices de producción, de 80 a 95%; las hembras alcanzan su madurez sexual a los 42 días de edad y los machos a los 55 días (Lázaro, 2005).

La codorniz es muy apreciada por sus huevos ya que tienen bajo contenido de colesterol y alto índice proteico haciéndolos muy recomendables para la alimentación de niños y ancianos; por otra parte, tiene mejor sabor que los de gallina y son muy utilizados en el arte culinario. Una codorniz puede dar descendencia a 300 individuos al año y alcanzar su madurez sexual a los 35 días, pero son fértiles a los 40-45 días; es decir es la edad aproximada de su inicio de postura, se considera que la codorniz doméstica es una excelente ponedora, con una producción de 23 huevos al mes, cabe mencionar que la producción de huevos es de 276 al año (Guevara, 2010).

El ciclo de postura de codornices es de aproximadamente 52 semanas, al cabo de este tiempo las aves deben ser descartadas de la granja. Para la producción de huevos infértiles para consumo no es necesario tener machos y hembras juntos, los machos deben de estar separados o tener otra jaula dentro del mismo galpón. Estas pueden ser criadas en diferentes niveles y en el alojamiento de las hembras, se recomienda tener grupos de 30 a 40 en cada piso, con el piso inclinado hacia el frente y abierto hacia el exterior, prolongándose en una pestaña que recoge los huevos y facilita su recolección. El proceso de recolección de los huevos se debe de llevar a cabo en dos ciclos, uno en la mañana y otro en la tarde ya que los animales tienen horas diferentes de postura (Vásquez *et al.* 2007).

La curva de la producción de las codornices es más continua que la curva de postura de las gallinas, puesto que las codornices obtienen su pico de postura a los dos meses

y medio a tres, es decir, el nivel máximo de puesta de huevo de una ponedora durante su vida productiva. En este pico, una codorniz puede llegar a poner 1 a 2 huevos diarios, manteniendo este nivel de puesta por cuatro a seis semanas. Si el pico de postura es alto, entonces la postura decrecerá lentamente durante el año, pero si no es bueno, la postura decrecerá rápidamente (Arrieta. 2005).

El pico se obtiene en un menor tiempo llegándose a 80-95% de postura y estabilización durante un periodo de tiempo más largo para terminar situándose en 60% al cabo de un año, momento cuando la cascara es mucho más débil y afecta la calidad del huevo (A- 1) (Vásquez *et al.*, 2007).

2.4 Morfología del huevo de codorniz, su composición nutricional.

El huevo es de forma ovoide, ligeramente irregular en el 20% de los casos, son poco desarrollados de la clara, manteniéndose la forma de la yema. Alargados de peso superior al normal. Los tubulares son poco frecuentes con una morfología extremadamente alargada, probablemente por la inflamación del oviducto (salpingitis); con frecuencia les falta yema y, en otros casos, la relación yema/ clara se encuentra totalmente alterada (Vásquez *et al.*, 2007).

El color depende del pigmento ofrecido en la ración, correspondiendo a la fina película que integra la cutícula de la cáscara. Por lo general su coloración es con manchas de color marrón oscuro, pudiéndose encontrar cenizos, azulados, marrones, beige y todos con manchas oscuras y pintas de manera irregular sobre toda la superficie de su cáscara. La resistencia es otro aspecto de gran importancia en el huevo ya que esta depende de las condiciones de manejo en el traslado por medio del transporte utilizado por cual la resistencia normal varia 1 a 3 kg fuerza medidos con un texturometro y depende de la cantidad de calcio, fosforo y vitamina D contenida en el huevo (Vásquez *et tal.*, 2007).

La composición nutricional del huevo es similar al de la gallina. El peso promedio de 5 a 6 huevos de codorniz equivale a un huevo de gallina. También las partes del huevo tienen cierta similitud, o sea la clara representa el 46.21%; la yema el 42.33% y la cáscara el 11.46%. Los huevos pueden ser infértiles o claros cuando no han sido apareadas las codornices hembras con el macho y fértiles cuando son apareadas con el macho. Para la producción de huevos y consumo de estos no necesita el apareamiento con el macho. Para la incubación deben ser escogidos sin anomalías y ser fértiles. Los factores que más influyen en el peso de los huevos son la alimentación, la temperatura ambiente y la edad de las ponedoras. Además existen huevos completamente blancos puesto que esto se debe a su alimentación con exceso de proteínas en la dieta y la inflamación de oviducto por tanto no son incubados aunque sean buenos para el consumo (Secretaria de Fomento Agropecuario 2009).

El huevo está compuesto por agua, grasas, azúcares, vitaminas, proteínas y sales minerales. En teoría se puede decir que un huevo de codorniz equivale en calorías,

proteínas y vitaminas, a 100 g de leche, conteniendo además una gran cantidad de hierro, pero lo más destacable es la composición en su riqueza proteica y un contenido menor de agua y de grasa que el huevo de gallina. El huevo de codorniz según el Organismo de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO 2010) su composición nutricional es: Agua 74.3 g, proteínas 13.0 g, grasas 11.1 g, cenizas 1.1 g, fibra dietética 0.0 g, carbohidratos totales 0.5 g, carbohidratos disponibles 0.5, energía 154 Kcal, calcio 64 mg, fósforo 226 mg, hierro 3.7 mg, ácidos grasos saturados 3.6 g, ácidos grasos mono insaturados 3.9 g, ácidos grasos poliinsaturados 0.9 g, colesterol 844 mg, tiamina 0.13 mg, riboflavina 0.79 mg y niacina 0.2 mg. Es por tal razón que los beneficios nutricionales de los huevos de codorniz son muchos siendo esta un ave de gran precocidad y de un alto rendimiento en la producción de carne y huevos (Alas, 2012).

2.5 Nutrición de las codornices.

Estas aves requieren de suficiente alimento rico en proteínas una dieta de alto valor nutritivo especialmente entre el 22 y 24% de proteína; pueden alimentarse con alimento de pollitos para las crías y alimentos concentrados de ponedoras en jaulas, a los adultos. Es indispensable que dispongan de agua limpia y fresca durante todo el tiempo. Cada codorniz consume 23 gramos de concentrado, en granulado pequeño o en harinas. El peso corporal debe verificarse de las ponedoras o sea al momento de iniciar la postura ya que esto garantizara un buen ciclo reproductivo. Su peso promedio a esa edad deberá ser de 110 a 115 gramos. Los animales que estén 10 o 15 gramos por debajo, deben separarse en una jaula aparte para crear grupos homogéneos. Si las aves están demasiado pesadas, una reducción del 10% al 15% en la ración deberá rebajar su peso corporal. Si las aves están demasiado livianas, un aumento del 10% en su ración será necesario para obtener el peso corporal deseado. A los animales separados por bajo peso se les deberá suministrar durante cinco días vitaminas electrolíticas en el agua. Una buena alimentación y nutrición en las codornices compensarán en la cantidad de huevos y más carne en la faena (Guevara, 2010).

2.6. Principales líneas de codornices.

En el mundo hay varias líneas de codornices, dentro de las cuales se encuentran las de producción de carne, huevo, doble propósito y ornamentales. En el caso de las codornices, es difícil hablar de razas puras, lo más común es referirse a líneas, existe una gran cantidad de variedades; las más conocidas son: la *Coturnix coturnix* (producción de carne) y la *Coturnix coturnix japonica* (producción de huevo); *Coturnix coturnix faraona*, *Coturnix coturnix corena* y *Colinus virginianus*. Además, existe en la actualidad un sin número de líneas, híbridos, mutaciones y degeneración de individuos a causa de la elevada consanguinidad e ingeniería genética, lo cual complica más su especificidad (Alas, 2012).

2.7 Sistemas de producción de codorniz.

Hay tres sistemas de producción: Extensivos, semi-intensivos e intensivos. Además también se habla de los súper intensivos (solo para ambientes controlados al 100%). (Valles, 2005).

2.7.1 Extensivos en jaulas.

Los sistemas extensivos puesto que manejan grupos pequeños de aves muchas veces en jaulas mantienen menos de cien individuos en total por jaula, estos animales son confinados en pequeños corrales o jaulas tipo gallinero, pero con techo bajo; el piso puede ser de suelo y, en ocasiones, se le coloca virutas de madera para controlar la humedad, otros utilizan jaulas elevadas del piso para albergar a las codornices. La alimentación se basa en el aprovechamiento de los desechos caseros, a veces reciben un poco de alimento concentrado. En cuanto al manejo sanitario, las aves dependen de la resistencia particular de ellas mismas, ya que no es común el uso de medicamentos. Su producción es, principalmente, para autoconsumo familiar y de vez en cuando se venden algunos productos o ejemplares entre los vecinos (Valles, 2005).

2.7.2 Semi-intensivos o en jaulas colectivas.

En este sistema se emplean jaulas elevadas; se utilizan cedazos de alta resistencia y adaptados para mantener sobre ellos este tipo de animales. El número de aves oscila desde 100 hasta 2000 individuos por explotación; se manejan por jaula grupos de cinco hasta cuarenta aves. La alimentación es manual y el suministro de agua automático por medio de bebederos industriales. Se emplean baterías de producción de 150 a 300 aves, a tres o seis niveles de cría. Se realiza control sanitario estricto (Valles, 2005).

2.7.3 Intensivos o en jaulas individuales.

En este caso, se emplea jaulas para grupos pequeños (cinco a diez individuos). El número de animales por granja supera las 2000 aves, tanto la alimentación como el suministro de agua es automática; la producción por unidad de área es mayor. El ambiente es controlado: su ventilación, temperatura y luminosidad, su tipo de alimentación es concentrado comercial alimentadas una vez al día; en cuanto al manejo sanitario es el chequeo de las aves a ingresar al área, buena higiene de las jaulas y una alimentación balanceada. (Valles, 2005).

2.8 Instalaciones.

La selección del lugar para el establecimiento de una explotación coturnicola no es difícil, puesto que se ha demostrado que en cualquier punto de altitud variable puede instalarse con éxito las explotaciones, se debe tener en cuenta la temperatura de la zona donde se va a instalar, la temperatura debe de oscilar entre 18 y 24 °C. Preferiblemente debe de tener las siguientes características: contar con muro de concreto aproximadamente 80 centímetros desde el piso, con varios desagües que

faciliten la limpieza; el piso con un leve desnivel, que permita que la codornaza, sea más fácil de limpiar, el techo debe de estar a una altura mínima de 2.5 metros y con tejas de preferencias térmicas, las paredes con malla para evitar la entrada de vectores, y cortinas que impidan que las corrientes de aire no toquen directamente a las aves dentro del galpón, en climas muy caliente los galpones deben de contar con extractores de aire, la orientación de las instalaciones para los alojamientos de los animales reproductores ha de permitir la mayor luminosidad posible de igual forma debe ser óptima y no afectar los resultados (Aquapec, 2006).

2.8.1 Jaulas

Existen dos clases de jaulas que permiten la explotación coturnicola de postura y la escogencia depende de la cantidad de espacio que se posea. (Aquapec, 2006).

2.8.1.1 Jaula piramidal

Cada módulo tiene 3 jaulas con capacidad de 10 codornices cada una. En total un modulo piramidal tiene una capacidad entre 180 y 200 aves, dependiendo este número de la temperatura que haya en el lugar. Este sistema, aunque ocupa más espacio, tiene ventaja, ya que permite una mayor circulación de aire y más luminosidad. Al caer la "codornaza", o excremento de codorniz, directamente al piso, su limpieza y labor es mucho más fácil (Aquapec, 2006).

2.8.1.2 Jaula vertical.

Esta jaula tiene una medida de 1 x 1 metro y se compone de 5 o 6 divisiones que pueden albergar cada uno entre 150 y 180 aves. Este tipo de jaulas ocupa mucho menos espacio pero tiene como desventaja que en las divisiones inferiores la luminosidad es menor y las aves que se encuentran allí están más expuestas al monóxido de las heces producida por ellas mismas, por lo que estas divisiones tienden a ofrecer menor promedio de postura; además es mucho más dispendioso el manejo de la codornaza (Aquapec, 2006).

2.9 Efecto de la luz en los mecanismos fisiológicos de las aves y la luz artificial.

La luz artificial actúa e en los fotorreceptores hipotalámicos, luego este manda un mensaje a las neuronas hipotalámicas generando gránulos los cuales contiene la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) que, a su vez actúa en las células gonadotropas de la hipófisis. La estimulación lumínica desencadena la formación de la hormona folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH) desde la hipófisis anterior; la FSH por su parte estimula el crecimiento de los folículos ováricos, donde los folículos pequeños son la principal fuente de estrógenos y en la medida que evoluciona se van especializando en la producción de progesterona. Por tanto las funciones de los estrógenos son múltiples, puesto que participan en el control de todas las fases de la formación del huevo; son indispensables para: crecimiento del oviducto, síntesis de proteínas y lípidos de la yema en el hígado, transporte sanguíneo de lipoproteínas y del calcio, así como su depósito en el folículo, la síntesis de la proteína de la clara, el

aumento de la retención fosfocálcica al inicio del periodo de la puesta, comportamiento de la ovoposición y separación de los huesos pélvicos (A-2) (Ramírez. 2008).

La glándula pineal es una proyección del techo del diencéfalo, descansa entre los hemisferios cerebrales del cerebro (día y noche) sintetiza la hormona melatonina inductora del sueño. La glándula pineal está especialmente implicada en el control de los ritmos circadianos y la actividad sexual; un ritmo circadiano es un ciclo de 24 horas en los procesos bioquímicos, fisiológicos y de comportamiento (Once, 2010). La luminosidad en las codornices es un factor importante, sobre todo por lo que se refiere a la luz solar, cuyo efecto no solo estimula la actividad sexual de los animales, sino porque también contribuye al emplume, crecimiento y vigorosidad en especial de los animales jóvenes. El galpón debe tener lámparas de luz blanca que permitan iluminar el mismo de manera total hasta 3 horas después de oscurecer el día (Aquapec, 2006).

La luminosidad constituye un factor estimulante de la postura por lo que se recomienda que la luminosidad natural deba alcanzar como mínimo 14 horas luz natural, suplementando el resto con luz artificial (Osorio, 1996).

Entre los mecanismos biológicos que desencadenan la función reproductiva del ave, influyen factores como la luz, la luminosidad y las radiaciones ultravioleta ya que son de particular interés como estimulantes del crecimiento, desarrollo y vigor de los polluelos sobre todo en las edades comprendidas entre el cuarto y el décimo quinto día. Este último factor es escasamente controlable, sin embargo la iluminación y la alimentación si son fundamentales. Se incrementa el fotoperiodo mediante un programa de iluminación artificial (12-15 lux, iluminación progresiva hasta las 16 horas) Se ha observado que en días largos, inducen un desarrollo reproductivo inmediato (Peña, 2004).

La luz juega un papel importante en la producción avícola, en la cría de pollos parrilleros así como las aves de postura. En el primer caso es para que coman más y en el otro es para producir el estímulo de postura. En los meses de invierno, las aves necesitan un mínimo de 14 a 15 horas luz diarias para que se desarrollen los óvulos y produzcan los huevos, la luz fluorescente es económicamente más conveniente, al emplear tubos se obtiene una mayor difusión de la luz y se produce menos espacios de sombra, pero si se hace una buena distribución de lámparas, se obtienen los mismos resultados (Gibert, 2000).

Las aves se caracterizan por tener una mayor proporción de conos que bastones en la retina, por lo que tienen una mejor visión diurna que nocturna. Generalmente el pollo de carne es criado a bajas intensidades lumínicas (<10 lux) con el fin de disminuir su actividad y de esta manera aumentar su velocidad de crecimiento y ganancia media diaria; consiguiéndose a su vez, ahorrar costos de electricidad. Las gallinas, son criadas con unas intensidades lumínicas que oscilan entre 5-10 lux, intensidades suficientes para mantener el fisiologismo de la puesta, a través de la estimulación del nervio óptico (Once, 2010).

Las gallinas reproductoras pesadas son refractarias (biológicamente incapaces de responder a la luz) cuando pasan su fase de desarrollo bajo fotoperiodos diarios crecientes, su postura será deficiente. Esta situación puede evitarse mediante un pre-acondicionamiento de las aves al someterlas a periodos no estimulantes (menos de 12 horas de luz por día), durante un mínimo de 4 semanas (Tecnología Portal Avícola, 2005).

2.10 Definiciones de luz artificial.

Luz: la luz visible es la parte del espectro electromagnético que puede percibir el ojo, corresponde a longitudes de ondas. En una bombilla el calor producido por la agitación de las moléculas al pasar la corriente eléctrica hace que los átomos del filamento pasen a un estado de energía superior al saltar electrones a un nivel más externo, cuando los electrones caen de nuevo al nivel inicial se emite la luz artificial (Sebastián, 1996).

Lux (símbolo: lx) es la unidad derivada del sistema internacional de medidas para la iluminación o nivel de iluminación. Diez lux equivalen a 60 watts (Sebastián, 1996).

Lumen: Es la unidad de sistema internacional de medida para medir el flujo luminoso, una medida de la potencia luminosa emitida por la fuente (Sebastián, 1996).

Watt: dicese término watt como sinónimo de vatio, el vatio se define como la potencia generada de acuerdo a la diferencia entre una corriente eléctrica de 1 amperio (1 VA) y 1 voltio. Esto hace que los dispositivos eléctricos de escasa potencia puedan definirse según sus vatios, aunque aquellos de gran potencia apelan a los kilovatios (Kw). Un Kw es igual a 1.000 vatios (Sebastián, 1996).

Existen diferentes tipos de lámparas entre ellas están las lámparas fluorescentes compactas; son más conocidas como focos ahorradores, actualmente su precio se ha reducido de manera importante, la gran ventaja de esta lámpara es que consume muy poca energía y casi toda la convierten en luz. Los diferentes tipos de watts que se encuentran son 18w, 20w, 23w, 26w y 30 watts. (Quijada, 2012).

2.11 Diferentes tipos de luz artificial.

Luz incandescente: El bombillo incandescente tiene muy poca eficiencia, dado que de toda la energía que consume, sólo alrededor de un 15% es convertido en luz visible y el resto, en calor y en energía que escapa al espectro de visión humana. Además del problema de sustentabilidad ambiental, la poca sustentabilidad económica es otra limitante, dado que el alto consumo de energía consumida por estos focos también se refleja en la factura eléctrica, además de tener muy corta vida útil (Quijada, 2012).

2.11.1 Luces de halógeno

Representan una evolución con respecto al bombillo incandescente, puesto que tienen mayor eficiencia (mayor aprovechamiento de la energía consumida y mayor vida útil) y rendimiento (capaces de aportar más luz por watt consumido) estas luces son también consideradas de alto consumo energético y han sido igualmente “sacadas de circulación” del mercado europeo (Quijada, 2012).

2.11.2 Luz fluorescente

A pesar de haber sido un invento poco reciente su historia se remonta casi a la invención de la bombilla incandescente, sólo que sus altos costos de instalación y mantenimiento desalentaron su uso. Las mejoras que sobre él se hicieron a mediados del siglo pasado lo sacaron de la lista de “patentes inviables” y lo volvieron de creciente popularidad. La luz fluorescente es conocida por la extrema eficiencia que ofrece en contraste con las luces incandescentes y de halógeno. Ampliamente usada en ambientes de trabajo u oficina, y para extender su vida útil se recomienda usarla en sitios donde se requiere que esté encendida continuamente (evitar estar prendiéndola y apagándola). A los muchos beneficios de la luz fluorescente, se opone una consideración: dado que es una luz no-continua, su uso no se recomienda para lectura ni trabajo fino o minucioso (Quijada, 2012).

2.11.3 Luz fluorescente compacta

Esta luz presenta características muy similares a la luz fluorescente tradicional, sumando la ventaja de que su presentación con rosca como el de las bombillas incandescentes la hace práctica por su fácil instalación y nulo mantenimiento. Las innovaciones sobre este tipo de lámparas hacen posible que hayan ampliado su gama de “temperatura de color” (los tonos en que la luz se observa), a pesar de que los focos ahorradores son dispositivos mucho más costosos que los incandescentes, resultan una inversión, dado que presentan mucha mayor eficiencia energética, con lo que son sustentables ambiental y económicamente (Quijada, 2012).

2.11.4 Calculo de consumo de energía eléctrica

La energía que consume un aparato eléctrico (kWh), se determina multiplicando la potencia de dicho aparato (kW) por la cantidad de horas que esta encendido es decir: $\text{potencial del aparato eléctrico (kW)} + \text{tiempo que está encendido el aparato (horas)} = \text{Energía consumida por el aparato.}$

Si la potencia esta expresada en Watts (W), para determinar su equivalente en kilowatts (kW), se divide dicha potencia (W) entre 1,000 (Superintendencia General de Telecomunicaciones, SIGET, 2012).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización y duración del estudio

La investigación se llevó a cabo en la granja "Coturnix" ubicada en el Cantón El Pacún, Municipio de Tecoluca, Departamento de San Vicente, sus coordenadas geográficas son 13° 24' 5" longitud Norte, 88° 44' 15" de latitud Oeste, con una altura de 10 m.s.n.m.; humedad relativa de 87% anual y un rango de temperatura de 19 a 37°C, llegando hasta 19°C por la noche (A-3). La duración del proyecto fue de noviembre 2013 a mayo 2014.

3.2 Metodología de campo.

3.2.1 Alojamiento y equipo.

Las codornices fueron albergadas en una galera de 20 metros cuadrados (5 m largo x 4 m de ancho), el diseño de la instalación en su techo fue de dos aguas con una altura de 2.5 m al centro y 2 m en los laterales, los materiales del techo fueron palma de coco recubierta con plástico de polietileno, las columnas fueron elaboradas con madera rolliza y las vigas con varas de bambú. La galera se dividió en cuatro secciones de 5 metros cuadrados, las divisiones de estas secciones fueron diseñadas de forma móvil, cubiertas con plástico las cuales se recogían en el día y por la noche se colocaban con la finalidad de sellar cada compartimiento (A-4).

Las jaulas fueron elaboradas con madera con dimensiones de 120 cm de ancho x 120 cm de largo x 40 cm de alto para las hembras. La jaula del macho fue de 30 cm de ancho x 30 cm de largo x 30 cm alto. El piso de las jaulas de las hembras se construyó de plywood, las divisiones de cedazo con medidas de un centímetro de diámetro y alrededor cubierta con tela de gallinero de 2 centímetros de diámetro (A-5). La distancia entre el piso de la galera y la jaula fue de 60 cm de alto. La cama fue granza de arroz cambiándola cada 8 días. Cada cubículo contó con un bebedero usando botellas recicladas de plástico (A-6) y el comedero de madera de bambú (A-7) puesto que esta madera es hueca en su interior facilitaba el consumo de alimento al ser ofrecido a las aves, utilizando un sistema de producción extensivo en jaulas.

3.2.2. Adquisición y manejo de las aves.

Se trabajó con 96 codornices hembras de 45 días de edad listas para postura y 4 machos de 55 días, adquiridas en el Cantón Santa Cruz Porrillo, Tecoluca, San Vicente. Se trasladaron por medio de transporte terrestre (A-8) y fueron albergadas en cuatro jaulas haciendo grupos de 24 hembras en cuatro divisiones por jaula formando grupos de 6 aves por cubículo, según diseño estadístico aplicado. El macho fue ubicado en una jaula individual a la par de las hembras (A-9). Se colocaron los bebederos y se suministró una solución de agua con azúcar al 3% para disminuir el

stress de las aves y enseguida en su comedero concentrado de postura impulsor de una marca comercial con un 19% de proteína, suministrando 23 g. en la fase de adaptación y en la fase de campo de la investigación 25 g. por ave/día. Cada jaula fue dividida en cuatro partes y cada una era una repetición del respectivo tratamiento.

3.2.3 Instalación de la luz artificial y dieta alimenticia.

En la iluminación artificial se contó con una luminaria blanca de 8 watts en cada cuarto donde se implementó las horas luz, evaluando los lux que el ave recibiría con la formula siguiente: $lux = (lúmenes (1 / D^2))$, donde 1 es una constante y D era la distancia del ojo del ave al foco. El foco fue colocado a una distancia de 190 cm del ojo del ave en la jaula descendiendo este del techo a una distancia del piso a la jaula de 60 cm haciendo un total de 250 cm el alto de la galera (A-10). Para el cálculo de energía eléctrica se implementó la formula: potencial del aparato eléctrico (kW) + tiempo que está encendido el aparato (horas) = Energía consumida por el aparato (SIGET, 2012).

El programa de luz fue implementado desde la fase pre-experimental que fue la fase de adaptación de las codornices aumentando de forma gradual, para que al inicio de la investigación fueran las horas correspondientes para cada tratamiento (T1 15 horas luz artificial, T2 16 horas luz artificial y T3 17 horas luz artificial), por la noche para no causar stress innecesario a las aves en la madrugada. Se suministró agua fresca todos los días.

Para la fase de campo se ofrecieron 25 g. de concentrado impulsor por ave por día hasta finalizar ocho semanas que duró dicha fase, debido a que se observó en la fase de adaptación la demanda de más alimento por parte del ave; este criterio de suministrar 25 g. se aplicó según el criterio que recomienda Alas (2012). La alimentación fue ofrecida en base diaria, en dos ocasiones, la mitad a las 7:00 am y la otra mitad a las 5:00 pm.

La evaluación de la producción de huevos inició a partir de la puesta del sol y la recolección de los mismos se realizó por la mañana a las 6:00 am (A-11) (Tu tiempo.net 2013-2014).

3.3 Metodología estadística.

Se evaluó el efecto de tres programas de horas luz artificial y su efecto en cuanto a rendimiento de la postura instalando un ensayo, utilizando el diseño de completamente al azar. La duración de la investigación fue de 6 meses, con una fase de campo de 8 semanas.

Cuadro 2. Tratamientos.

Tratamientos	Horas luz
T0 (testigo)	Sin aplicación de luz artificial
T1	15 horas luz por día
T2	16 horas luz por día
T3	17 horas luz por día

Las unidades experimentales a estudiar fueron 96 codornices; dividida en cuatro tratamientos, con cuatro repeticiones y cada repetición formada por 24 codornices siendo la variable dependiente la producción de huevos y la variable independiente las horas luz artificial. Se aplicó el modelo estadístico completamente al azar, con este diseño se puede probar cualquier número de tratamientos, así como la prueba Tukey debido a que esta prueba es usada para hacer todas las comparaciones múltiples posibles con los tratamientos, evaluando al final de la prueba con un análisis de varianza con un error de 5 % usando el cuadro de ANVA. Se utilizó el programa SAS 9.1.3.

3.3.1 Fórmula matemática.

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} : Característica bajo estudio observado en la parcela "j" y donde se aplicó el tratamiento "i".

μ : Media experimental

t_i : Efecto de tratamiento "i"

ε_{ij} : Error experimental de la celda (i,j)

i : 1,2,..... a = número de tratamientos

j : 1,2,..... r = número de repeticiones de cada tratamiento

3.3. 2. Cuadro 3. ANVA

F de V.	GL	(GL)
Tratamientos	a-1	3
Error Experimental	a (n-1)	12
Total	an – 1	15

3.3.3. Variables a estudiar

La variable independiente fue las horas de luz artificial, y las variables dependientes fueron: consumo de alimento, peso vivo del ave, cantidad de huevos, peso del huevo y tamaño del huevo.

3.3.3.1. Consumo de alimento.

El consumo de alimento se obtiene al pesar el alimento ofrecido y obtener la diferencia con el rechazado. (A-12).

3.3.3.2. Peso vivo del ave.

Al tomar el peso vivo en gramos, se escogió un ave al azar de cada repetición del tratamiento; esta actividad se realizaba una vez por semana (A-13).

3.3.3.3 Cantidad de huevos.

Se recolectaron los huevos de cada tratamiento con sus correspondientes repeticiones, cuantificando y sumando cada tratamiento, tomando los datos diariamente (A-14).

3.3.3.4. Peso del huevo.

Para la toma del peso del huevo se recolectaron todos de cada tratamiento, identificados con sus respectivas repeticiones, posteriormente se fueron pesando cada uno de ellos en una balanza semi-analítica con una capacidad de 0 a 1000 g. Esta toma se realizaba diariamente (A-15).

3.3.3.5 Tamaño del huevo.

Para el tamaño del huevo, se realizó la medición en centímetros utilizando un calibrador llamado pie de rey con una capacidad de medida de 10 cm, midiendo el largo de cada huevo, anotando los datos diariamente (A-16).

3.3.3.6 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia es el parámetro zootécnico que referencia la cantidad de alimento consumido con las unidades producidas, en este caso huevos. La fórmula y resultados se plantea en el capítulo 4.

3.3.3.7. Metodología económica

Para la metodología económica se realizó una comparación económica entre los tratamientos evaluados mostrando los beneficios netos de cada tratamiento, a su vez se realizó el análisis de dominancia mostrando así cual de todos los tratamientos en estudio es el que tiene mejor rentabilidad para el coturnicultor.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Se presentan a continuación los cuadros generales para cada variable en estudio que se evaluó por semana.

4.1. Consumo de alimento.

Puede observarse que a partir de la segunda hasta la octava semana, el consumo de alimento ofrecido a las codornices, fue totalmente consumido igualmente por todas las aves incluidas en los tratamientos (cuadro 4.) (A-17)

Cuadro 4. Consumo promedio de alimento en gramos por semana y tratamientos.

Semanas Tratamientos	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
To	1008.93	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	8358.93
T1	992.95	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	8342.95
T2	1009.05	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	8359.05
T3	1010.65	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	8360.65

Debido a estos resultados, y al aplicarle el análisis de varianza, puede decirse que estadísticamente no hubo diferencia significativa en la fase de campo, excepto en la semana uno, es decir todos los tratamientos a partir de la semana dos consumieron lo mismo (A-13). Pero al compararlo con la investigación de Chicaiza (2013) Ecuador, dice que las horas luz influyen en el consumo de alimento, lo cual no concuerda con los resultados de esta investigación, ya que hubiese o no iluminación artificial, las aves consumían toda su ración diaria.

4.2 Peso vivo del Ave.

A continuación se reportan los resultados obtenidos para la variable peso vivo de las codornices, expresadas en gramos, cuantitativamente T0 presento los pesos más altos y coincidentemente fue este tratamiento el que tuvo la menor postura (cuadro 5), (A-18).

Cuadro 5. Promedio de peso vivo del ave en gramos por semana y tratamientos.

Semanas Tratamientos	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
To	212.50	201.250	201.250	212.500	201.250	212.500	201.250	201.250	1643.75
T1	200.75	206.250	201.250	203.750	200.000	198.750	200.000	201.250	1586.25
T2	187.50	200.000	198.750	200.000	198.750	198.750	197.500	197.500	1578.75
T3	193.75	206.250	198.750	206.250	200.000	198.750	198.000	200.000	1601.75

Al aplicar los análisis estadísticos se encontró que no existieron diferencias entre tratamientos. Guevara (2010) Ecuador, afirma que el peso promedio de las codornices en postura oscila entre 110 a 115 gramos (A-14). Contrastando los resultados obtenidos en la variable del peso del ave de esta investigación, se puede notar que las aves, tuvieron pesos mayores en todos los tratamientos de este estudio en relación a lo reportado por Guevara, ya que los pesos fluctuaron entre 187.50 a 212.50 gramos, que reflejaron la mejoría de los pesos, y que pudieron ser influenciados por menores aplicaciones de luz; lo que se puede traducir en menor desgaste físico del ave ya que el manejo general era idéntico para todos los tratamientos.

4.3. Cantidad de huevos

A continuación se muestran los resultados de la cantidad de huevos producidos durante la fase de campo, puede observarse cuantitativamente el que produjo menor postura fue el T0 (cuadro 6) (A-19).

Cuadro 6. Promedio de cantidad de huevos producidos por semana y tratamientos.

Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
To	15.000	15.000	16.500	17.500	16.750	20.000	21.750	21.000	143.50
T1	27.000	27.000	30.500	36.000	40.750	39.500	36.500	38.250	275.50
T2	29.000	29.000	35.250	35.750	39.500	38.000	38.000	39.000	283.50
T3	29.750	29.750	29.750	32.500	38.500	38.750	36.250	38.500	273.75

Estadísticamente existe diferencia ($P < 0.05$) entre los tratamientos, en cuanto a las cantidades de huevos bajo la influencia significativa de horas luz. T1, T2, T3 fueron mejores en cuanto a la producción. Estadísticamente los tres son mejores y no hay diferencia entre ellos, es decir que al añadir horas de luz artificial para la producción de huevos existió un incremento representativo en esta variable en estudio (A-15). Según Ramírez (2008) Venezuela, la estimulación lumínica desencadena la formación de las hormonas folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH) desde la hipófisis anterior, la FSH estimula el crecimiento de los folículos, que son la principal fuente de estrógenos que participan en toda las fases de la formación del huevos, causando el aumento en la postura; en este sentido, los resultados de Ramírez son conformes a aquellos de la presente investigación.

4.4 Peso del huevo

En el siguiente cuadro se observan los resultados obtenidos en la variable, peso del huevo, puede observarse en el cuadro tres, que los márgenes de los pesos fueron de aproximadamente ocho gramos durante la fase campo, a excepción de la cuarta semana en la cual hubo una baja ostensible, debido a un stress severo, a raíz de un fenómeno climático extremo que aparentemente solo afecto en esa semana a esta variable (cuadro 7) (A-20)

Cuadro 7. Promedio de peso del huevo en gramos por semana y tratamientos.

<u>Semanas</u> Tratamientos	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
To	61.918	66.570	72.010	21.9325	71.448	70.578	70.183	70.728	462.26
T1	68.398	74.045	73.183	21.7675	74.265	74.150	76.123	73.360	487.96
T2	71.618	71.363	70.348	21.5250	72.648	70.955	74.008	72.025	473.62
T3	69.368	72.655	73.785	21.6325	72.785	71.635	73.008	70.438	477.46

En el peso del huevo, no hubo diferencia estadística, es decir no existió diferencia relevante en cuanto a esta variable, al utilizar luz blanca (A-16). Según Rizzoto (2011) Brasil, en su investigación afirma que las codornices sometidas a luz verde, además de tener un mejor rendimiento en producción, pusieron huevos de mayor peso, cosa que no ocurrió en el presente ensayo.

4.5. Tamaño del huevo.

Se aprecian los resultados de los tamaños de los huevos puestos por las codornices, se puede observar que cuantitativamente T2, tuvo una media de 21.48 mm y el menor dato fue el de T0 con 18.81mm (cuadro 8) (A-21).

Cuadro 8. Promedio del tamaño del huevo en milímetros por semana y tratamientos.

<u>Semanas</u> Tratamientos	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
To	18.815	19.760	20.547	21.932	21.257	21.170	21.352	20.712	165.547
T1	21.075	21.092	21.645	21.767	23.467	21.792	21.647	21.555	174.042
T2	20.752	21.510	21.452	21.525	23.312	21.612	21.395	21.487	173.047
T3	21.527	21.460	21.520	21.632	21.657	21.520	21.597	21.422	172.337

Desde el punto de vista estadístico no hubo diferencia significativa entre tratamientos, las horas luz diarias no influyeron en el tamaño (A-17), según una investigación conducida por García (2013) Brasil, al proporcionar a las codornices reproductoras un régimen de luz apropiado, el tamaño del huevo se puede aumentar, lo que no sucedió en esta investigación, al menos desde el punto de vista estadístico.

4.6 Conversión alimenticia

Con respecto a la conversión alimenticia puede observarse, que el mejor tratamiento en cuanto a conversión alimenticia fue el T1, con 1.84. En cambio el T0, es el que menos convirtió el alimento consumido en huevos, pero puede decirse que aparte de huevos producidos, la conversión tuvo que ver con la producción de carne, ya que las aves en este tratamiento tuvieron los mejores pesos (cuadro 9).

Cuadro 9. Conversión alimenticia de los tratamientos evaluados.

Semanas Tratamientos	1	2	3	4	5	6	7	8	Total	Conversión Alimenticia.
To	1.62	1.57	1.45	4.78	1.46	1.48	1.49	1.48	15.30	1.91
T1	1.45	1.41	1.43	4.82	1.41	1.41	1.37	1.43	14.73	1.84
T2	1.40	1.47	1.49	4.87	1.44	1.47	1.41	1.45	15.00	1.87
T3	1.45	1.44	1.42	4.85	1.44	1.46	1.43	1.49	14.98	1.87

En un estudio realizado en Venezuela por Montilla (2006), se reportó que las conversiones en codornices deben andar entre 1.6 a 1.7, dato técnico que no concuerda con los resultados obtenidos en la presente investigación, ya que como puede verse en el cuadro seis, las conversiones tuvieron un margen de 1.84 a 1.91. Puede inferirse que la conversión en este trabajo no fue la ideal debido a factores de la propia luz utilizada, climáticos y genéticos e incluso la alimentación que no es igual a estudios realizados en otros países, ya que se utiliza en El Salvador concentrado comercial para gallinas ponedoras, además las codornices adquiridas no tendrán el mismo potencial genético que tienen las utilizadas en otros países.

4.7. Comparación económica USD (\$)

Cuadro 10. Datos económicos

Descripción	Unidad	Precio Unitario (USD)	T0	T1	T2	T3	Total
Ingresos							
Huevos T0:547 T1: 1085 T2: 1118 T3:1061	Unidad	\$0.10	\$56.70	\$108.50	\$111.80	\$106.10	\$381.10
12 Codornaza	kg	\$3.00	\$12.00	\$12.00	\$12.00	\$12.00	\$144.00
24 Codornices	Unidad	\$2.00	\$48.00	\$48.00	\$48.00	\$48.00	\$192.00
Sub total			\$116.70	\$168.50	\$171.80	\$166.10	\$623.10
Egresos							
24 Codornices	Unidad	\$1.25	\$30.00	\$30.00	\$30.00	\$30.00	\$120.00
Alimento T0: 73.00 T1: 72.83 T2: 73.00 T3: 72.89	Kg	\$0.25	\$18.25	\$18.20	\$18.25	18.22	\$72.92
Luz eléctrica T1: 168 T2: 224 T3: 280	watts	\$0.008	0	\$1.34	\$1.79	\$2.24	\$5.37
Agua 224	litro	\$0.02	\$4.48	\$4.48	\$4.48	\$4.48	\$17.92
Granza de arroz 362	Kg.	\$1.00	\$8.00	\$8.00	\$8.00	\$8.00	\$32.00
Mano de obra ¹ 50	Hora	\$0.25	\$12.50	\$12.50	\$12.50	\$12.50	\$50.00
Transporte 8	Viaje	\$0.50	\$4.00	\$4.00	\$4.00	\$4.00	\$16.00
16 Comederos	Unidad	\$0.07	\$0.28	\$0.28	\$0.28	\$0.28	\$1.12
16 Bebederos	Unidad	\$0.07	\$0.28	\$0.28	\$0.28	\$0.28	\$1.12
1 Galera ²	Unidad	\$100.00	\$25.00	\$25.00	\$25.00	\$25.00	\$100.00
4 Jaulas	Unidad	\$6.00	\$6.00	\$6.00	\$6.00	\$6.00	\$24.00
Plástico negro 18.28	Metros	\$0.28	\$1.40	\$1.40	\$1.40	\$1.40	\$5.60
Sub total			\$110.19	\$111.48	\$111.98	\$112.40	\$446.05
Beneficios netos			\$6.51	\$57.02	\$59.82	\$53.70	\$177.05

Como se muestra en la comparación económica, el que presentó los mejores beneficios netos es el T2 con 16 horas luz con USD 59.82, económicamente el que se recomienda es el T2 y el que menos rentabilidad tiene es el T0 sin luz artificial.

¹ La mano de obra fue realizada por las tesisas (recolección de huevos, alimentación, manejo de la iluminación y limpieza.

² Presupuesto de construcción de galera (A-18)

Según un estudio realizado por Chicaiza en Ecuador (2013), la mayor rentabilidad según beneficio costo fue el de 14 horas de iluminación continua, siendo el menos rentable el T1 que tenía 12 horas luz. Al comparar los datos de este autor con los de la presente investigación puede verse que no necesariamente la mayor cantidad de horas luz da los mejores rendimientos desde el punto de vista económico.

4.7.1 Presupuesto parcial

Para el presupuesto parcial, se puede observar un déficit de beneficio neto en el T0; es decir no es rentable, contrario a los demás tratamientos que se observa un beneficio y es rentable añadir luz artificial, el T2 con USD 7.13 fue el que más beneficio obtuvo en la investigación económicamente (cuadro 11).

Cuadro 11. Presupuesto parcial de los cuatro tratamientos.

	TRATAMIENTOS			
	T0 sin luz artificial	T1 15 horas de luz artificial	T2 16 horas de luz artificial	T3 17 horas de luz artificial
Rendimiento medio (cant/huevos)	567	1085	1118	1061
Rendimiento ajustado (cant/huevos)	284	543	559	531
Beneficios brutos (USD \$)	28.4	54.30	55.90	53.10
Costos de codornices (USD \$)	30.00	30.00	30.00	30.00
Costo de energía eléctrica (USD \$)	0	1.34	1.79	2.24
Costo de agua (USD \$)	4.48	4.48	4.48	4.48
Costo de mano de obra (USD \$)	12.50	12.50	12.50	12.50
Totales de costos que varían (USD \$)	46.98	48.32	48.77	49.22
Beneficios netos (USD \$)	-18.58	5.98	7.13	3.88

4.7.2 Análisis de Dominancia para los tratamientos

Los tratamientos dominados son T0 y T3, los cuales representan un beneficio neto menor lo cual genera pérdida para el coturnicultor, en cambio los tratamientos T1 y T2 son los que generan un beneficio neto mayor, siendo el mejor el T2 (cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis de dominancia de los tratamientos.

Tratamiento	Totales de costos que varían (USD \$)	Beneficios netos (USD \$)
T0 (sin luz artificial)	46.98	-18.58 D
T1 (15 horas de luz artificial)	48.32	5.98
T2 (16 horas de luz artificial)	48.77	7.13
T3 (17 horas de luz artificial)	49.22	3.88 D

4.7.3 Tasa de retorno marginal entre tratamientos dominantes

La tasa de retorno marginal entre tratamientos dominantes, se calcularon usando la formula siguiente: Diferencia de los totales de costos que varían no dominados / diferencia de beneficios netos no dominados por 100.

$$\frac{(48.77-48.32)}{(7.13-5.98)} *100 = \boxed{40\%}$$

Esto significa que por cada USD 1.00 en la implementación de horas luz artificial se puede recobrar el USD 1.00 invertido y obtener USD 0.40 adicional. Quiere decir que es rentable adicionar luz artificial en la producción de huevos de codorniz.

5. CONCLUSIONES.

1. Estadísticamente la producción de huevos de codornices, fue mejor para el tratamiento T2 (16 horas luz diarias). En cuanto a T0 (sin luz artificial) fue el que obtuvo la más baja producción.
2. Con respecto a las variables peso del huevo, consumo de alimento, peso de las codornices y conversión alimenticia, no se reportaron diferencias estadísticamente significativas.
3. Económicamente el tratamiento que produce el mejor beneficio es el T2 con USD 59.82.
4. Con respecto al análisis marginal, se tiene que al invertir USD 1.00, se obtendrá de ganancia USD 0.40 en los tratamientos T1 y T2.
5. Según esta investigación, si la finalidad es la producción de carne, no se debe exponer a horas luz artificial a las codornices, puesto que estas obtuvieron los mejores pesos.

6. RECOMENDACIONES.

1. Según los resultados de esta investigación, el programa de iluminación que el avicultor debería de implementar es el tratamiento dos con 16 horas luz natural más artificial, debido a que es el que obtuvo el mejor beneficio neto.
2. Impartir capacitaciones sobre el uso de la implementación de 16 horas luz, en las diferentes granjas de codornices existentes en el país.
3. Se recomienda realizar más investigación respecto a relación entre las horas luz y la producción de las codornices en condiciones y tiempo diferente.

7. BIBLIOGRAFIA

Alas, R. 2012, Especies menores Codornices (en línea) CR. Consultado en mayo 2013 disponible en:

<http://repositorio.uned.ac.cr/reuned/bitstream/120809/530/1/Modulo%20codornices%20resumido.pdf>

Aquaptec, C.O. 2006. Producción de codornices (en línea) CO. Consultado Mayo 2013. Disponible en <http://www.codornizf1.com/#about>.

Arrieta, A. 2005. Productividad de la Codorniz ponedora (en línea) consultado Junio 2013. Disponible en <http://archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos>

Chicaiza, M. 2013. Influencia de las horas luz en la producción de huevos de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) en la parroquia, Universidad Politécnica Salesiana, sede Quito, EC. Tesis Ingeniero Agropecuario.90 p.

García R. 2013. Efecto del Uso de luces led de ponedoras (en línea) BR. Consultado en Abril. Disponible en: <http://www.elsitioavicola.com/articulos/2365/efectos-del-uso-de-luces-led-en-ponedoras>.

Gibert, P.M. 2000. La luz en la Avicultura (en línea) consultado en Mayo 2013. Disponible en: <http://archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos>.

Guevara, E. 2010. Cría de Codornices (en línea), consultado Mayo 2013. Disponible en: http://grupos.emagister.com/documento/cria_de_codornices

Lázaro, R. 2005. Nutrición y alimentación de avicultura Complementaria de codornices (en línea). Madrid, ES. Consultado en Mayo 2013. Disponible en http://www.wpsa-aeca.es/articulo.php?id_articulo=437.

Montilla, E. 2006, Manejo integral de un lote de codornices (*Coturnix coturnix japonica*) y costo de producción en la agropecuaria la codorniz, Trujillo VE. Tesis técnico superior pecuario. 35 p.

Once Innovations Inc. La ciencia de Iluminación de pollerías, 2010 (en línea) US. Consultado en Junio 2013. Disponible en: http://www.onceinnovations.com/downloads/spl_sp.pdf.

Osorio, L. 1996, Manual para la producción de codorniz, Universidad Autónoma, estado de Puebla, MX. Tesis Ing. Agrónomo Zootecnista.73 p.

Peña, JC. López F, F. Calle, MI. 2004, Estudio de la productividad de la codorniz cinegética (*coturnix coturnix*) criada en cautividad (en línea) ES. Consultado en junio

2013. Disponible en:

<http://www.uclm.es/profesorado/produccionanimal/ProyectoCodorniz/CodoriTEA05.pdf>

Quijada, C.C 2012. Los Tipos de luz Artificial (en línea). Consultado en junio de 2013. Disponible en: <http://tucasanueva.com.mx/hogar/los-tipos-de-luz-artificial/>

Ramírez L. 2008. Fisiología reproductiva y programas de luz. Maracaibo (en línea). VE. Consultado Junio del 2013. Disponible en: <http://www.wpsa-aeca.es/articulo>.

Rizzotto, D. 2011. Influencia de diferentes colores de Iluminación artificial sobre la calidad del huevo de codornices japonesas (en línea), BR. UFSM consultado en Mayo 2013 Disponible en: www.engormix.com › [Avicultura](#) › [Artículos técnicos](#) › [Manejo](#).

Sebastián P. Prast, J. Rovira, J. 1996. Océano Uno Color Diccionario Enciclopédico, Barcelona ES.984 p.

Secretaria de Fomento Agropecuario Oficina Estatal de Información para el desarrollo rural sostenible, Baja California 2009. Estudio. Base de datos (en línea). Baja California. Consultado Mayo 2013. Disponible en <http://www.oeidrusbca.gov.mx/oeidrusbca/biblioteca/Estudios/Pecuarios/DOCUMENTO%20CODORNIZ.pdf>

SIGET, 2012. Guía para calcular el consumo de energía eléctrica (en línea).consultado Agosto 2014. Disponible en http://www.siget.gov.sv/attachments/1436_Calculo%20consumo%20energia%20electrica.pdf

Tecnología Portal Avícola, 2005, La luz y las aves reproductoras (en línea). Consultado en Junio 2013. Disponible en: <http://www.midiotecavipec.com/avicultura/avicultura021105.htm>

Tu tiempo.net, calendario solar 2013-2014 (en línea) Consultado en Septiembre 2013. Disponible en: <http://www.tutiempo.net/calendario-solar/>

Trome. P. 2012. Diferencias entre el huevo de gallina y el de codorniz (en línea). Consultado en Junio 2013. Disponible en: <http://trome.pe/familia/1473575/noticia-diferencias-entre-huevo-gallina-codorniz>.

Valles Ruth, P.L. 2005 Proyecto de una granja de codornices. Tesis M. Veterinaria, Chihuahua, MX. 4 p.

Vásquez, R. Chavarro, H. 2007. La cría de codornices (en línea). Bogotá, CO. Consultado Mayo 2013. Disponible en <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/archivos/publicaciones/codornicesno1.pdf>

8. ANEXOS

Cuadro A-13. Anva, Consumo de alimento por semanas

Semana 1.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	833.25187	277.75062	0.08	0.9671
Error experimental	12	39385.61750	3282.13479		
TOTAL	15	40218.86937			

Semana 2.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	0	0		
Error experimental	12	0	0		
TOTAL	15	0			

Semana 3.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	0	0		
Error experimental	12	0	0		
TOTAL	15	0			

Semana 4.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	0	0		
Error experimental	12	0	0		
TOTAL	15	0			

Semana 5.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	0	0		
Error experimental	12	0	0		
TOTAL	15	0			

Semana 6.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	0	0		
Error experimental	12	0	0		
TOTAL	15	0			

Semana 7.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	0	0		
Error experimental	12	0	0		
TOTAL	15	0			

Semana 8.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	0	0		
Error experimental	12	0	0		
TOTAL	15	0			

Cuadro A-14. Anva, Peso vivo del ave por semana.**Semana 1.**

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	1378.250000	459.416667	0.82	0.5088
Error experimental	12	6745.500000	562.125000		
TOTAL	15	810000			

Semana 2.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	129.687500	43.229167	0.41	0.7472
Error experimental	12	1258.250000	104.854167		
TOTAL	15	1387.937500			

Semana 3.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	25.0000000	8.3333333	0.80	0.5174
Error experimental	12	125.0000000	10.4166667		
TOTAL	15	150.0000000			

Semana 4.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	331.250000	110.416667	1.14	0.3724
Error experimental	12	1162.500000	96.875000		
TOTAL	15	1493.750000			

Semana 5.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	17.1875000	5.7291667	0.33	0.8015
Error experimental	12	206.2500000	17.1875000		
TOTAL	15	223.4375000			

Semana 6.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	567.187500	189.062500	1.17	0.3601
Error experimental	12	1931.250000	160.937500		
TOTAL	15	2498.437500			

Semana 7.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	36.68750000	12.22916667	2.38	0.1211
Error experimental	12	61.75000000	5.14583333		
TOTAL	15	98.43750000			

Semana 8.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	37.5000000	12.5000000	2.40	2.40
Error experimental	12	62.5000000	5.2083333		
TOTAL	15	100.0000000			

Cuadro A-15 Anva, Cantidad de huevos por semana.

Semana 1.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	569.687500	189.895833	4.84	0.0197
Error experimental	12	470.750000	39.229167		
TOTAL	15	1040.437500			

Semana 2.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	569.687500	189.895833	4.84	0.0197
Error experimental	12	470.750000	39.229167		
TOTAL	15	1040.437500			

Semana 3.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	776.500000	258.833333	15.89	0.0002
Error experimental	12	195.500000	16.291667		
TOTAL	15	972.000000			

Semana 4.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	923.187500	307.729167	20.43	<.0001
Error experimental	12	180.750000	15.062500		
TOTAL	15	1103.937500			

Semana 5.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	1574.250000	524.750000	105.83	<.0001
Error experimental	12	59.500000	4.958333		
TOTAL	15	1633.750000			

Semana 6.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	1059.187500	353.062500	55.93	<.0001
Error experimental	12	75.750000	6.312500		
TOTAL	15	1134.937500			

Semana 7.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	697.2500000	232.4166667	40.72	<.0001
Error experimental	12	68.5000000	5.7083333		
TOTAL	15	765.7500000			

Semana 8.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	928.687500	309.562500	20.90	<.0001
Error experimental	12	177.750000	14.812500		
TOTAL	15	1106.437500			

Cuadro A-16 Anva, Peso del huevo por semanas**Semana 1.**

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	207.9547000	69.3182333	1.95	0.1747
Error experimental	12	425.5503000	35.4625250		
TOTAL	15	633.5050000			

Semana 2.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	126.6693687	42.2231229	3.46	0.0513
Error experimental	12	146.5994750	12.2166229		
TOTAL	15	273.2688438			

Semana 3.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	27.5059250	9.1686417	0.55	0.6608
Error experimental	12	201.8612500	16.8217708		
TOTAL	15	229.3671750			

Semana 4.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	11.8087500	3.9362500	0.32	0.8097
Error experimental	12	146.8678500	12.2389875		
TOTAL	15	158.6766000			

Semana 5.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	15.9928250	5.3309417	0.17	0.9117
Error experimental	12	367.0505500	30.5875458		
TOTAL	15	383.0433750			

Semana 6.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	31.01921875	10.33973958	2.36	0.1226
Error experimental	12	52.52107500	4.37675625		
TOTAL	15	83.54029375			

Semana 7.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	73.0713000	24.3571000	1.13	0.3750
Error experimental	12	258.0317000	21.5026417		
TOTAL	15	331.1030000			

Semana 8.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	21.5410500	7.1803500	0.41	0.7458
Error experimental	12	207.9612500	17.3301042		
TOTAL	15	229.5023000			

Cuadro A-17 Anva Tamaño del huevo por semana**Semana 1.**

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	17.12855000	5.70951667	4.20	0.0302
Error experimental	12	16.32515000	1.36042917		
TOTAL	15	33.45370000			

Semana 2.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	8.03991875	2.67997292	1.57	0.2485
Error experimental	12	20.51767500	1.70980625		
TOTAL	15	1.70980625			

Semana 3.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	3.02652500	1.00884167	1.66	0.2291
Error experimental	12	7.31405000	0.60950417		
TOTAL	15	10.34057500			

Semana 4.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	0.37186875	1.40319375	1.44	0.2793
Error experimental	12	1.03132500	0.08594375		
TOTAL	15	1.40319375			

Semana 5.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	15.30627500	5.10209167	3.12	0.0665
Error experimental	12	19.65230000	1.63769167		
TOTAL	15	34.95857500			

Semana 6.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	0.82102500	0.27367500	2.88	0.0799
Error experimental	12	1.13975000	0.09497917		
TOTAL	15	1.96077500			

Semana 7.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	0.25611875	0.08537292	0.96	0.4438
Error experimental	12	1.06912500	0.08909375		
TOTAL	15	1.32524375			

Semana 8.

F de V.	GL	SC	CM	F calculado	F tablas 5%
Tratamientos	3	1.84086875	0.61362292	0.96	0.4436
Error experimental	12	7.67972500	0.63997708		
TOTAL	15	9.52059375			

Cuadro A-18. Presupuesto construcción de galera.

Descripción	Unidad	Precio USD (\$)	Total USD (\$)
Plástico negro 22	Metros	\$0.28	\$5.88
20 Palma de coco	Unidad	\$0.18	\$3.60
9 Parales de madera rolliza	Unidad	\$4.00	\$36.00
3 Vigas	Unidad	\$1.00	\$3.00
10 Costaneras	Unidad	\$1.00	\$10.00
Malla galvanizada (tela de gallinero) 19	Metros	\$1.50	\$30.00
1 Puerta	Unidad	\$10.00	\$10.00
1Candado y argollas	Unidad	\$1.52	\$1.52
		Total	USD 100.00

Cuadro A-19. Prueba de Tukey, Consumo de alimento por semana.

Semana 1.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	1010.65	3
A	1009.05	2
A	1008.93	4
A	992.95	1

Semana 2.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	1050	1
A	1050	2
A	1050	3
A	1050	4

Semana 3.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	1050	1
A	1050	2
A	1050	3
A	1050	4

Semana 4.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	1050	1
A	1050	2
A	1050	3
A	1050	4

Semana 5.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	1050	1
A	1050	2
A	1050	3
A	1050	4

Semana 6.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	1050	1
A	1050	2
A	1050	3
A	1050	4

Semana 7.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	1050	1
A	1050	2
A	1050	3
A	1050	4

Semana 8.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	1050	1
A	1050	2
A	1050	3
A	1050	4

Cuadro A-20. Prueba de Tukey, peso vivo del ave por semana.

Semana 1.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	212.50	4
A	200.75	1
A	193.75	3
A	187.50	2

Semana 2.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	206.250	1
A	206.250	3
A	201.250	4
A	200.000	2

Semana 3.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	201.250	1
A	201.250	4
A	198.750	3
A	198.750	2

Semana 4.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	212.500	4
A	206.250	3
A	203.750	1
A	200.000	2

Semana 5

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	201.250	4
A	200.000	1
A	200.000	3
A	198.750	2

Semana 6.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	212.500	4
A	198.750	1
A	198.750	3
A	198.750	2

Semana 7.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	201.250	4
A	200.000	1
A	198.000	3
A	197.500	2

Semana 8.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	201.250	1
A	201.250	4
A	200.000	3
A	197.500	2

Cuadro A-21.Prueba de Tukey Cantidad de huevos por semana.**Semana 1.**

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	29.750	3
A	29.000	2
B A	27.000	1
B	15.000	4

Semana 2.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	29.750	3
B A	29.000	2
B	27.000	1
B	15.000	4

Semana 3.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	35.250	2
A	30.500	1
A	29.750	3
B	16.500	4

Semana 4.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	36.000	1
A	35.750	2
A	32.500	3
B	17.500	4

Semana 5.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	40.750	1
A	39.500	2
A	38.500	3
B	16.750	4

Semana 6.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	39.500	1
A	38.750	3
A	38.000	2
B	20.000	4

Semana 7.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	38.000	2
A	36.500	1
A	36.250	3
B	21.750	4

Semana 8.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	39.000	2
A	38.500	3
A	38.250	1
B	21.000	4

Cuadro A-22. Prueba de Tukey, Peso del huevo por semana.**Semana 1.**

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	71.618	2
A	69.368	3
A	68.398	1
A	61.918	4

Semana 2.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	74.045	1
B A	72.655	3
B A	71.363	2
B A	66.570	4

Semana 3.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	73.785	3
A	73.183	1
A	72.010	4
A	70.348	2

Semana 4.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	75.018	1
A	73.645	2
A	73.128	4
A	72.750	3

Semana 5.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	74.265	1
A	72.785	3
A	72.648	2
A	71.448	4

Semana 6.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	74.150	1
A	71.635	3
A	70.955	2
A	70.578	4

Semana 7.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	76.123	1
A	74.008	2
A	73.008	3
A	70.183	4

Semana 8.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	73.360	1
A	72.025	2
A	70.728	4
A	70.438	3

Cuadro A-23 Prueba de Tukey, Tamaño del huevo por semana.**Semana 1.**

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	21.5275	3
B A	21.0750	1
B A	20.7525	2
B A	18.8150	4

Semana 2.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	21.5100	2
A	21.4600	3
A	21.0925	1
A	19.7600	4

Semana 3.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	21.6450	1
A	21.5200	3
A	21.4525	2
A	20.5475	4

Semana 4.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	21.9325	4
A	21.7675	1
A	21.6325	3
A	21.5250	2

Semana 5.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	23.4675	1
A	23.3125	2
A	21.6575	3
A	21.2575	4

Semana 6.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	21.7925	1
A	21.6125	2
A	21.5200	3
A	21.1700	4

Semana 7.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	21.6475	1
A	21.5975	3
A	21.3950	2
A	21.3525	4

Semana 8.

Tukey grupo	Media	Tratamientos
A	21.5550	1
A	21.4875	2
A	21.4225	3
A	20.7125	4

PORCENTAJE DE PRODUCCION

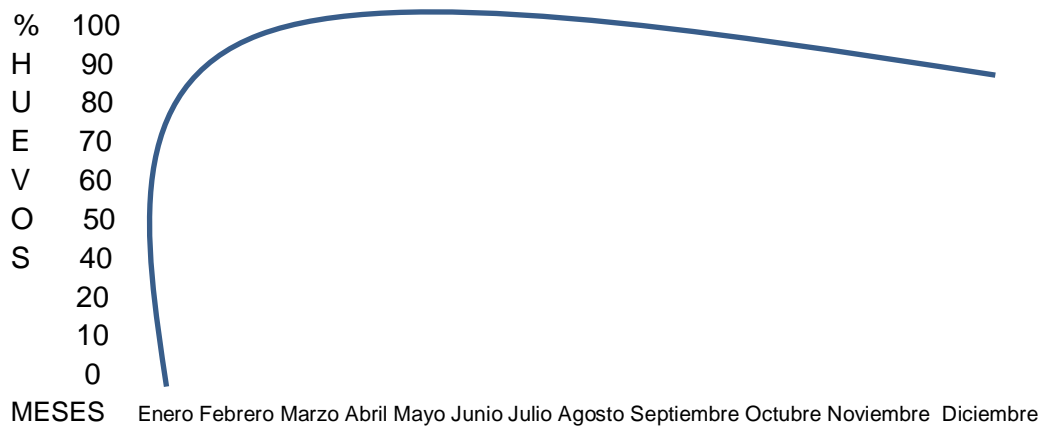


Figura A-1. Porcentaje de postura de codorniz y su variación en todo el ciclo productivo de huevos (Vásquez *et al.*, 2007).

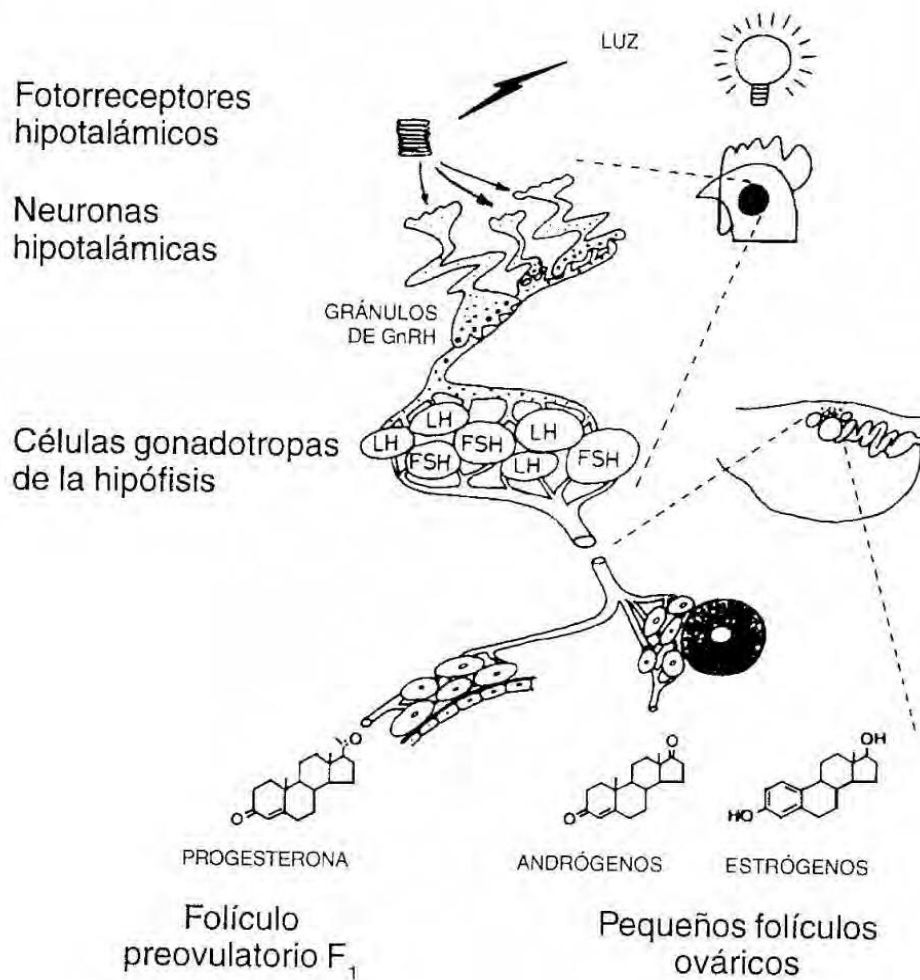


Figura A-2. Mecanismo fisiológico de la ave y la luz artificial (Ramírez. 2008).

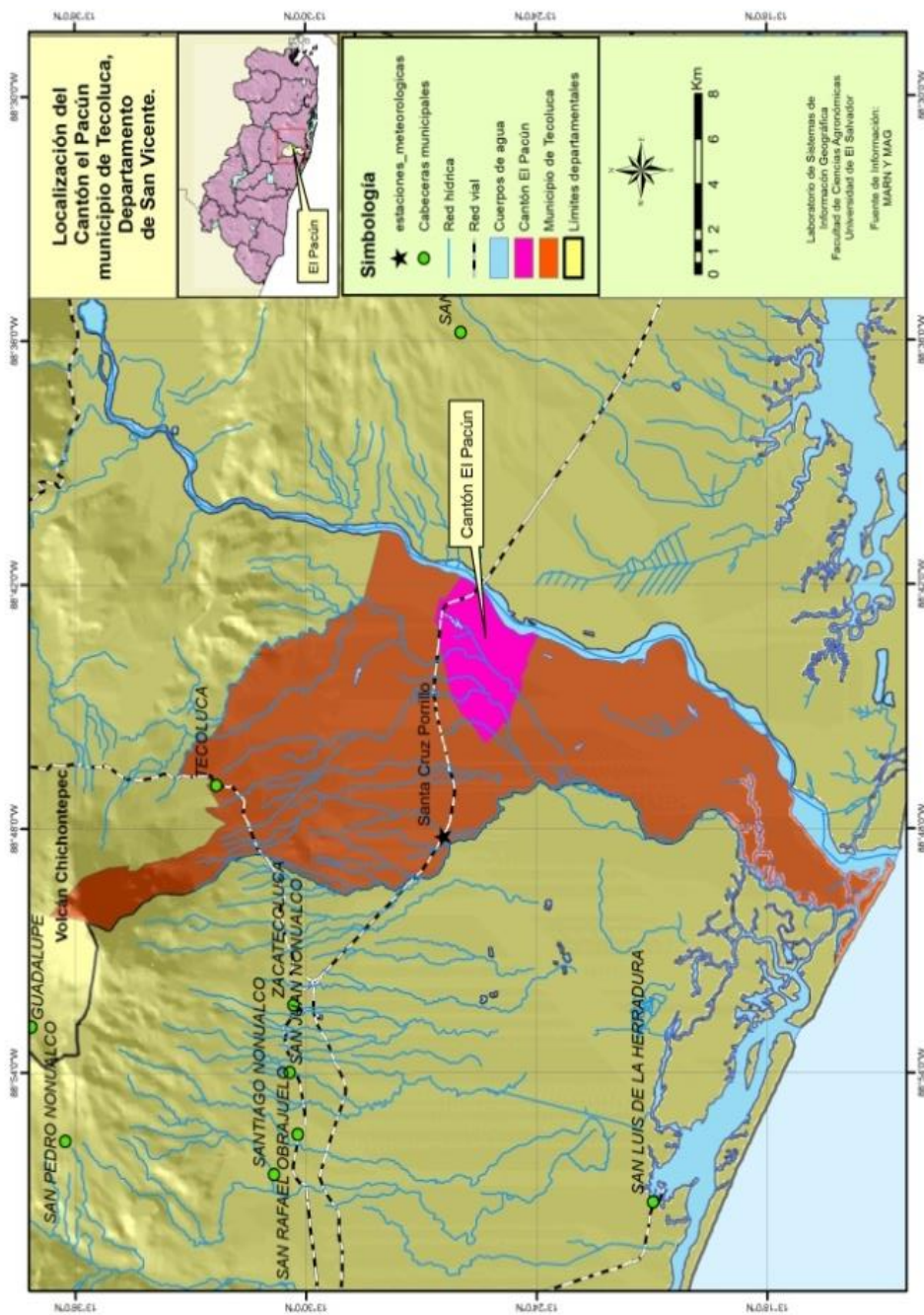
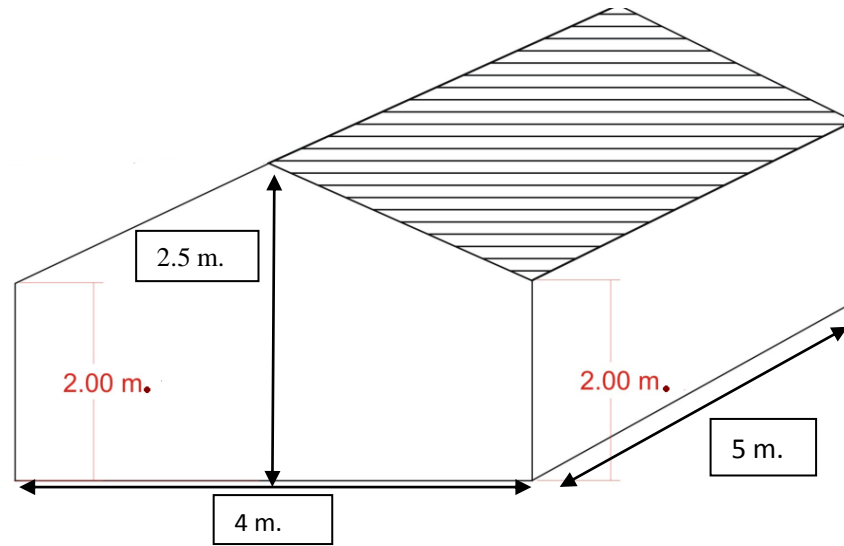


Figura A-3. Ubicación geográfica del cantón el Pacún, Departamento de San Vicente, El Salvador.

Galera.



Jaula.

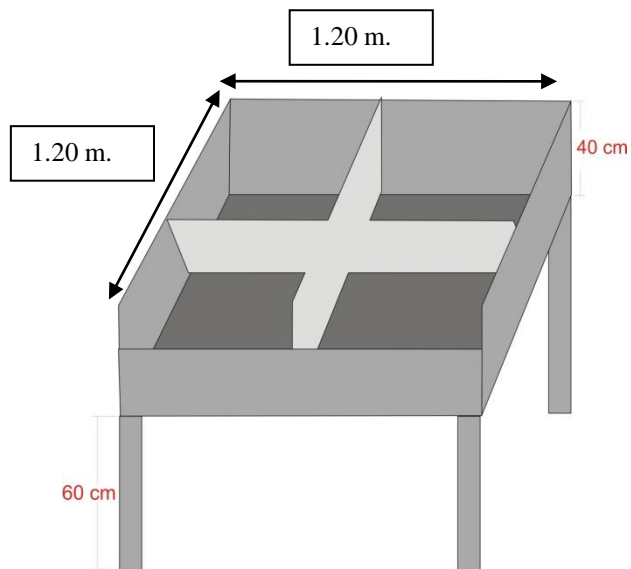


Figura A-4. Esquema de infraestructura de galera y jaula.



Figura A-5 Proceso de construcción de jaulas.



Figura A-6. Bebedero artesanal utilizado en el ensayo.



Figura A-7. Comedero artesanal utilizado en el ensayo



Figura A-8. Adquisición de las codornices.



Figura A-9. Ubicación de las codornices hembras y machos en sus respectivas jaulas.



Figura A-10. Luz artificial.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
				1	2	3
				↑ 5:51 ↓ 17:30	↑ 5:51 ↓ 17:30	↑ 5:51 ↓ 17:29
4	5	6	7	8	9	10
↑ 5:52 ↓ 17:29	↑ 5:52 ↓ 17:29	↑ 5:52 ↓ 17:28	↑ 5:53 ↓ 17:28	↑ 5:53 ↓ 17:28	↑ 5:53 ↓ 17:28	↑ 5:54 ↓ 17:27
11	12	13	14	15	16	17
↑ 5:54 ↓ 17:27	↑ 5:54 ↓ 17:27	↑ 5:55 ↓ 17:27	↑ 5:55 ↓ 17:27	↑ 5:56 ↓ 17:27	↑ 5:56 ↓ 17:26	↑ 5:56 ↓ 17:26
18	19	20	21	22	23	24
↑ 5:57 ↓ 17:26	↑ 5:57 ↓ 17:26	↑ 5:58 ↓ 17:26	↑ 5:58 ↓ 17:26	↑ 5:59 ↓ 17:26	↑ 5:59 ↓ 17:26	↑ 6:00 ↓ 17:26
25	26	27	28	29	30	
↑ 6:00 ↓ 17:26	↑ 6:01 ↓ 17:26	↑ 6:01 ↓ 17:26	↑ 6:02 ↓ 17:26	↑ 6:02 ↓ 17:27	↑ 6:03 ↓ 17:27	

Figura A-11. Calendario solar. Noviembre 2013.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
						1
						↑ 6:03 ↓ 17:27
2	3	4	5	6	7	8
↑ 6:04 ↓ 17:27	↑ 6:04 ↓ 17:27	↑ 6:05 ↓ 17:27	↑ 6:06 ↓ 17:28	↑ 6:06 ↓ 17:28	↑ 6:07 ↓ 17:28	↑ 6:07 ↓ 17:28
9	10	11	12	13	14	15
↑ 6:08 ↓ 17:29	↑ 6:08 ↓ 17:29	↑ 6:09 ↓ 17:29	↑ 6:09 ↓ 17:30	↑ 6:10 ↓ 17:30	↑ 6:11 ↓ 17:31	↑ 6:11 ↓ 17:31
16	17	18	19	20	21	22
↑ 6:12 ↓ 17:31	↑ 6:12 ↓ 17:32	↑ 6:13 ↓ 17:32	↑ 6:13 ↓ 17:33	↑ 6:14 ↓ 17:33	↑ 6:14 ↓ 17:34	↑ 6:15 ↓ 17:34
23	24	25	26	27	28	29
↑ 6:15 ↓ 17:35	↑ 6:16 ↓ 17:35	↑ 6:16 ↓ 17:36	↑ 6:17 ↓ 17:36	↑ 6:17 ↓ 17:37	↑ 6:18 ↓ 17:37	↑ 6:18 ↓ 17:38
30	31					
↑ 6:19 ↓ 17:38	↑ 6:19 ↓ 17:39					

Figura A-11. Calendario solar Diciembre 2013

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		1 ↑ 6:19 ↓ 17:39	2 ↑ 6:20 ↓ 17:40	3 ↑ 6:20 ↓ 17:41	4 ↑ 6:21 ↓ 17:41	5 ↑ 6:21 ↓ 17:42
6 ↑ 6:22 ↓ 17:42	7 ↑ 6:22 ↓ 17:43	8 ↑ 6:22 ↓ 17:43	9 ↑ 6:22 ↓ 17:44	10 ↑ 6:23 ↓ 17:45	11 ↑ 6:23 ↓ 17:45	12 ↑ 6:23 ↓ 17:46
13 ↑ 6:23 ↓ 17:46	14 ↑ 6:24 ↓ 17:47	15 ↑ 6:24 ↓ 17:47	16 ↑ 6:24 ↓ 17:48	17 ↑ 6:24 ↓ 17:49	18 ↑ 6:24 ↓ 17:49	19 ↑ 6:24 ↓ 17:50
20 ↑ 6:25 ↓ 17:50	21 ↑ 6:25 ↓ 17:51	22 ↑ 6:25 ↓ 17:51	23 ↑ 6:25 ↓ 17:52	24 ↑ 6:25 ↓ 17:52	25 ↑ 6:25 ↓ 17:53	26 ↑ 6:25 ↓ 17:53
27 ↑ 6:25 ↓ 17:54	28 ↑ 6:25 ↓ 17:54	29 ↑ 6:25 ↓ 17:55	30 ↑ 6:25 ↓ 17:55	31 ↑ 6:25 ↓ 17:56		

Figura A-11. Calendario solar Enero 2014.



Figura A-12. Consumo de alimento.



Figura A-13. Peso vivo del ave.

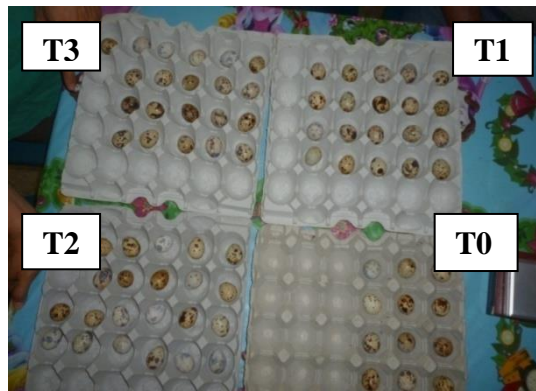


Figura A-14. Cantidad de huevos.



Figura A-15. Toma del peso del huevo en gramos.

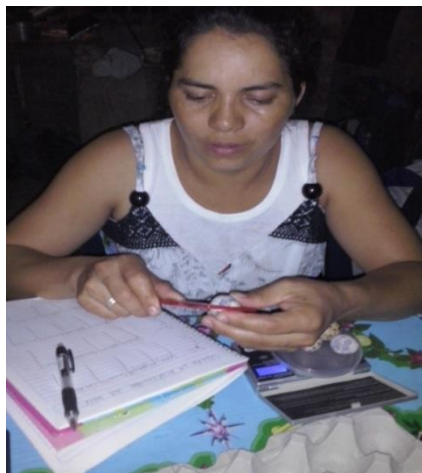


Figura A-16. Medición del tamaño del huevo en milímetros.

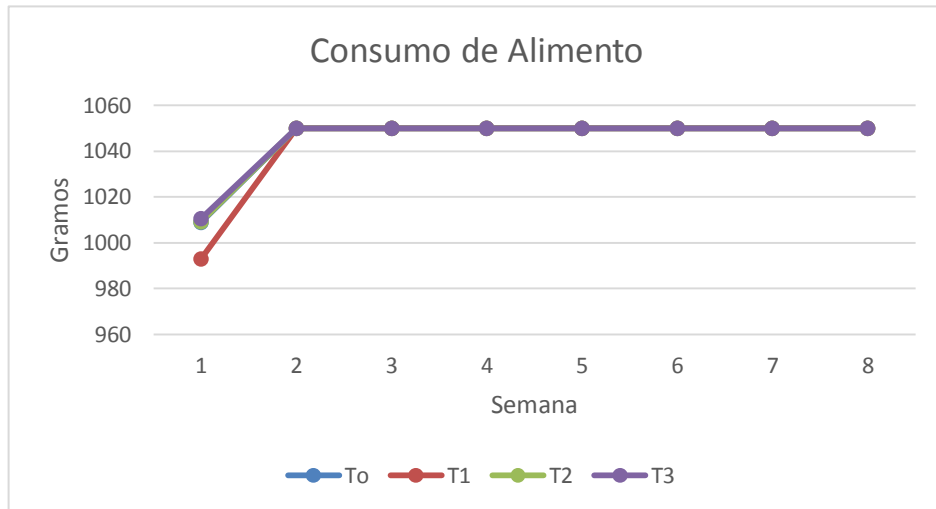


Figura A-17. Consumo de alimento en gramos.

Según la figura A-17, de manera cuantitativa, se tiene que el T1 fue el que consumió menos en la primera semana, con 992.95 g, a partir de la segunda semana se muestra el mismo consumo para todos los tratamientos con 1050 g.

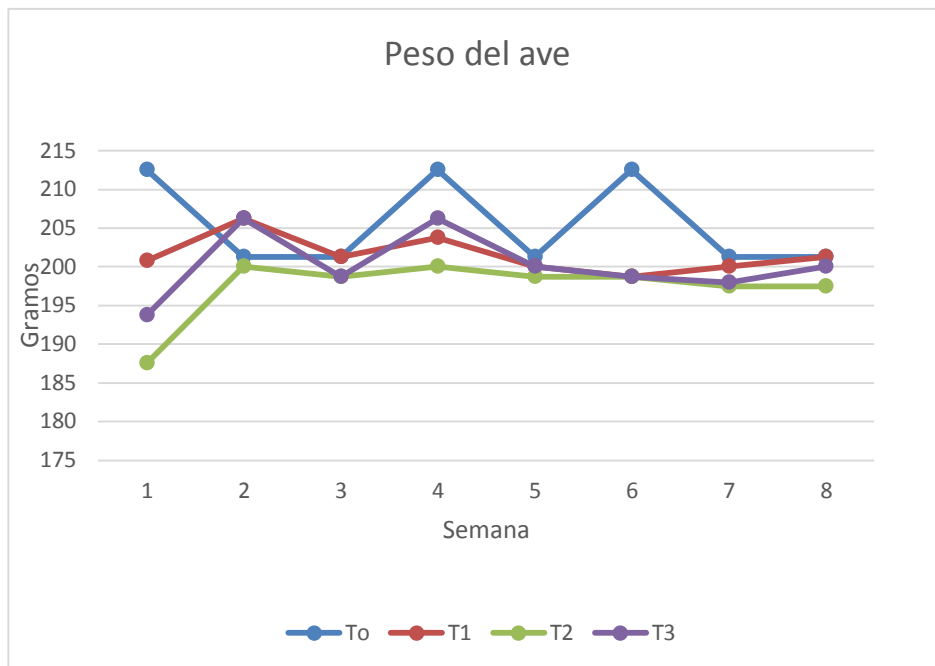


Figura A-18. Peso de las Aves en gramos.

En la figura A-18, se puede observar que el mayor peso en las aves es del T0 con una media de 212.50 g. y el menor es el T2 con una media de 187.5 g.

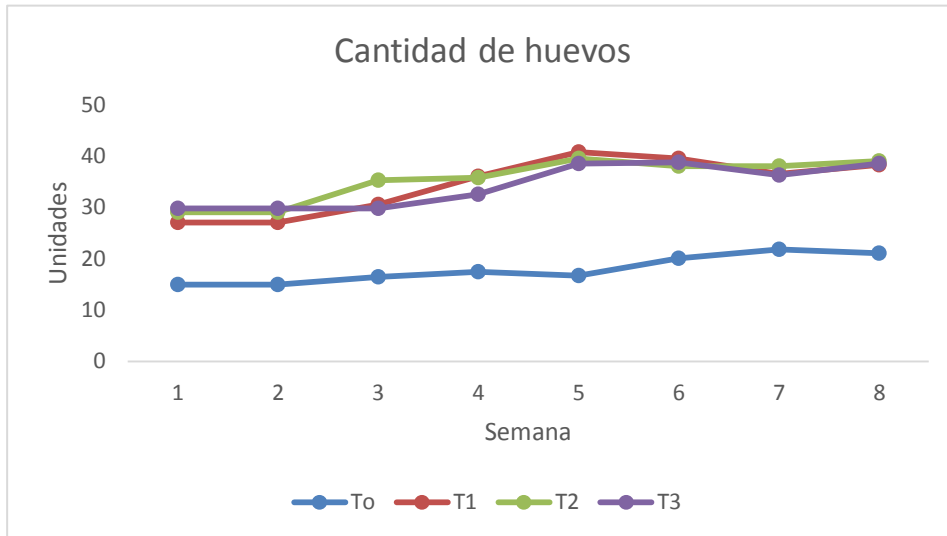


Figura A-19. Cantidad de Huevos.

En la figura A-19, se puede apreciar las medias finales de cada tratamiento en cuanto a la cantidad de huevo. El mayor fue T1 con 40.75 en la semana cinco y el menor fue el T0 con 15.00 en las semanas uno y dos

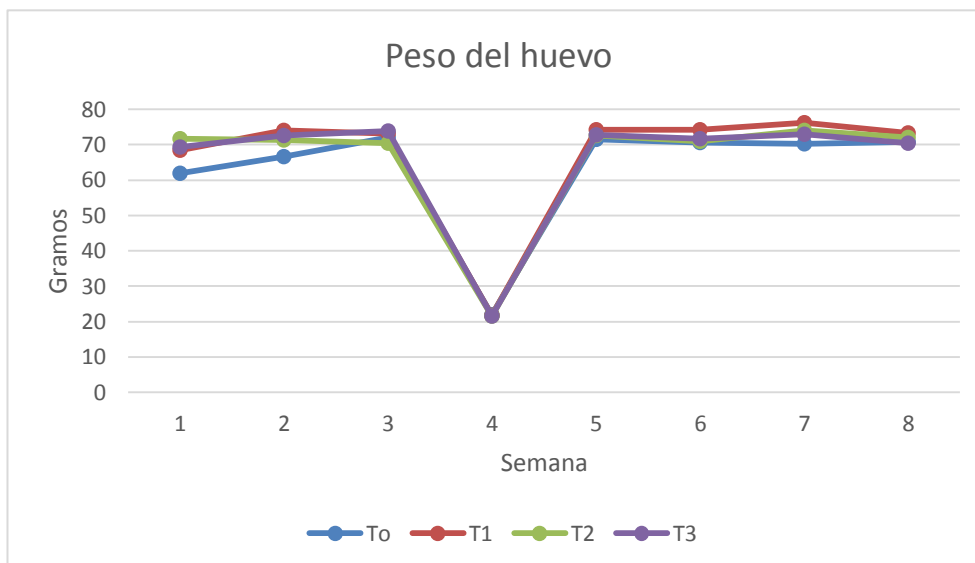


Figura A-20. Peso del huevo en gramos.

En la figura.A-20, se puede apreciar las medias de cada tratamiento por semana en gramos, en la semana cuatro el peso del huevo decae drásticamente debido a que esa semana se sufrieron mucho stress por una depresión tropical que afectaba a El Salvador; el tratamiento que tuvo una media mayor fue el T1 con 76.12 g. y el menor fue T0 con 61.91 g.

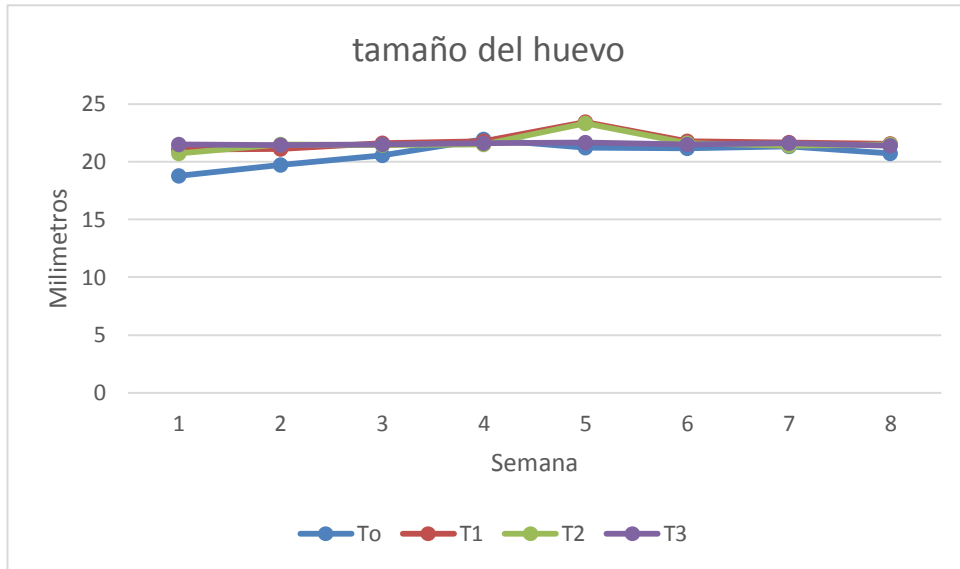


Figura A-21. Tamaño del huevo en milímetros

En la figura A-21, se puede apreciar que el mejor en cuanto a tamaño del huevo es el T2 con una media de 21.48, el menor dato es el T0 con un promedio de 18.81.