

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**COMPARACIÓN PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DE UN  
CONCENTRADO COMERCIAL Y TRES ALTERNATIVOS EN  
CODORNICES DE POSTURA (*Coturnix coturnix japonica*).**

**POR:**

**GLADYS MARÍA LINARES ZALDAÑA**

**SAN SALVADOR, JUNIO DE 2014**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**



**COMPARACIÓN PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DE UN  
CONCENTRADO COMERCIAL Y TRES ALTERNATIVOS EN  
CODORNICES DE POSTURA (*Coturnix coturnix japonica*).**

**POR:**

**GLADYS MARÍA LINARES ZALDAÑA**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

**LICENCIADA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**SAN SALVADOR, JUNIO DE 2014**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

**ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO**

**SECRETARIA GENERAL:**

**DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO:**

**ING. AGR. MSC. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA**

**SECRETARIO:**

**ING. AGR. MSC. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

**ING. AGR. MSC. NAPOLEÓN EDGARDO PAZ QUEVEDO**

**DOCENTES DIRECTORES**

**ING. AGR. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCÍA**

**ING. AGR. DAVID ERNESTO MARÍN HERNÁNDEZ**

**ING. AGR. LUIS HOMERO LÓPEZ GUARDADO**

**COORDINADOR GENERAL DE LOS PROCESOS DE GRADUACIÓN**

**ING. AGR. CARLOS ENRIQUE RUANO IRAHETA**

## RESUMEN

La investigación se realizó en el municipio de Ilopango, departamento de San Salvador, El Salvador; de abril del año 2013, a febrero del año 2014. Se utilizaron 4 tratamientos, evaluando el desempeño productivo de 100 codornices de postura. Los tratamientos fueron T1 concentrado comercial o testigo relativo 16% proteína; T2 concentrado alternativo, 20% de proteína, 0% follaje; T3 concentrado alternativo, 20% de proteína, 5% harina de hojas de madrecaao (*Gliricidia sepium*) y 5% harina de hojas de tihuilote (*Cordia dentata*); T4 concentrado alternativo, 20% de proteína, 10% harina de hojas de madrecaao y 10% harina de hojas de tihuilote. El diseño estadístico fue Bloques Completamente al Azar, y prueba estadística de contrastes ortogonales al 5%.

En la toma de datos, la variable consumo de alimento no presentó significancia ( $P > 0,05$ ) obteniendo en total 50246g, 50310g, 50308g y 51327g respectivamente, consumiendo al día cada ave de cada tratamiento, un aproximado de 17.50g en la octava semana de edad, 19.5g en la novena semana y en la decima semana de edad en adelante 21.50g; índice de conversión alimenticia con significancia ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos, obteniendo en total 3.07, 4.25, 5.53 y 7.03 respectivamente; porcentaje de postura con significancia entre tratamientos obteniendo 67.74%, 50.04%, 38.74% y 29.06% respectivamente, siendo mejor el T1; porcentaje de huevos rotos 0.38%, 1.25%, 1.19% y 1.83% respectivamente; producción de huevos con significancia entre tratamientos, obteniendo en total 1584, 1196, 928, 716 huevos, respectivamente y porcentaje de mortalidad 4.0%, 4.0%, 4.0% y 0.0% respectivamente. Ninguna variable presentó significancia entre bloques. En el análisis económico se obtuvieron beneficios parciales de \$74.70, \$53.13, \$37.46, \$25.30 respectivamente, siendo T1 con el mejor beneficio.

Como conclusión, los tratamientos presentan diferencias significativas, en las variables conversión alimenticia, porcentaje de postura y producción de huevos, siendo mejor el tratamiento 1 con concentrado comercial, respecto a los tratamientos alternativos.

**Palabras claves:** Concentrados alternativos, concentrado comercial, codornices, postura, madrecaao, tihuilote.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirme vivir uno de los momentos más importantes en mi carrera, por cuidarme y bendecirme en todo momento, por acompañarme cada día de mi vida, y por haber sido mi compañero de tesis junto a mi madre, que ha sido uno de los pilares fundamentales a lo largo de mis estudios y porque siempre ha permanecido a mi lado; a cada uno de mis familiares que fueron participes en mi tesis, por haberme ayudado aunque sea en pequeños detalles, pero que fueron muy importantes para mí.

A cada uno de mis asesores, Ing. Enrique Alonso Alas García, Ing. Luis Homero López Guardado, Ing. David Ernesto Marín Hernández, que siempre estuvieron pendientes, gracias también por su confianza y por el apoyo que me brindaron a lo largo de mi carrera.

A cada uno de los docentes y personas que me apoyaron y que fueron participes en el desarrollo de mi trabajo de graduación, muchas gracias a todos y siempre deseo éxito y mucha vida para ustedes.

**Dios los bendiga!!!!!!**

## INDICE GENERAL

<b>RESUMEN.....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>v</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>2</b>
2.1 HISTORIA.....	2
2.1.1 ANTECEDENTES EN EL SALVADOR.....	2
2.2 LA COTURNICULTURA.....	3
2.3 ASPECTOS GENERALES DE LA CODORNIZ.....	3
2.4 CARACTERÍSTICAS DE LA CODORNIZ JAPONESA ( <i>Coturnix coturnix japonica</i> ).....	4
2.4.1 POSTURA.....	4
2.4.2 MANEJO DEL HUEVO.....	6
2.4.3 PARÁMETROS PRODUCTIVOS.....	6
2.4.4 ALIMENTACIÓN ADECUADA.....	6
2.5 INSTALACIONES NECESARIAS.....	8
2.5.1 CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DENTRO DE LAS INSTALACIONES.....	9
2.6 SANIDAD.....	9
2.6.1 ENFERMEDAD IMPORTANTE PRODUCIDA POR VIRUS.....	10
2.6.2 ENFERMEDAD PRODUCID POR PROTOZOOS.....	10
2.7 MANEJO DE REGISTROS.....	10
2.8 EL HUEVO DE CODORNIZ COMO ALIMENTO.....	11
2.8.1 DIFERENCIAS ENTRE HUEVOS DE CODORNIZ Y HUEVOS DE GALLINA.....	11
2.8.1.1 DIFERENCIAS NUTRICIONALES.....	11
2.8.1.2 DIFERENCIAS DE PRODUCCIÓN.....	12
2.9 USO DE FUENTES ALTERNATIVAS EN LA ALIMENTACIÓN.....	12
2.9.1 MADRECACAO ( <i>Gliricidia sepium</i> ).....	13
2.9.2 TIHUILOTE ( <i>Cordia dentata</i> ).....	14
2.9.3 ÁCIDO TÁNICO O TANINOS.....	15
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO.....	16

3.1.1 LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
3.1.2 DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
3.1.3 ALOJAMIENTO Y EQUIPO	16
3.2 METODOLOGÍA CAMPO	17
3.2.1 MATERIAS PRIMAS DE CONCENTRADOS ALTERNATIVOS	18
3.2.2 DISTRIBUCIÓN DE TRATAMIENTOS	18
3.2.3 TRANSICIÓN DEL ALIMENTO	19
3.2.4 TOMA DE DATOS	19
3.2.5 MANEJO DE HORAS LUZ	20
3.2.6 SANIDAD	20
3.3 METODOLOGÍA DE LABORATORIO	21
3.3.1 BALANCEO DE CONCENTRADOS	21
3.3.2 PROCESO DE SECADO DE HOJAS DE TIHUILOTE Y MADRECACAO	22
3.3.3 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO, CALCIO Y FÓSFORO	22
3.4 METODOLOGÍA ESTADÍSTICA	23
3.4.1 DISEÑO ESTADÍSTICO	23
3.4.2 MODELO MATEMÁTICO	23
3.4.3 VARIABLES EN ESTUDIO	24
3.5. METODOLOGÍA ECONÓMICA	26
3.6 OBSERVACIONES DURANTE EL ENSAYO	26
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>27</b>
4.1 RESULTADOS PROMEDIOS DE VARIABLES	27
4.1.1 CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTO	27
4.1.2 CONVERSIÓN ALIMENTICIA	29
4.1.3 PORCENTAJE DE POSTURA	30
4.1.4 PORCENTAJE DE HUEVOS ROTOS	32
4.1.5 PRODUCCIÓN DE HUEVOS	35
4.1.6 PORCENTAJE DE MORTALIDAD	36
4.1.7 COSTOS DE ALIMENTACIÓN	37
4.1.7.1 COSTO DE T1 (TRATAMIENTO TESTIGO)	37
4.1.7.2 COSTO DE T2 (TRATAMIENTO ALTERNATIVO SIN ADICIÓN DE FOLLAJE)	38
4.1.7.3 COSTO DE T3 (TRATAMIENTO ALTERNATIVO CON 10% ADICIÓN DE FOLLAJE)	38

4.1.7.4 COSTO DE T4 (TRATAMIENTO ALTERNATIVO CON 20% ADICIÓN DE FOLLAJE)-----	38
4.1.7.5 DATOS DEL ENSAYO -----	39
4.1.7.6 PRESUPUESTO PARCIAL -----	39
4.1.7.7 ANÁLISIS DE DOMINANCIA -----	39
4.1.7.8 CURVA DE BENEFICIOS NETOS-----	39
4.1.7.9 TASA DE RETORNO MARGINAL -----	40
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>41</b>
<b>6. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>42</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>43</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>49</b>

## INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. CANTIDAD DE ALIMENTO POR DÍA Y POR CODORNIZ .....	19
CUADRO 2. CANTIDAD DE INGREDIENTES EN LOS CONCENTRADOS ALTERNATIVOS BALANCEADOS.....	21
CUADRO 3. CANTIDAD DE NUTRIENTES EN CONCENTRADOS ALTERNATIVOS.....	22
CUADRO 4. COMPARACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE LA CODORNIZ CON LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS CONCENTRADOS.....	23
CUADRO 5. ANÁLISIS DE VARIANZA.....	24
CUADRO 6. CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTO DURANTE TODO EL ENSAYO.....	27
CUADRO 7. CANTIDAD PROMEDIO DE ALIMENTO POR AVE AL DÍA .....	28
CUADRO 8. CONVERSIÓN ALIMENTICIA DEL ENSAYO .....	29
CUADRO 9. PORCENTAJE DE POSTURA DEL ENSAYO .....	31
CUADRO 10. PORCENTAJE DE HUEVOS ROTOS EN EL ENSAYO.....	33
CUADRO 11. TOTAL DE HUEVOS PRODUCIDOS DEL ENSAYO.....	35
CUADRO 12. PORCENTAJE DE MORTALIDAD.....	36
CUADRO 13. PRESUPUESTO PARCIAL.....	39
CUADRO A-1. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE PROTEÍNA DE LA CODORNIZ JAPONESA ( <i>Coturnix coturnix japonica</i> ) .....	49
CUADRO A-2. CONSUMO PROMEDIO DE LA CODORNIZ SEGÚN LA EDAD.....	49
CUADRO A-3. NECESIDADES NUTRICIONALES PARA CODORNICES.....	50
CUADRO A-4. CANTIDAD DE CODORNICES POR METRO CUADRADO.....	50
CUADRO A-5. COMPOSICIÓN DEL HUEVO DE CODORNIZ POR CADA 100G .....	51
CUADRO A-6. TOMA DE PESOS DE LAS CODORNICES CADA DOS SEMANAS.....	52
CUADRO A-7. ANVA DE CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTO .....	53

CUADRO A-8. CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTO EN EL ENSAYO.....	53
CUADRO A- 9. ANVA DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA.....	54
CUADRO A-10. CONVERSIÓN ALIMENTICIA.....	54
CUADRO A-11. ANVA DE PORCENTAJE DE POSTURA.....	55
CUADRO A-12. PORCENTAJE DE POSTURA .....	55
CUADRO A-13. PORCENTAJE DE HUEVOS ROTOS.....	56
CUADRO A-14. ANVA DE PRODUCCIÓN DE HUEVOS.....	56
CUADRO A-15. PRODUCCIÓN DE HUEVOS.....	57
CUADRO A-16. PRECIO DE MATERIA PRIMA UTILIZADA PARA EL ENSAYO DEL T2 (1.13 QUINTALES).....	57
CUADRO A-17. PRECIO DE MATERIA PRIMA UTILIZADA PARA EL ENSAYO DE T3 (1.13 QUINTALES).....	58
CUADRO A-18. PRECIO DE MATERIA PRIMA UTILIZADA PARA EL ENSAYO DE T4 (1.16 QUINTALES).....	58
CUADRO A-19. DATOS DEL ENSAYO .....	59
CUADRO A-20. ANÁLISIS DE DOMINANCIA.....	59

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTO POR TODAS LAS CODORNICES DE CADA TRATAMIENTO DURANTE LAS CATORCE SEMANAS .....	28
FIGURA 2. CONVERSIÓN ALIMENTICIA POR TODAS LAS CODORNICES DE CADA TRATAMIENTO, DURANTE LAS 14 SEMANAS.....	30
FIGURA 3. CURVA DE POSTURA POR TODAS LAS CODORNICES DE CADA TRATAMIENTO POR SEMANAS .....	32
FIGURA 4. PORCENTAJE DE HUEVOS ROTOS POR TODAS LAS CODORNICES DE CADA TRATAMIENTO, DURANTE TODAS LAS SEMANAS.....	34
FIGURA 5. NÚMERO DE HUEVOS PRODUCIDOS POR TODAS LAS CODORNICES DE CADA TRATAMIENTO POR SEMANA.....	36
FIGURA 6. CURVA DE BENEFICIOS NETOS DE LOS TRATAMIENTOS NO DOMINADOS.	76
FIGURA A-1 UBICACIÓN DEL PROYECTO, LOCALIZADO EN LA CIUDAD DE ILOPANGO, EL SALVADOR.....	60
FIGURA A-2 UBICACIÓN Y CONFORMACIÓN DE LA SALA DONDE SE ALOJARON LAS CODORNICES.....	61
FIGURA A-3 DISTRIBUCIÓN DE TRATAMIENTOS SEGÚN EL DISEÑO DE BLOQUES COMPLETAMENTE AL AZAR.....	61
FIGURA A-4. RESULTADO DE ANÁLISIS EN BASE SECA.....	62

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. FORMATO DE MANEJO DE REGISTROS .....	63
A-1.1 BLOQUES .....	63
A-1.2 TRATAMIENTO .....	74
ANEXO 2. OBSERVACIONES DURANTE EL ENSAYO.....	78
ANEXO 3. EJEMPLO DE CÁLCULOS PARA ESTIMAR PRECIO DE MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN CONCENTRADOS ALTERNATIVOS .....	79
ANEXO 4. CÁLCULOS PARA LA TASA DE RETORNO MARGINAL .....	79

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos, se ha desarrollado un fenómeno interesante, en cuanto a las explotaciones agropecuarias: la diversificación de cultivos y la crianza de animales no tradicionales. Dentro de este marco, se encuentra el desarrollo de la coturnicultura o cría de codornices; la cual se trata de una actividad, que puede encararse desde la producción a pequeña escala hasta la industrial. Si se decide encararlo a nivel familiar, no requiere grandes inversiones (Martínez y Ballester, 2004).

En El Salvador la cría de codornices, suele ser una actividad no tradicional, la cual se lleva a cabo a nivel de pequeños grupos asociativos, ya sea municipales o de cantones; iniciando como pequeños productores, los cuales buscan de manera alternativa, mejorar sus ingresos económicos, por medio de la producción ya sea de carne o huevos de codorniz.

La mayoría de los productores, utilizan formulaciones personales o simplemente compran alimentos balanceados, para distribución comercial; los cuales en su mayoría son insuficientes para suplir los requerimientos particulares de la especie; por lo que los rendimientos productivos no son los ideales económicamente hablando (Cordero, 2012).

Dentro del contexto de la investigación, la comparación en el desempeño de la producción de huevos observada, en los resultados finales; utilizando un concentrado comercial para gallinas ponedoras, y tres concentrados alternativos, permite observar la respuesta productiva de las codornices, y realizar un análisis económico al utilizar estos tipos de alimentos.

Los resultados de la investigación, permiten dar un aporte a los productores en el área de la cría de codornices, sobre todo para aquellos emprendedores que inician o que desean mejoras en la alimentación, haciendo más eficiente las producciones bajando los costos.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Historia**

La codorniz japonesa a pesar de llamarse como su nombre lo menciona, son originarias de China, desde donde fueron llevadas a Japón a través de Corea en el siglo XI. Inicialmente eran ornamentales y apreciadas por su belleza y se considera que fueron domesticadas a partir del siglo XII en el Japón. Fue en este país donde se comenzó esta costumbre ya que se apreciaba por su canto. Todo cambió cuando el Emperador de Japón aparentemente se curó de tuberculosis gracias a una dieta basada en carne de codorniz, y desde ese entonces la carne de la codorniz fue muy valorada. A fines del siglo XIX, la producción intensiva de huevos y carne ya eran muy comunes y alrededor de 1910 en Japón ya era muy requerida (Martínez y Ballester, 2004).

#### **2.1.1 Antecedentes en El Salvador**

En un trabajo de investigación, se menciona que en el país actualmente no se tienen datos precisos del consumo de carne y huevos de codorniz. Así mismo reportan que El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), hace mención de la existencia de varias granjas artesanales a nivel nacional con un nivel de producción limitada, y en la Escuela Nacional de Agricultura (ENA), desde el año de 1996 la crianza de estas aves ha sido una alternativa de consumo poco explotada y su principal mercado son los restaurantes que ofrecen los huevos y la carne de codorniz como platillos agregados (Cortez y Pérez, 2011).

Sin embargo, en el inventario del Censo Agropecuario para el año 2007-2008, muestra que en todo el país existía un total de 27, 861 codornices (Ministerio de Economía, 2009).

En los reportes de los anuarios estadísticos 2010-2011 de la Dirección General de Economía Agropecuaria, y en la División de Estadísticas Agropecuarias no se reportan datos sobre número de codornices existentes en el país (MAG, 2011).

## 2.2 La coturnicultura

La coturnicultura se puede definir como, el arte de criar y fomentar la producción de codornices para la utilización de sus productos (Vásquez y Ballesteros, 2007).

Martínez y Ballester (2004) definen la coturnicultura como la cría de las codornices, bajo condiciones controladas por el hombre, con fines reproductivos y comerciales.

Las codornices domésticas son aves pequeñas, con buenos índices de crecimiento (una codorniz de talla comercial pesa unos 120g y ha consumido hasta alcanzarla unos 500g de alimento), y pueden poner gran cantidad de huevos (entre 290 y 350 huevos al año) (Padilla y Cuesta, 2003).

Existen cuatro aspectos principales que el coturnicultor debe conocer exhaustivamente para llevar a buen término su emprendimiento. Ellos son:

1. Manejo reproductivo
2. Alimentación adecuada
3. Instalaciones necesarias
4. Sanidad

Cada uno de estos puntos de la coturnicultura, pueden asegurar el éxito del trabajo y la rentabilidad esperada (Martínez y Ballester, 2004).

## 2.3 Aspectos generales de la codorniz

Las codornices pertenecen al grupo de las gallináceas, dentro del género *Coturnix* formando junto a otros géneros las codornices del antiguo mundo (Rodríguez, 2006).

Pertenecen a la clase Aves del reino animal, y junto con gallinas, faisanes y pavos pertenecen a la familia phasianoidea. Las especies y subespecies de género *coturnix* son originarias de todos los continentes, exceptuando América. Las más conocidas y utilizadas para la cría en cautiverio son las *Coturnix coturnix* o codorniz común, ave migratoria de Asia, África y Europa. En esta especie se distinguen dos tipos diferentes: la *Coturnix coturnix*

*coturnix* (o codorniz europea) y la *Coturnix coturnix japónica* (o codorniz japonesa) (Martínez y Ballester, 2004).

## **2.4 Características de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japónica*)**

Se la considera más cotizada que otras subespecies por diversos motivos, entre ellos: es más corpulenta (alcanza pesos superiores a los 100 gramos) y presenta una pigmentación que permite un sexado precoz. El macho posee el pecho coloreado en tonos canela oscuros, mientras que la hembra en colores claros desde muy temprana edad. Además las hembras son más pesadas en 10 a 20 gramos que los machos y tienen pecho alargado y abdomen amplio, siendo estos signos de buena ponedora (Martínez y Ballester, 2004).

Se adecuan a cualquier ambiente, pero su temperatura ideal oscila entre 18°C y 21°C (Barbado, 2004). Sin embargo, Rodríguez (2006), sostiene que la temperatura ambiental ideal oscila entre 18°C y 30°C.

La cría de la codorniz japonesa brinda cuatro importantes posibilidades: Producción de huevos para consumo y para incubación, producción de carne y aprovechamiento de subproductos como excrementos, plumas, cama (Martínez; Ballester, 2004).

### **2.4.1 Postura**

La codornices son aves de pequeño tamaño, altamente precoces alcanzan la madurez sexual en breve período de tiempo que suele oscilar entre 35 a 42 días para los machos, y las hembras comienzan su postura alrededor de los 40 días (Rodríguez, 2006). Sin embargo Barbado (2004), sostiene que la madurez sexual tiene lugar a los 30 días.

Bonilla y Díaz (1998), mencionan que la producción puede extenderse hasta por 3 a 4 años.

El ciclo de vida de la codorniz, consta de tres etapas: Cría de 0 a 3 semanas de edad, levante de 4 a 7 semanas de edad y postura de 8 a 60 semanas de edad. Se debe tener en cuenta que no es aconsejable tener machos junto con las hembras, ya que los huevos infértiles se conservan mejor al no existir la posibilidad de que el embrión comience su desarrollo. Los machos se deben tener en otras jaulas, dentro del mismo galpón, para que

con su canto incentiven la postura; en este caso se recomiendan 4 machos por cada mil hembras (Vásquez y Ballesteros, 2007).

Aspectos a considerar durante el período de postura son:

1. La codorniz japonesa, al contrario de lo que ocurre con la gallina, pone más huevos en las últimas horas de la tarde y en las primeras de la noche, es decir, la postura es nocturna, después de las 19 horas.
2. La producción normal de huevos en las codornices es de uno por día, dependiendo este ritmo de postura de las consideraciones de ciertas condiciones ambientales y de manejo bien conocidas en las aves ponedoras.
3. La curva de postura, cuando están jóvenes comienza casi a los 45 días, con un promedio de 80% y a medida que van transcurriendo en edad va disminuyendo hasta que alcanza un 45%, casi a los 8 meses ó 1 año.
4. El porcentaje de postura disminuye con temperaturas entre los 30 a 38 °C (Manoche, 2006).

Vásquez y Ballesteros (2007), mencionan que la curva de producción en las codornices es más continua que la curva de postura de las gallinas; además, el pico de postura se obtiene en un menor tiempo, llegándose a 80%-90% y estabilizándose durante un período de tiempo más largo, para terminar situándose en 60% al cabo de un año, momento cuando la cáscara es mucho más débil y se afecta la calidad del huevo.

Sin embargo Palomino (2004), menciona que la producción de huevos comienza entre la sexta y undécima semana, con un promedio de postura del 75%, con al menos un huevo por día durante los primeros seis a doce meses de producción, para luego descender. La temperatura debe ser estable manteniéndose entre 18 y 20°C, y las hembras que van a comenzar postura deben pesar como mínimo 180g.

### **2.4.2 Manejo del huevo**

El proceso de recolección de los huevos se debe llevar a cabo en dos ciclos, uno en la mañana y otro en la tarde, ya que los animales tienen horas diferentes de postura. Una vez recogidos, se debe hacer una selección, eliminando aquellos que presenten roturas, y almacenar los que estén en perfecto estado en un sitio fresco (Vásquez y Ballesteros, 2007).

Cordero (2012), menciona que los huevos se recogen, por lo general, una vez al día, y se debe acostumbrar a las aves, que la colecta se realiza en horas fijas o preestablecidas. El retiro de los huevos se hace de forma ordenada e iniciando siempre por el mismo sitio. Es mejor que sea siempre la misma persona quien ejecute esta labor. El conteo de los huevos se efectúa de manera rutinaria y sistematizada, ya que es necesario para llevar el control de la producción de la granja; por lo tanto, es de carácter obligatorio mantener registros, los cuales son la única herramienta con la que el productor dispone para determinar la rentabilidad de su proyecto.

### **2.4.3 Parámetros productivos**

Los parámetros productivos expresan el potencial genético de las aves bajo diferentes condiciones ambientales y de manejo para producir crías, carne o huevo. Algunos de los parámetros productos importantes para tomar en cuenta son los siguientes:

1. Horas para producir un huevo: 22
2. Huevos por un año: 200 a 300
3. Mortalidad nacimiento y desarrollo: 10%
4. Mortalidad en postura: 4%
5. Peso promedio de un huevo: 10 a 12g (Cordero, 2012).

### **2.4.4 Alimentación adecuada**

Se puede definir como alimento a toda sustancia o materia que sea susceptible de servir económicamente para la nutrición de las aves y su aprovechamiento (Vásquez y Ballesteros, 2007).

Las codornices son aves con altos requerimientos nutricionales; al confinarlas, son enteramente dependientes de su dueño. La mayoría de los productores utilizan formulaciones personales o simplemente compran alimentos balanceados para distribución comercial, los cuales en su mayoría son insuficientes para suplir los requerimientos particulares de la especie, por lo que los rendimientos productivos no son los ideales económicamente hablando, ni en el área de postura ni en la de engorde (Cordero, 2012).

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

Las necesidades nutritivas son diferentes para el pollo de codorniz, la codorniz de engorde y los reproductores. En el caso del pollo de codorniz la ración debe cubrir las necesidades de crecimiento y mantenimiento; en el caso de la codorniz de engorde, debe cubrir el aumento suplementario de peso y mantenimiento; y por último, en el caso de los reproductores, debe cubrir las necesidades de reproducción y puesta, así como las de mantenimiento (Rodríguez, 2006).

Un programa de alimentación para ponedoras debe llenar ciertos requisitos:

1. Suplir en forma adecuada las necesidades del animal para cada uno de los nutrientes durante todo período productivo.
2. Promover al máximo los rendimientos de la ponedora en cuanto a: producción sostenida, tamaño del huevo, calidad de la cáscara, total de huevos producidos y excelente eficiencia alimenticia.
3. Disminuir los problemas fisiológicos y patológicos durante la etapa reproductiva (Vásquez y Ballesteros, 2007).

La distribución del alimento se debe hacer en dos raciones, por lo general, temprano en la mañana y en la tarde (Bonilla y Díaz, 1998).

Si las aves están demasiado pesadas, una reducción del 10% al 15% en la ración rebajará su peso corporal, si por el contrario, las aves se encontrasen demasiado livianas un aumento del 10% de la ración rectificará dicha anomalía (Rodríguez, 2006).

La codorniz posee 5 etapas en su vida a nivel comercial y cada una posee su requerimiento mínimo de proteína (Cuadro A-1)

El consumo del alimento es variable y existe un desperdicio normal y los límites de este se encuentran sujetos al tipo de equipo que se encuentran utilizando (ENA, 2005). Según la edad cada codorniz debe consumir la cantidad de alimento necesario (Cuadro A-2). Vásquez y Ballesteros (2007), menciona que el consumo promedio de la codorniz es de 19-20g al día, y a partir de 5% de postura 23g al día.

Además, el agua debe considerarse un elemento de gran importancia, pues las codornices llegan a consumir hasta 12 veces el peso de la comida en agua, especialmente en climas cálidos; entonces siempre debe haber agua disponible, limpia y fresca (Palomino 2004).

Según National Research Council (NRC), la codorniz posee tres etapas y requiere componentes esenciales para su desarrollo y productividad (Cuadro A-3).

## **2.5 Instalaciones necesarias**

Para lograr una buena crianza la elección del lugar es lo más importante. El terreno para ubicar la granja debe estar lo más alejado posible de casas de habitación, de otras granjas y de futuros centros urbanos, turísticos, etc., para evitar, entre otras cosas, el contagio de enfermedades entre animales y hacia el ser humano (Rodríguez, 2006).

La codorniz puede tolerar diferentes condiciones ambientales pero, debe manejarse en ambientes secos, con una humedad relativa entre 60% y 65%. Las codornices son muy sensibles a las temperaturas muy frías, especialmente en las noches, siendo necesario hacer un manejo de la temperatura a través de cortinas para proveerles un medioambiente óptimo. (Vásquez y Ballesteros, 2007).

La cría se realiza generalmente en jaulas o baterías. En cada unidad lo ideal es albergar cómodamente veinte animales ya que las medidas son 1.20 m de largo por 80cm de ancho y 40cm de alto (Rodríguez, 2006). Pero la capacidad de la jaula por metro cuadrado es de unas 60 codornices (Padilla; Cuesta, 2003). Si se desea criar en piso las dimensiones necesarias para las codornices dependen de la edad del ave (Cuadro A-4).

### **2.5.1 Características importantes dentro de las instalaciones**

**Ventilación:** El local de crianza deberá estar protegido directamente hasta una altura de 2 metros. (ENA, 2005).

**Orientación:** Debe estar dirigido de acuerdo con el viento predominante, con el eje longitudinal del galpón en el mismo sentido del viento (Vásquez; Ballesteros, 2007).

**Luz:** Para la etapa de crianza, siempre deberá existir iluminación indirecta pero constante, sea natural o artificial (ENA, 2005). Es importante recordar que el reflejo de la luz del sol estimula la fijación del calcio en los huevos (Rodríguez, 2006)

**Bebederos:** Se estima que para una población de 500 codornices el consumo es el siguiente: De 1 a 7 días de edad: 5 bebederos de 2 litros; de 8 a 15 días de edad: 5 bebederos de 4 litros (ENA, 2005). Es importante que sean resistentes, de material inoxidable y permitan su fácil limpieza (Vásquez y Ballesteros, 2007).

**Comederos:** Una práctica aconsejable es distribuir el alimento en la cama (tela de manta); y a partir del octavo día se colocarán comederos utilizados para pollitos de gallina (ENA, 2005).

## **2.6 Sanidad**

Normalmente la parvada de codornices no requiere de un calendario de vacunación similar al de las gallinas, pero es necesario auxiliarlos cuando llegan de incubación con vitaminas múltiples en el agua con una duración de 24 horas (ENA, 2005).

Las codornices tienen la ventaja de ser animales muy resistentes a las enfermedades, pero en la actualidad, bajo los esquemas de producción intensiva, no es práctico hacer depender su bienestar de la resistencia natural de los organismos (Cordero 2012).

### **2.6.1 Enfermedad importante producida por virus**

**Newcastle.** Los primeros síntomas son problemas respiratorios con tos, jadeo, estertores de la tráquea y un piar ronco; luego siguen los síntomas nerviosos característicos de esta enfermedad. Aunque se conoce solo un serotipo del virus, se han aislado diferentes cepas que se clasifican de acuerdo con su virulencia o velocidad (Barbado, 2004). También se observan signos clínicos como diarrea acuosa verde o blanca, inflamación de los tejidos de la cabeza y cuello, tortícolis y marcha en círculos. La producción de huevos a menudo disminuye. La tasa de morbilidad y mortalidad varía mucho, dependiendo de la virulencia de la cepa y susceptibilidad del huésped. Los virus lentogénicos y mesogénicos generalmente pueden causar la muerte de algunas aves, y la tasa de mortalidad es de aproximadamente 10% (Rovid, *et. al* 2010).

### **2.6.2 Enfermedad producida por protozoos**

**Coccidiosis.** Es una de las más importantes, y generalmente está producida por coccidios del género *Eimeria*. La contaminación se produce por la ingestión de ooquistes esporulados a través del alimento, o bien debido al comportamiento del picoteo. Los animales infectados presentan debilidad, pérdida del apetito, una sed intensa y las hembras dejan de poner (Padilla y Cuesta, 2003).

## **2.7 Manejo de registros**

Los registros de producción y económicos son indispensables. En el caso de las codornices, no se acostumbra marcar las aves; por el contrario, se organiza según lotes de producción. Para ello, se identifica la galera o jaula con un número o un código externo y los pesajes o mediciones se efectúan mediante un muestreo o selección al azar de un porcentaje preestablecido de aves (5-10% de la población total). Entre los controles que se deben llevar, están los siguientes: ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, costo

por kilogramo producido (huevo y carne), enfermedad, mortalidad, cantidad de huevos producidos (Cordero 2012).

## **2.8 El huevo de codorniz como alimento**

Contiene todos los elementos nutritivos que requiere el hombre, y debido a su fácil digestibilidad de sus albúminas y grasas constituye un elemento de alto valor en la dieta humana. Es adecuado para la alimentación de niños o ancianos, y es una gran ayuda para aportar elementos indispensables en la dieta de convalecientes. (Barbado, 2004).

Vásquez y Ballesteros (2007) citando a FAO (2013), menciona que el huevo fundamentalmente es agua, grasas, azúcares, vitaminas, proteína y sales mineralizadas. En términos generales, puede decirse que un huevo de codorniz equivale, en calorías, proteínas y vitaminas, a 100g de leche, conteniendo además una cantidad mayor de hierro. Pero lo más destacable de la composición del huevo de codorniz es su riqueza proteica y un contenido menor de agua y de grasa que el del huevo de gallina (Cuadro A-5).

### **2.8.1 Diferencias entre huevos de codorniz y huevos de gallina**

Aunque las gallinas y las codornices pueden ser muy parecidas pues pertenecen al mismo grupo y dan los mismos productos, entre los dos tipos de aves destacan diferencias que se pueden dividir en dos grupos importantes (Universidad San Juan Bautista, 2011).

#### **2.8.1.1 Diferencias nutricionales**

**Huevo de codorniz:** Posee 12.85% de proteína, es rico en hierro y calcio (3.7mg y 64mg respectivamente), 0.7% de colesterol, es recomendado para niños y no provoca alergias.

**Huevo de gallina:** Posee 11.5% de proteína, contiene bajas cantidades de hierro y calcio (1.2mg y 50mg respectivamente), 7% de colesterol, no muy recomendado a niños, puede provocar alergias y mediana digestibilidad (Universidad San Juan Bautista, 2011).

### 2.8.1.2 Diferencias de producción

**Codorniz:** Peso del huevo en proporción del ave es del 10%, comienzo de postura a los 42 días, tiempo entre postura 22 horas, peso del huevo 10-12 g, trabajadores por área 1.

**Gallina:** Peso del huevo en proporción del ave es del 3%, comienzo de postura a los 154 días, tiempo entre postura 26 horas, peso del huevo 50-60 g, trabajadores por área 2 (Secretaría de Fomento Agropecuario, 2009).

## 2.9 Uso de fuentes alternativas en la alimentación

Las hojas de algunos árboles nativos, como el tihuilote (*Cordia dentata*) y el madrecaao (*Gliricidia sepium*), son una fuente de proteína. Dado que estos árboles se encuentran disponibles en la mayoría de las parcelas de los agricultores, conviene aprovecharlos para mejorar la alimentación de las aves. La forma de hacerlo es cosechar las hojas, dejarlas secar un poco y luego molerlas para incorporarlas a la mezcla de alimentos. El tihuilote y madrecaao son árboles que responden bien a la poda y, además de ser fuente de proteína, pueden ser utilizados como barreras vivas y postes de cerco (MAG, 1998).

El uso de forrajes debe tener en cuenta algunas condiciones que regulan el consumo. Una de estas condiciones es el alto contenido de fibra cruda, el cual varía entre 10.7 y 21% de la materia seca. También existen otras condiciones que limitan el uso de estos forrajes, como la presencia de factores antinutricionales. Estos factores están constituidos por compuestos secundarios que suelen agruparse según las sustancias químicas que lo forman (MAG, 2002).

Vílchez (2013), menciona que en el caso de los monogástricos, la digestión de los alimentos se realiza principalmente por acción enzimática. Sin embargo, en el caso de monogástricos herbívoros, el proceso de aprovechamiento de los alimentos se complementa con un proceso de fermentación. En ello, podemos citar como ejemplos al conejo y al caballo. Estos animales si pueden utilizar la fibra cruda a través del proceso de fermentación en el ciego y cuyos productos son los ácidos grasos volátiles. En cerdos y aves, el aprovechamiento de los nutrientes de los alimentos depende mayormente de la actividad enzimática que ocurre dentro del tracto digestivo del animal, con muy poca actividad fermentativa.

### 2.9.1 Madrecacao (*Gliricidia sepium*)

Las hojas tienen alto valor nutritivo (18-30% proteína y 13-30% de fibra) y digestibilidad (48-77%), y un bajo contenido en taninos, sin embargo tiene problemas con la palatabilidad, pero una vez que los animales se acostumbran al sabor, las comen bien. Idealmente, debería usarse como suplemento (20-40% de la dieta). Si se excede de estos niveles puede mostrar problemas de toxicidad, aunque este problema es más serio para no rumiantes como cerdos y pollos (Barrance *et al.*, 2003). Benavides (1994), menciona que la cantidad de proteína cruda en las hojas es de 22.7% y la digestibilidad es de 59.2%; mientras que Gómez *et al.* (2002), sostiene que en base seca las hojas contienen 23% de proteína cruda, 45% de fibra cruda, 1,7% de calcio y 0,2% de fósforo.

El madreacacao sirve como suplemento alimentario en la dieta del ganado bovino; con buenos contenidos de proteína protegidos por compuestos fenólicos en las hojas que le proveen cierta capacidad de proteína sobrepasante, sin que exista reportes de toxicidad aún en animales alimentados en su totalidad a base de esta planta (Arango, 1994).

Vásquez y Rosso (1996), afirman que la harina de madreacacao también se puede utilizar en dietas balanceadas para cerdos en niveles de inclusión de hasta el 20% del núcleo proteico. El mismo autor sugiere que niveles superiores al 15% de la dieta en esta especie pueden causar intoxicación por los factores antinutricionales que posee.

Araque *et al.* (2006) y Araque *et al.* (2002), mencionan que, con la maduración de la planta aumenta el contenido de materia seca (8,75 a 13,39%) conjuntamente con la cantidad de grasa (2,93 a 4,80%), calcio (0,98 a 1,43%), magnesio (0,20 a 0,38%), manganeso (25,00 a 59,00 ppm) y zinc (34,67 a 52,00 ppm) aumentan, mientras que el porcentaje de proteína bruta (28,31 a 20,64%), cenizas (8,88 a 7,40%), fósforo (0,36 a 0,14), potasio (2,89 a 0,70) y hierro (192,00 a 135,00 ppm) disminuyen con la edad de la planta

Al igual que la mayoría de las leguminosas tropicales, el madreacacao tiene factores antinutricionales como cumarinas y taninos condensados. Estas sustancias son tóxicas para roedores, y es tóxico en aves (Calles y Murgueitio, S.f). Sin embargo Vivas (2008), menciona que el madreacacao posee cumarinas en su corteza, y otras sustancias como las flavonas y fenoles, y no existe riesgo de intoxicación para cabras, cerdos, bovinos y aves.

En una investigación, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, se evaluó diferentes porcentajes de harina de hojas de madrecaao, en la alimentación de pollos de engorde. Los porcentajes utilizados fueron: Tratamiento uno 5%, tratamiento dos 10% y tratamiento tres 15%. Los fenómenos que se observaron fueron durante la quinta semana del ensayo, ya que en el tratamiento tres, en todas las repeticiones, las aves se agitaban, daban vueltas sobre sí mismas y corrían golpeándose contra las paredes de la galera, por lo que algunas aves murieron, presumiblemente por los golpes. Las sintomatologías en las aves de ese tratamiento desaparecieron al inicio de la sexta semana no volviéndose a presentar. En los resultados finales, se obtuvo que el tratamiento tres presentó menor ganancia de peso y menor consumo de alimento por el mayor contenido de madrecaao. Las aves fueron examinadas en el laboratorio de toxicología del MAG, pero únicamente se reportó que existía acumulación de flavonoides, saponinas, cumarinas y aflatoxinas en el hígado de éstas (García, *et al.* 1990).

### **2.9.2 Tihuilote (*Cordia dentata*)**

Presenta valores aceptables de proteína cruda en las hojas (16-20%), pero no en los tallos tiernos (7%). Al compararla con otras especies forrajeras la digestibilidad es baja (hojas 36%, tallos tiernos 25%) debido al contenido de taninos. Se pueden utilizar las hojas secas, molidas a mano y mezcladas con sorgo como suplemento de proteínas en gallinas (Barrance *et al.*, 2003). Benavides (1994), menciona que las hojas de tihuilote en base seca, posee 16% de proteína cruda y 36% de digestibilidad.

García *et al.* (2009), en sus estudios realizados, en el análisis bromatológico de las hojas de tihuilote (*Cordia dentata*), presentaron un alto contenido de proteína cruda, de 16.75%. La FDN (fibra neutro detergente) registró valores entre 67% y 70%; la FDA (fibra ácido detergente) valores entre 48% y 50% para las épocas lluviosa y seca respectivamente. El valor observado de hemicelulosa se considera ligeramente alto (19-20%). Mencionan que un alto contenido de FDN y FDA se asocia con un menor consumo de alimento, y en bovinos esto se debe a que estos componentes son de lenta degradación en el rumen.

En una investigación realizada, se elaboraron tres tipos de concentrados para la alimentación de aves de patio, incluyendo hojas de tihuilote y madrecaao. Los tratamientos

utilizados fueron los siguientes: Tratamiento 1 con 62.42% de hojas de tihuilote, 35.67% maíz, 0.66% cal, 1.25% sal; Tratamiento 2 con 45.28 % de hojas de madrecaao, 52.81% sorgo, 0.66% cal, 1.25% sal y T3 con 100% granos (alimentación tradicional). La cantidad de proteína bruta para cada tratamiento fue de 12.59%, 11.50% y 7.74% respectivamente. Al finalizar la investigación se obtuvo mejor producción de postura para el tratamiento 1 con 2016 huevos, seguido del tratamiento 2 con 1323 huevos producidos y finalmente el tratamiento 3 con 1165 huevos; notando mejores resultados al utilizar las hojas de tihuilote en la ración alimenticia, debido al mayor porcentaje de proteína. Las aves no presentaron problemas de adaptación a los tratamientos con adición de hojas de tihuilote y madrecaao. A su vez, los costos de alimentación fueron menores para los tratamientos 1 y 2, con \$61.11 y \$ 64.26 respectivamente; comparados con el tratamiento 1 con \$196.80, debido al contenido únicamente de granos (FUDESRI-Nicarao, S.f).

### **2.9.3 Ácido tánico o taninos**

Son compuestos fenólicos solubles que tienen la propiedad de unirse a las proteínas produciendo un compuesto insoluble que dificulta su digestibilidad, además inhibe la digestibilidad de la celulosa y da sabor amargo al pasto disminuyendo su palatabilidad. Son sustancias astringentes, interfieren con la acción de algunas enzimas y afectan adversamente el consumo de alimento (Vivas, 2008)

Considerando estos factores, las investigaciones realizadas conducen a que el follaje de especies arbóreas se puede incluir en las raciones de las aves hasta un 20% de la materia seca, (MAG, 1998).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Descripción del estudio

##### 3.1.1 Localización de la investigación

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la ciudad de Ilopango, la cual es el centro del municipio de Ilopango, en la colonia Llano Verde, departamento de San Salvador, El Salvador.

La ciudad de Ilopango tiene una extensión territorial de 34.63 km<sup>2</sup> y se ubica geográficamente en las coordenadas 13°41' 35" Latitud Norte y 89°06' 35" Longitud Oeste, a una elevación de aproximadamente 625 m.s.n.m., y tiene una población de 103.862 habitantes. La temperatura del municipio varía de 21°C de temperatura mínima y 34°C de máxima, con una humedad relativa (HR) que puede alcanzar el 90% y la velocidad aproximada del viento es de 11 Km/h, pero varía según las condiciones climatológicas. (Figura A-1).

##### 3.1.2 Duración de la investigación

La investigación en su fase de campo, fue llevada a cabo a partir del 22 de julio, finalizando el 3 de noviembre del 2013, teniendo una duración de 15 semanas.

##### 3.1.3 Alojamiento y equipo

Las unidades experimentales que se utilizaron, fueron codornices de la especie *Coturnix coturnix japónica*. Las codornices fueron albergadas en la colonia Llano Verde de la ciudad de Ilopango, en la sala de una casa, con un espacio conformado por 5m de largo y 2.58m de ancho, orientada de este a oeste. La pared izquierda, presentaba la modificación de dos arcos de 2.14m de largo por 1.25m de alto, con la protección de barandas gruesas de hierro. Para mantener un ambiente controlado, se colocaron cortinas de tela las cuales se podrían abrir y cerrar, en los arcos del costado izquierdo y enfrente de la sala. Por las noches se colocaba plástico negro sobre las jaulas para protegerlas mejor, por las variantes climatológicas. El piso era totalmente impermeabilizado. (Figura A-2)

El techo era de fibrocemento, de un agua con alturas de 2.90m y 2.60m en la parte más baja.

Se ubicaron 5 jaulas, cada una con un área funcional para 25 codornices de postura y una codorniz macho, y estaban equipadas con un comedero y un bebedero, ambos de aluminio; por lo que se realizó modificación en cinco de las jaulas, donde se ubicarían las hembras.

Para que las codornices tuviera acceso libre al alimento y al agua, se colocaron dos bebederos de plástico en cada tratamiento, en la parte interna de la jaula; y el bebedero original de la jaula se modificó a comedero, colocando botellas plásticas de medio litro, cortadas por la mitad, y sobrepuestas en los bebederos, para que las codornices alcanzaran fácilmente el alimento. El comedero original también fue dividido por la mitad, utilizando separadores de cartón forrados con cinta adhesiva. La capacidad aproximada de los comederos era de 2Kg.

Las dimensiones de las jaulas eran las siguientes: 0.92m de largo, 0.66m de ancho y 0.30m de altura; ubicadas a una altura del piso de 0.58m, y la distancia entre jaulas era de 0.50m. Su estructura era de madera con malla de alambre galvanizado de diez milímetros de diámetro.

Se utilizó como cama, granza de arroz de aproximadamente 2cm de espesor, colocada sobre una base de fibrocemento. La granza se cambiaba una vez a la semana de forma manual.

Se utilizó un termohigrómetro, para monitorear la temperatura y la humedad relativa del ambiente.

### **3.2 Metodología campo**

Se utilizaron 100 codornices hembras de siete semanas de edad, con una postura entre 7%-10%; y una codorniz macho ubicado en una jaula separada para estimular la postura en las hembras. Las codornices se adquirieron previamente sexadas.

El día del recibimiento (siete semanas de edad), se les ofreció a todas las codornices agua con electrolitos durante todo el día, y tres horas después de la llegada se les proporcionó alimento. Durante una semana partiendo del día del recibimiento, se les dio ambientación al lugar, debido al estrés del traslado, proporcionándoles concentrado de postura con 16% de

proteína, el mismo tipo de alimento que consumían en la granja, y el mismo que sería utilizado para el tratamiento uno.

Las codornices fueron pesadas al momento de su recibimiento, y luego cada dos semanas, para tener datos que demostraran su buena conformación corporal, en relación al porcentaje de postura en el ensayo. Se sacó un promedio del peso de dos codornices, de las cinco que se encontraban en cada tratamiento de cada bloque. Los pesos obtenidos (Cuadro A-6), reflejan la conformación corporal de las codornices, durante el ensayo.

### **3.2.1 Materias primas de concentrados alternativos**

Se usaron tres raciones alternativas a base de materias primas locales como hojas de madrecaao (*Gliricidia sepium*) y hojas de tihuilote (*Cordia dentata*), y materias primas comerciales como Maíz amarillo (*Zea mays*), pulimento de arroz (*Oriza sativa*), harina de soya (*Glycine max*), carbonato de calcio, melaza y núcleo (mezcla de vitaminas, minerales y aminoácidos).

En la elaboración de los tres concentrados alternativos, se ajustaron los niveles de cada nutriente según los requerimientos de la codorniz, para evaluar si con la utilización de los concentrados alternativos, se mejoraba la eficiencia productiva en las codornices y se reducían costos de alimentación.

### **3.2.2 Distribución de tratamientos**

La división de los cuatro grupos que representó cada uno de los tratamientos, quedó de la siguiente forma: T1 o testigo relativo concentrado para gallinas ponedoras con 16% de proteína; T2 concentrado alternativo con 20% de proteína y 0% de inclusión de follaje; T3 concentrado alternativo con 20% de proteína y 10% de inclusión de follaje (5% harina de hojas de madrecaao y 5% harina de hojas de tihuilote); T4 concentrado alternativo con 20% de proteína y 20% de inclusión de follaje (10% harina de hojas de madrecaao y 10% harina de hojas de tihuilote) (Figura A-3).

### 3.2.3 Transición del alimento

Se realizó los últimos tres días de la semana de llegada, para los tratamientos 2, 3 y 4, de la siguiente forma:

De la cantidad total de alimento que le correspondía al grupo de codornices de cada tratamiento, se proporcionó el 25% de concentrado alternativo y 75% de concentrado que ellas estaban consumiendo; 50% concentrado alternativo y 50% concentrado que estaban consumiendo; 75% de concentrado alternativo y 25% concentrado que consumían. Estos tres momentos de transición representaron los tres días, es decir que al cuarto día se proporcionó 100% de concentrado que pertenecía a cada tratamiento.

Según la edad de la codorniz, se le suministró la cantidad de alimento, como se presenta en el cuadro 1, desde la séptima a la semana veintiuno de edad.

**Cuadro 1.** Cantidad de alimento por día y por codorniz

Semana	Cantidad (g)
7	16.00
8	18.00
9	20.00
10 en adelante	22.00

Se subdividieron raciones para cinco codornices que se encontraban en cada tratamiento de cada bloque. El alimento se ofreció cinco veces al día, dos por la mañana y tres por la tarde, debido a que si se ofrecía en una o dos veces al día, el consumo era rápido, quedando por tiempo muy prolongado sin alimento. El agua se ofreció ad libitum.

### 3.2.4 Toma de datos

Se mantuvo un horario fijo para la recolección de datos y alimentación, de la siguiente manera:

A las cinco de la mañana se recolectaban los huevos, llevando un registro diario de cada bloque y tratamiento, si existían huevos rotos también se registraban. Posteriormente se realizaba el cambio de granza el día que era correspondiente, de lo contrario, luego se

recolectaba el alimento que era rechazado dentro del comedero, y se pesaba en la báscula para anotar los datos en el registro diario. Luego de estas actividades el alimento y agua eran ofrecidos, entre 6:00 y 6:30am.

Los registros se utilizaron desde el inicio del ensayo, para tener control de las variables que se tomarían (Anexo 1).

### **3.2.5 Manejo de horas luz**

Permanecían con las luces encendidas por un periodo de 18 horas, de cinco a siete de la mañana con luz artificial, de siete de la mañana a cinco y media de la tarde con luz natural, y de cinco de la tarde a 11 de la noche con luz artificial, variando según las condiciones climatológicas.

### **3.2.6 Sanidad**

A las ocho semanas de edad de las codornices, se les aplicó la vacuna del Newcastle cepa la Sota.

En la décima semanas de edad, se les administró tratamiento en el agua, con Enrofloxacina 10% a una dosis de 5ml en 10 litros de agua durante tres días, debido a la presencia de estornudos frecuentes en la población. En esa misma semana lo estornudos desaparecieron.

A las 13 semanas de edad, se les administró Sulfaquinoxalina sódica 4% en el agua de bebida, a una dosis de 45ml por botella de agua durante tres días, como tratamiento contra la coccidiosis.

Tres semanas después, se repitió el tratamiento, utilizando Sulfadimetoxina + Trimetoprim, a una dosis de 1g por litro de agua durante cinco días, debido a que el tratamiento anterior no hizo efecto.

Se les ofrecía agua con electrolitos durante todo el día, de una a dos veces por semana, para minimizar el estrés en las aves.

### 3.3 Metodología de laboratorio

#### 3.3.1 Balanceo de concentrados

Para el balanceo de los tres concentrados alternativos, se utilizó el programa Brill ® (1987), según los requerimientos de la codorniz japónica.

La cantidad de ingredientes de cada uno de los concentrados alternativos, se presentan en el cuadro 2, donde T2 es el concentrado alternativo sin la adición de follajes, T3 concentrado alternativo con 10% de follaje (5% harina de hojas de madrecaao y 5% harina de hojas de tihuilote) y T4 concentrado alternativo con 20% de follaje (10% harina de hojas de madrecaao y 10% harina de hojas de tihuilote). El T1 no se incluye por ser el concentrado comercial.

**Cuadro 2.** Cantidad de ingredientes en los concentrados alternativos balanceados.

Materia prima	T2		T3		T4	
	lb	Kg	lb	Kg	Lb	Kg
Maíz amarillo	52.55	23.89	46.64	21.20	38.25	17.39
H. de soya	30.24	13.75	27.05	12.30	24.22	11.01
Pulimento de arroz	8.00	3.64	8.00	3.64	8.00	3.64
Carbonato de calcio	5.32	2.42	4.96	2.25	4.58	2.08
Núcleo	2.00	0.91	2.00	0.91	2.00	0.91
Melaza	1.87	0.85	1.33	0.60	2.00	0.91
Tihuilote	----	----	5.00	2.27	10.00	4.55
Madrecaao	----	----	5.00	2.27	10.00	4.55
Total	100	45.46	100	45.46	100	45.46

Cada uno de los nutrientes que aportaron las materias primas se observan en el cuadro 3

**Cuadro 3.** Cantidad de nutrientes en concentrados alternativos.

<b>Nutriente %</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Proteína	20.00	20.00	20.00
Lisina	1.05	0.94	0.85
Metionina	0.42	0.39	0.36
Fósforo	0.42	0.43	0.44
Calcio	2.50	2.50	2.50
Energía Kcal/Kg	2750.00	2550.00	2321.78

### 3.3.2 Proceso de secado de hojas de tihuilote y madrecaao

Se llevó un proceso de secado para poder obtener la materia seca necesaria. Las hojas luego de ser cortadas, pasaron aproximadamente durante tres días secando 3 horas al sol y el resto del día en sombra con circulación de aire. Luego fueron molidas manualmente, con la ayuda de coladores de aberturas, de aproximadamente 2mm de diámetro, a modo de obtener partículas que pudieran ser incorporadas a la ración y las codornices consumieran. Las hojas fueron obtenidas en el campus universitario y la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, y en las cercanías de la zona del experimento.

### 3.3.3 Análisis bromatológico, Calcio y Fósforo

Con la finalidad de aportar los contenidos nutricionales de los concentrados alternativos, y el comercial, se realizó un análisis bromatológico en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Los análisis realizados fueron el bromatológico (% Humedad, % Ceniza, % Proteína Cruda, % Fibra Cruda, % Carbohidratos), Calcio y Fósforo; para los 4 tratamientos, observándose que los niveles de proteína en los 3 concentrados alternativos fueron alcanzados, según el balance previo a su elaboración, con un porcentaje de proteína del 20%, o muy cercano a éste (Figura A-4).

Para los valores observados de EE (Extracto Etéreo) en el análisis bromatológico, se utilizó la fórmula en base seca: % ELN= 100 – (% PB + % FB + % EE + % C) y EM Mcal/kg MS = (PB bs x 4,2 + EE bs x 8,5 + ELN bs x 3,5) (Curso de Alimentos y Alimentación, 2011), para calcular la energía metabolizable.

En el cuadro 4, se presenta la comparación de los requerimientos de la codorniz según NRC, sobre el cual se basó para la elaboración de los concentrados alternativos; y los resultados de los análisis de los tratamientos, los cuales se tomaron en cuenta en los resultados del ensayo.

**Cuadro 4.** Comparación de requerimientos de la codorniz con la composición química de los concentrados

Nutriente	NRC	T1	T2	T3	T4
Proteína cruda, %	20.00	15.69	19.87	20.85	20.83
Calcio, %	2.50	0.086	0.0510	0.0575	0.0590
Fósforo, %	0.35	0.35	0.42	0.43	0.37
Energía metabolizable, Kcal/Kg	2900.00	3180.00	3281	3311	3319

### 3.4 Metodología estadística

#### 3.4.1 Diseño estadístico

El diseño estadístico utilizado fue Bloques Completamente al Azar, como se presenta en el análisis de varianza del cuadro 5, en el que se tuvieron cinco bloques cada uno con cuatro tratamientos, y cada tratamiento con 5 repeticiones. Es decir que en cada jaula, se ubicaron cómodamente 20 codornices. La prueba estadística a utilizar fue contrastes ortogonales para la comparación entre las medias en término de los totales de los tratamientos.

#### 3.4.2 Modelo Matemático

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:  $\mu$  = Media     $\tau_i$  = Tratamiento     $\beta_j$  = Bloques     $\varepsilon_{ij}$  = Error

**Cuadro 5.** Análisis de varianza

<b>F DE V</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>	
TRATAMIENTO	$T - 1$	$4-1= 3$
BLOQUE	$B - 1$	$5-1= 4$
ERROR	$T * B$	$(4-1)(5-1)= 12$
TOTAL	$T * B (TB)$	$(4-1) + (5-1) + ((4-1)(5-1))= 19$

### 3.4.3 Variables en estudio

La variable independiente fue el tipo de concentrado, y las variables dependientes fueron: consumo promedio de alimento, conversión alimenticia, porcentaje de postura, producción de huevos, porcentaje de huevos rotos, porcentaje de mortalidad y costos de alimentación.

Las variables calculadas fueron:

**3.4.3.1 Consumo promedio de alimento:** Se determinó calculando los gramos consumidos por grupo de aves al día, en donde diariamente se tomaron registros de la cantidad de alimento proporcionado a cada uno de los tratamientos y así obtener datos semanales.

Fórmula utilizada: **CPA**= cantidad de alimento suministrado (g)-cantidad de alimento rechazado (g).

Alimento rechazado: recolectado diariamente.

**3.4.3.2 Índice de conversión alimenticia:** Se calcularon los gramos de alimento consumidos en relación con la cantidad de gramos de huevos producidos. Para estimar la cantidad de gramos de huevos producidos a la semana, diariamente se recolectaban los huevos de las jaulas colocándolos en un lugar reservado en depósitos diferentes pertenecientes a cada bloque y tratamiento; y al finalizar la semana se pesaban. Una vez a la semana se sacó el estimado del alimento consumido por cada tratamiento.

Fórmula utilizada para el cálculo:

$$\text{ICA} = \frac{\text{g de alimento consumido}}{\text{g de huevos producidos}}$$

**3.4.3.3 Porcentaje de postura:** Se calculó semanalmente, en base al número de huevos producidos al día por tratamiento en relación a la cantidad de codornices.

Fórmula utilizada:

$$\% \text{Postura} = \frac{\text{N}^\circ \text{huevos producidos}}{\text{N}^\circ \text{de Aves en jaula c/día}} \times 100$$

**3.4.3.4 Porcentaje de huevos rotos:** Para ello se registró el número de huevos rotos diariamente, por cada tratamiento.

Se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{Hr} = \frac{\text{N}^\circ \text{de huevos rotos}}{\text{Total de huevos producidos}} \times 100$$

**3.4.3.5 Producción de Huevos:** La producción de huevos se determinó semanalmente y consistió en llevar el registro de la producción diaria de huevos y sumar el total al final de la semana.

$$\text{PH} = \sum \text{de los huevos producidos diariamente}$$

**3.4.3.6 Porcentaje de mortalidad:** Consistió en registrar el número de aves muertas por tratamiento.

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{M} = \frac{\text{Aves inicio} - \text{Aves finales}}{\text{Aves inicio}} \times 100$$

**3.4.3.7 Costos de alimentación:** Se determinó en base a los precios de los concentrados, tomando en cuenta el precio de mercado del concentrado comercial, y el precio de cada materia prima, en base a lo utilizado para elaborar el concentrado para todo el ensayo.

### **3.5. Metodología económica**

Para el análisis económico se determinó lo siguiente: presupuestos parciales, relación beneficio-costos, análisis de dominancia y tasa de retorno marginal. El análisis del presupuesto parcial permitió organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y los beneficios de los diferentes tratamientos. Para referenciar el estudio económico se basó en los precios de venta de los huevos de codorniz para poder determinar la relación beneficio-costos. Se utilizaron para ello los costos variables de los concentrados en cada tratamiento. En el análisis de dominancia se utilizaron los costos que varían de menor a mayor de cada uno de los tratamientos y se les colocó a la par su respectivo beneficio neto para determinar cuál de los tratamientos era dominado. Para el cálculo de la tasa de retorno marginal se utilizaron aquellos tratamientos que no eran dominados y, consistió en dividir el incremento de los beneficios netos entre los costos que varían de los tratamientos. Esto permitió obtener el porcentaje que se espera que retorne al cambiar de un tratamiento a otro.

### **3.6 Observaciones durante el ensayo**

Durante el desarrollo del ensayo, se anotaron observaciones, consideradas importantes, para dar un aporte a la investigación (Anexo 2).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados promedios de variables

#### 4.1.1 Consumo promedio de alimento

El análisis de varianza, para la variable consumo promedio de alimento (Cuadro A-7), no precisa diferencias estadísticas, tanto para los tratamientos, como los bloques, ya que ambos resultaron no significativos ( $P > 0,05$ ); por lo tanto estadísticamente los tratamientos y bloques en estudio, no producen diferencias en el consumo de alimento, con un nivel de significancia del 5%, es decir que los tratamientos y bloques producen los mismos efectos.

En el cuadro 6, se presenta el efecto del tipo de alimento sobre el consumo durante todo el ensayo, observándose que el mayor consumo lo obtuvo el T4, pero a nivel estadístico esta diferencia no es significativa.

**Cuadro 6.** Consumo promedio de alimento durante todo el ensayo

Tratamientos	Kg
T1 concentrado comercial o testigo relativo 16% proteína	50.25 <sup>a</sup>
T2 concentrado alternativo, 20% de proteína, 0% follaje	50.31 <sup>a</sup>
T3 concentrado alternativo, 20% proteína, 5% harina de hojas de madrecaao ( <i>Gliricidia sepium</i> ) y 5% harina de hojas de tihuilote ( <i>Cordia dentata</i> )	50.31 <sup>a</sup>
T4 concentrado alternativo, 20% de proteína, 10% harina de hojas de madrecaao y 10% harina de hojas de tihuilote	51.33 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>: Letras iguales en una misma columna, indican igualdad entre las medias.

Las cantidades de alimento consumido por ave al día, se presentan en el cuadro 7, a partir de la octava semana de edad, semana en la cual comenzó la aplicación de concentrados a cada tratamiento.

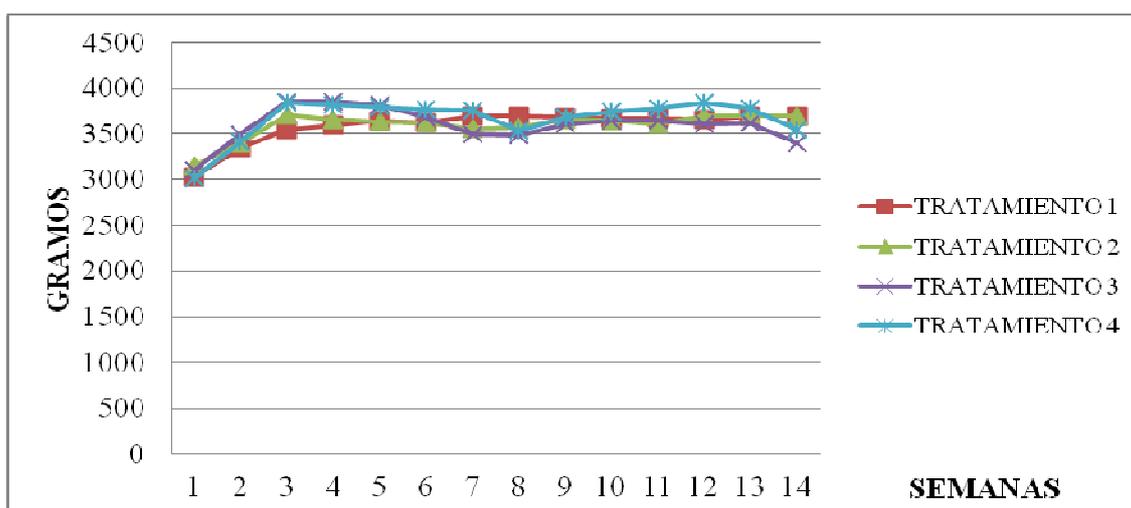
**Cuadro 7.** Cantidad promedio de alimento por ave al día (g)

Semana/ Tratamiento	8	9	10 en adelante
1	17.50	19.50	21.50
2	17.50	19.50	21.50
3	17.50	19.50	21.50
4	17.50	19.50	21.50

Según ENA (2005), para la octava semana de edad cada codorniz consume 18g al día, en la novena semana 20g y a partir de la décima semana de edad cada codorniz debe consumir 22g. Durante el ensayo los consumos en gramos por ave en el día son similares a los establecidos.

En el ensayo consumieron un promedio de 21-22g al día. Vásquez y Ballesteros (2007), menciona que el consumo promedio de la codorniz a partir de 5% de postura es de 23g al día.

La figura 1, representa el consumo promedio de alimento por todas las codornices de cada tratamiento, resultando una línea de tendencia similar, mostrando mínima variabilidad en cada semana, teniendo en cuenta que las codornices tenían 8 semanas de edad en la primera semana de aplicación de tratamientos (Cuadro A-8).



**Figura 1.** Consumo promedio de alimento por todas las codornices de cada tratamiento, durante las catorce semanas

#### 4.1.2 Conversión alimenticia

El análisis de varianza, para la variable conversión alimenticia (Cuadro A-9), no precisa diferencias estadísticas para los bloques, ya que resultaron no significativos ( $P > 0,05$ ); por lo que se puede decir que estadísticamente los bloques en estudio, no producen diferencias en la conversión alimenticia, con un nivel de significancia del 5%. Sin embargo, se observa el efecto significativo del tipo de alimento sobre las codornices, en base a los gramos de huevos producidos ( $P < 0,05$ ); por lo tanto estadísticamente los tratamientos en estudio, producen diferencias en la conversión alimenticia, con un nivel de significancia del 5%, es decir que al menos uno de los tratamientos, produce los mejores efectos.

En los resultados de la prueba estadística de contrastes ortogonales a un nivel del 5%, el  $C_1$  es significativo, es decir que el tratamiento uno produce los mejores efectos en la conversión alimenticia respecto a los tratamiento dos, tres y cuatro; seguido del  $C_2$  resultando también significativo, el tratamiento dos produce los mejores resultados en la conversión alimenticia respecto a los tratamiento tres y cuatro, el  $C_3$  resultó no significativo, el tratamiento tres produce los mismos efectos en la conversión alimenticia, respecto al tratamiento cuatro.

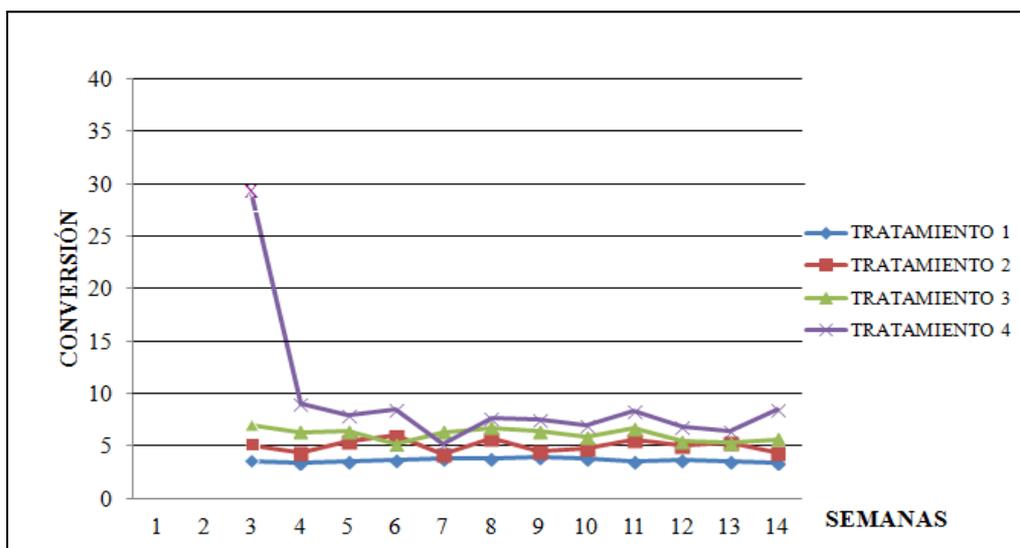
En base a los resultados de la prueba estadística, el tratamiento con mejor conversión alimenticia es el tratamiento 1. Como se observa en el cuadro 8, en base a los totales obtenidos de todo el ensayo, en el tratamiento 1, una ave solo necesita 3.07 gramos, para producir un gramo de huevos.

**Cuadro 8.** Conversión alimenticia del ensayo

Tratamientos	
T1 concentrado comercial o testigo relativo 16% proteína	3.07 <sup>a</sup>
T2 concentrado alternativo, 20% de proteína, 0% follaje	4.25 <sup>b</sup>
T3 concentrado alternativo, 20% proteína, 5% harina de hojas de madrecaao ( <i>Gliricidia sepium</i> ) y 5% harina de hojas de tihuilote ( <i>Cordia dentata</i> )	5.53 <sup>c</sup>
T4 concentrado alternativo, 20% de proteína, 10% harina de hojas de madrecaao y 10% harina de hojas de tihuilote	7.03 <sup>c</sup>

<sup>a b c</sup> : Distintas letras en una misma columna, indican diferencias entre las medias.

La figura 2, representa la conversión alimenticia de todas las codornices en cada tratamiento por semana, resultando con una línea de tendencia marcada en el tratamiento 4, teniendo en cuenta que las codornices tenían 8 semanas de edad en la primera semana de aplicación de tratamientos (Cuadro A-10).



**Figura 2.** Conversión alimenticia por todas las codornices de cada tratamiento, durante las catorce semanas.

Cumpa (1995), indica que el índice de conversión alimenticia es de 3Kg por cada kilo de huevo producido. Manóche (2006), citando a Díaz *et al.* (2004), menciona que la conversión alimenticia en codornices va de 3 a 3.8. En los resultados de conversión el tratamiento uno se encuentra dentro de los límites mencionados.

Vílchez (2013), menciona que en aves el aprovechamiento de los nutrientes de los alimentos depende mayormente de la actividad enzimática que ocurre dentro del tracto digestivo del animal, con muy poca actividad fermentativa. Probablemente debido a la adaptación de la codorniz, a niveles mayores de tihuilote y madrecaao en el alimento, las conversiones alimenticias, no fueron las esperadas.

#### 4.1.3 Porcentaje de postura

El análisis de varianza, para el porcentaje de postura (Cuadro A-11), no existen diferencias estadísticas para los bloques, ya que resultaron no significativos ( $P > 0,05$ ); es decir que

todos los bloques producen los mismos efectos. Sin embargo, se observa el efecto significativo de los tratamientos ( $P < 0,05$ ); por lo tanto estadísticamente los tratamientos en estudio, producen diferente efecto en el porcentaje de postura, con un nivel de significancia del 5%, es decir que al menos uno de los tratamientos producen los mejores resultados.

En los resultados de la prueba estadística de contrastes ortogonales a un nivel del 5%, el  $C_1$  es significativo, es decir que el tratamiento uno produce los mejores efectos en el porcentaje de postura; seguido del  $C_2$  resultando también significativo, es decir que el tratamiento dos produce los mejores resultados el porcentaje de postura; el  $C_3$  resultó significativo, es decir que el tratamiento tres produce los mejores efectos en el porcentaje de postura, respecto al tratamiento cuatro.

En base a los resultados de la prueba estadística, el tratamiento con mejor porcentaje de postura es el tratamiento 1, seguido por el tratamiento 2, 3 y 4, en ese orden. En el cuadro 9, se observa en detalle el porcentaje, en base a los totales obtenidos de todo el ensayo. El tratamiento 1 presenta 67.74%, existiendo una diferencia marcada entre el tratamiento 3 y 4, este último, siendo el más bajo, con un porcentaje de 29.06%.

**Cuadro 9.** Porcentaje de postura del ensayo

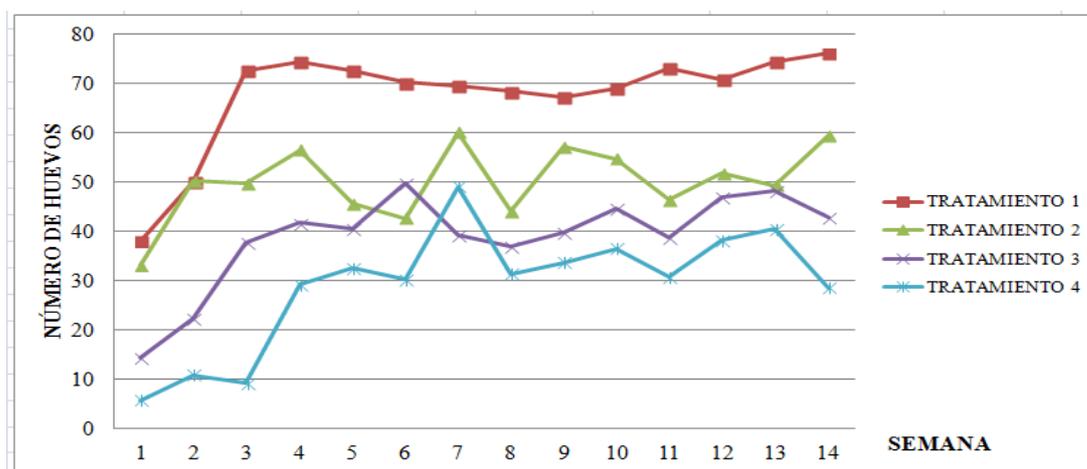
Tratamientos	%
T1 concentrado comercial o testigo relativo 16% proteína	67.74 <sup>a</sup>
T2 concentrado alternativo, 20% de proteína, 0% follaje	50.04 <sup>b</sup>
T3 concentrado alternativo, 20% proteína, 5% harina de hojas de madrecaao ( <i>Gliricidia sepium</i> ) y 5% harina de hojas de tihuilote ( <i>Cordia dentata</i> )	38.74 <sup>c</sup>
T4 concentrado alternativo, 20% de proteína, 10% harina de hojas de madrecaao y 10% harina de hojas de tihuilote	29.06 <sup>d</sup>

<sup>a b c d</sup> : Distintas letras en una misma columna, indican diferencias entre las medias.

Los tratamientos con adición de follaje, no presentaron los resultados esperados, siendo el tratamiento 4 el que tenía el 20% de inclusión, seguido del tratamiento 3 con un 10%.

La figura 3, representa el porcentaje de postura en cada tratamiento por semana, resultando con una línea de tendencia superior en el tratamiento 1, observándose mayor desde la

primera semana de ensayo, alcanzando el pico de postura en la última semana, con 76.19%; teniendo en cuenta que las codornices tenían 8 semanas de edad en la primera semana de aplicación de tratamientos, para la semana catorce habían alcanzado las veintiún semanas de edad (Cuadro A-12).



**Figura 3.** Curva de postura por todas las codornices de cada tratamiento por semanas.

Vásquez y Ballesteros (2007), mencionan que la curva de producción en las codornices alcanza 80%-90%, para terminar situándose en 60% al cabo de un año, utilizando niveles de proteína del 22%-24%. Manóche (2006), menciona que la curva de postura, comienza casi a los 45 días, con un promedio de 80% y va disminuyendo hasta que alcanza un 45%, casi a los 8 meses ó 1 año. Los porcentajes de todos los tratamientos están por debajo de lo establecido y la postura la comenzaron a los 49 días de edad.

#### 4.1.4 Porcentaje de huevos rotos

Para la variable porcentaje de huevos rotos, no se realizó análisis de varianza, debido a que la cantidad de huevos rotos (cáscara débil o en fáfara), eran pocos, obteniendo en la mayoría de las semanas 0% (Cuadro A-13).

En el cuadro 10, se observa en detalle el porcentaje de huevos rotos, en base a los totales obtenidos de todo el ensayo. El tratamiento 4, obtuvo la mayor cantidad de huevos rotos con 1.83%, seguido del tratamiento 2, 3 y 1 en ese orden. El tratamiento 1 (testigo) obtuvo el

menor porcentaje, con 0.38%, ya que tenía el mayor contenido de calcio, según al análisis bromatológico realizado a los cuatro tratamientos. A pesar de los niveles bajos de calcio de los tratamientos alternativos, comparados con el tratamiento 1, ninguna codorniz presentó problemas de salud como raquitismo, por descalcificación.

**Cuadro 10.** Porcentaje de huevos rotos en el ensayo

Tratamientos	%
T1 concentrado comercial o testigo relativo 16% proteína	0.38
T2 concentrado alternativo, 20% de proteína, 0% follaje	1.25
T3 concentrado alternativo, 20% proteína, 5% harina de hojas de madrecaao ( <i>Gliricidia sepium</i> ) y 5% harina de hojas de tihuilote ( <i>Cordia dentata</i> )	1.19
T4 concentrado alternativo, 20% de proteína, 10% harina de hojas de madrecaao y 10% harina de hojas de tihuilote	1.83

La ruptura de la cáscara de los huevos, fue debido a huevos con cáscara débil o en fáfara, incluyendo el tratamiento comercial (T1), del cual se obtuvieron dos huevos en fáfara. Posiblemente la ruptura también se debió a las altas temperaturas.

La cantidad de huevos con cáscara débil fue de uno a cuatro huevos como máximo por semana, por todas las codornices, a partir de aproximadamente la quinta semana del ensayo, variando los intervalos de semanas.

En el análisis bromatológico realizado a los cuatros tratamientos, se observó una diferencia notable en los niveles de calcio, ya que ninguno de los tratamientos alcanza el 2.5%, mostrándose por debajo del 1% cada uno de ellos.

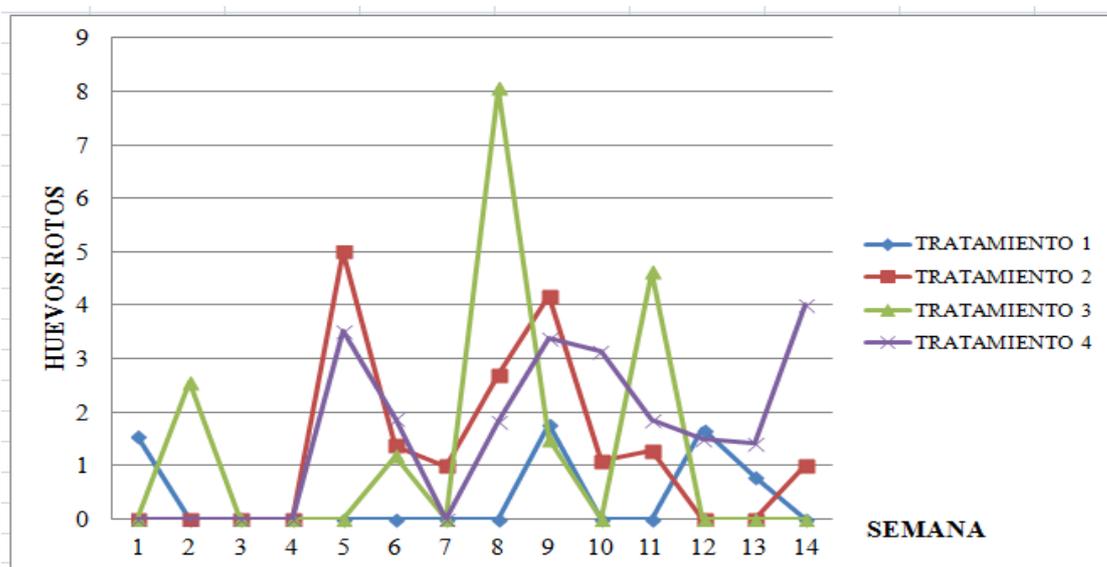
Gueño (2001), menciona que la calidad de la cáscara, depende de las horas de distribución del alimento; y la retención del calcio en el organismo del ave, depende del tamaño de las partículas de este mineral, que se utilizan en el alimento.

En gallinas, muchos son los factores que pueden ocasionar fragilidad en la cáscara independientemente del tipo de alimento que se suministre, entre los más frecuentes se encuentran los problemas sanitarios que afectan la absorción intestinal del calcio ó el

metabolismo del mismo; elevadas temperaturas ya que disminuye el nivel de dióxido de carbono en la sangre; y la edad ya que a medida que la gallina envejece disminuye el grosor de la cáscara. En estos casos, no se observan respuestas al cambio de dieta (Centro de Educación a Distancia, 2014).

La figura 4, representa el porcentaje de huevos rotos en cada tratamiento por semana, observándose que la línea de tendencia, permanece sobre el eje "X" (valor 0) en la mayoría de las semanas.

El tratamiento 3, obtuvo la mayor cantidad de huevos rotos, en la semana 8 (quince semanas de edad), con 8.06%. Se tiene en cuenta que las codornices tenían 8 semanas de edad en la primera semana de aplicación de tratamientos, para la semana catorce habían alcanzado las veintiún semanas de edad. El porcentaje de huevos rotos en gallinas, no debe ser superior al 2% (Serratos y Hernández, 2012). Cuca (2014), menciona que en países como Estados Unidos y México, el porcentaje anual de huevos rotos varía de 6% a 8%, debido a daños en el cascarón y condiciones de manejo.



**Figura 4.** Porcentaje de huevos rotos por todas las codornices de cada tratamiento, durante todas las semanas

#### 4.1.5 Producción de huevos

El análisis de varianza, para la variable producción de huevos (Cuadro A-14), no precisa diferencias estadísticas para los bloques, ya que resultaron no significativos ( $P > 0,05$ ); por lo que estadísticamente los bloques en estudio, no producen diferencias en la producción de huevos, con un nivel de significancia del 5%. Sin embargo, se observa el efecto significativo del tipo de alimento sobre las codornices, en base al número de huevos producidos ( $P < 0,05$ ); por lo tanto estadísticamente los tratamientos en estudio, producen diferencias en la producción de huevos, con un nivel de significancia del 5%.

En los resultados de la prueba estadística de contrastes ortogonales a un nivel del 5%, el  $C_1$  es significativo, es decir que el tratamiento uno produce los mejores efectos en la conversión alimenticia respecto a los tratamiento dos, tres y cuatro; seguido del  $C_2$  resultando también significativo, el tratamiento dos produce los mejores resultados en la conversión alimenticia respecto a los tratamiento tres y cuatro, el  $C_3$  resultó no significativo, el tratamiento tres produce los mismos efectos respecto al tratamiento cuatro.

El tratamiento que obtuvo la mayor producción de huevos es el tratamiento 1, como se observa en el cuadro 11, en base a los totales obtenidos de todo el ensayo. El tratamiento que obtuvo el menor número de huevos es el tratamiento 4.

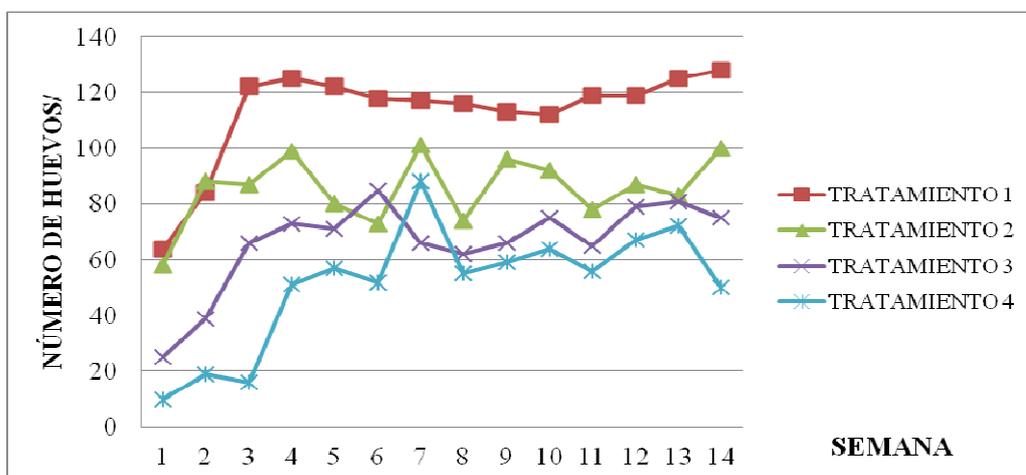
**Cuadro 11.** Total de huevos producidos del ensayo

Tratamientos	Cantidad
T1 concentrado comercial o testigo relativo 16% proteína	1584.00 <sup>a</sup>
T2 concentrado alternativo, 20% de proteína, 0% follaje	1196.00 <sup>b</sup>
T3 concentrado alternativo, 20% proteína, 5% harina de hojas de madrecaao ( <i>Gliricidia sepium</i> ) y 5% harina de hojas de tihuilote ( <i>Cordia dentata</i> )	928.00 <sup>c</sup>
T4 concentrado alternativo, 20% de proteína, 10% harina de hojas de madrecaao y 10% harina de hojas de tihuilote	716.00 <sup>c</sup>

<sup>a b c</sup>: Distintas letras en una misma columna, indican diferencias entre las medias.

La figura 5, representa el número de huevos producidos por semana en cada tratamiento, resultando con una línea de tendencia marcada para los cuatros tratamientos, mostrándose

superior el tratamiento 1. Las codornices tenían 8 semanas de edad en la primera semana de aplicación de tratamientos (Cuadro A-15).



**Figura 5.** Número de huevos producidos por todas las codornices de cada tratamiento por semana.

La producción de huevos de una codorniz en un año, es entre 200 a 300 huevos (Cordero 2012). Posiblemente las codornices del tratamiento 1, podrían llegar a producir esta cantidad al cabo de un año. Sin embargo, Rodríguez (2006), menciona que la producción de huevos puede alcanzar 400 huevos por cada codorniz en un año.

#### 4.1.6 Porcentaje de mortalidad

El cuadro 12 muestra los porcentajes obtenidos durante todo el ensayo, teniendo en cuenta que el 4% representa a un ave muerta en base a las 25 de cada tratamiento.

**Cuadro 12.** Porcentaje de mortalidad

TRATAMIENTOS	%
T1 concentrado comercial o testigo relativo 16% proteína	4.00
T2 concentrado alternativo, 20% de proteína, 0% follaje	4.00
T3 concentrado alternativo, 20% proteína, 5% harina de hojas de madrecaao ( <i>Gliricidia sepium</i> ) y 5% harina de hojas de tihuilote ( <i>Cordia dentata</i> )	4.00
T4 concentrado alternativo, 20% de proteína, 10% harina de hojas de madrecaao y 10% harina de hojas de tihuilote	0.00

Esto refleja la eventualidad de las muertes ocurridas, las cuales fueron únicamente en los tratamientos 1, 2 y 3, con un ave muerta cada uno. Según Cordero (2012), la mortalidad en postura es de 4%, encontrándose cada tratamiento dentro de los límites señalados.

La primer ave muerta fue del tratamiento 1, en la semana de ambientación al lugar, posiblemente el factor adaptación causo estrés, permitiendo el desarrollo de la enfermedad de Newcastle, y por consiguiente la muerte. Las aves muertas del tratamiento 2 y 3, ocurrieron el mismo día de la semana 6 del ensayo (trece semanas de vida), por Newcastle y coccidiosis respectivamente.

Rovid, *et. al* (2010), menciona que la susceptibilidad del Newcastle varía en las aves como faisanes, perdices, codornices y gallina de guinea, según su especie.

En el caso de la coccidiosis, el Programa de Investigación de Sistemas Agropecuarios (2013), menciona que el desarrollo de la enfermedad se asocia a la presencia del parásito en el ambiente, a una humedad relativa del 75% y en épocas lluviosas. Las sobrevivientes de infecciones graves se recuperan en 10 a 14 días, pero nunca podrán recuperar el rendimiento perdido. Cordero (2012), menciona que las aves infectadas por coccidiosis presentan postura y conversiones alimenticias bajas. Durante el ensayo el factor de la humedad relativa de 22-95%, la temperatura de 21°-37°C, probablemente intervinieron en la recaída de la enfermedad y a la época lluviosa durante casi todo el ensayo.

#### **4.1.7 Costos de alimentación**

Se registró el precio del alimento concentrado comercial en el mercado, y el costo de cada materia prima. Se estimó la cantidad de alimento ofrecido y la producción de huevos durante de cada tratamiento, y el precio de venta de los huevos al consumidor. Seguidamente se calcularon los costos variables, los beneficios netos y la tasa de retorno marginal.

##### **4.1.7.1 Costo de T1 (tratamiento testigo)**

Se calculó el total de alimento ofrecido durante todo el ensayo, que fue de 50.73 Kg (111.60 lb y 1.12 quintales), por lo tanto se gastó \$31.36 basándose en el precio inicial del quintal que fueron \$28.

#### **4.1.7.2 Costo de T2 (tratamiento alternativo sin adición de follaje)**

El total de alimento consumido durante todo el ensayo fue de 51.53 Kg (113.36 lb, 1.13 quintales). Basándose en lo utilizado de cada materia prima y el precio de compra de cada una de ellas, se obtiene el gasto total real:

**Maíz amarillo:** Para un quintal se utilizaría 52.55 lb (23.87 Kg, 0.53 quintales), pero si se utilizó 1.13 quintales de alimento entonces se utilizaron 59.38 lb (26.99 Kg) de maíz. El quintal costó \$18.00

Es decir el precio de lo que se mezcló al concentrado es de \$10.68

Los cálculos utilizados para obtener el precio del maíz, se utilizaron también para estimar el precio de las demás materias primas de todos los tratamientos (Anexo 3).

Los costos de cada materia prima, se obtuvieron en base a los precios de compra, y a lo utilizado para elaborar la cantidad de alimento que se ofreció durante todo el ensayo (Cuadro A-16).

#### **4.1.7.3 Costo de T3 (tratamiento alternativo con 10% adición de follaje)**

El total de alimento consumido durante todo el ensayo fue de 51.53 Kg (113.36 lb ó 1.13 quintales). Los costos de cada materia prima, también se obtuvieron en base a los precios de compra, y a lo utilizado para elaborar la cantidad de alimento que se ofreció durante todo el ensayo (Cuadro A-17). El valor económico de las hojas, es añadido al costo de mano de obra en el presupuesto parcial.

#### **4.1.7.4 Costo de T4 (tratamiento alternativo con 20% adición de follaje)**

El total de alimento consumido durante todo el ensayo fue de 52.85 Kg (116.27 lb ó 1.16 quintales). El precio de cada materia prima, se obtuvo de la misma manera que los tratamientos anteriores (Cuadro A-18). El valor económico de las hojas, es añadido al costo de mano de obra en el presupuesto parcial.

#### 4.1.7.5 Datos del ensayo

Los costos que varían para este caso, son los precios de los concentrados de cada tratamiento, y la mano de obra para la elaboración de los concentrados, ya que los demás precios son los mismos en cada tratamiento (Cuadro A-19).

#### 4.1.7.6 Presupuesto parcial

Se realizó un ajuste del 20% de los rendimientos a cada tratamiento, multiplicando los rendimientos por 0.20 como se observa en el cuadro 13, y estimando los beneficios brutos de campo en base al precio de venta del huevo en el mercado. Los beneficios netos se obtuvieron por la diferencia de los beneficios brutos de campo y los costos que varían.

**Cuadro 13.** Presupuesto parcial

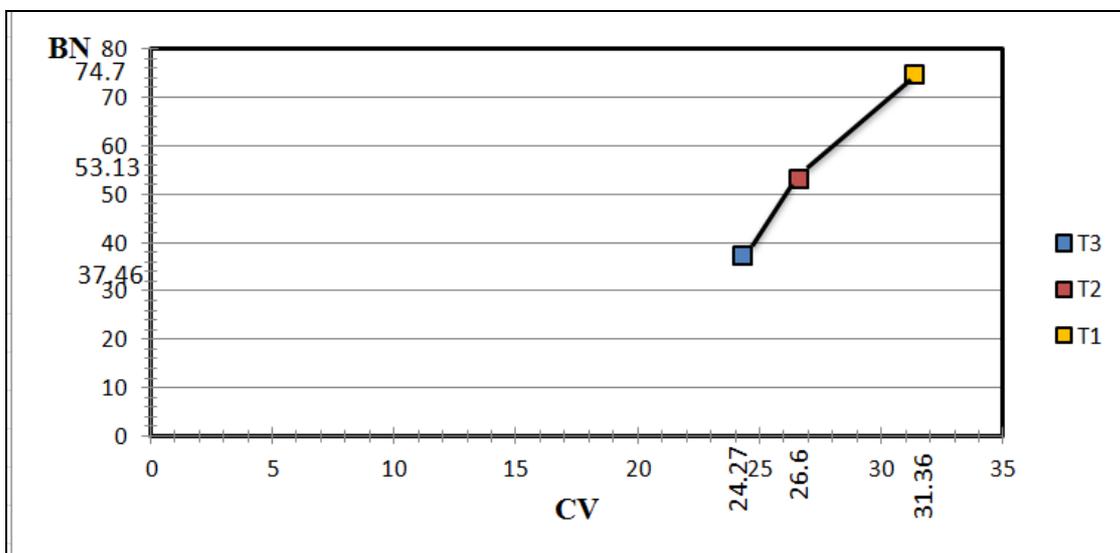
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Rendimiento (# huevos)	1591.00	1196.00	926.00	712.00
Rend. ajustados (20%) ( # huevos)	1272.80	956.80	740.80	569.60
<b>BBC (\$)</b>	<b>106.06</b>	<b>79.73</b>	<b>61.73</b>	<b>47.47</b>
Costo de concentrado (\$)	31.36	24.6	22.27	20.17
Costo mano de obra	0.00	2.00	2.00	2.00
<b>CV (\$)</b>	<b>31.36</b>	<b>26.60</b>	<b>24.27</b>	<b>22.17</b>
<b>BN parcial</b>	<b>74.70</b>	<b>53.13</b>	<b>37.46</b>	<b>25.30</b>

#### 4.1.7.7 Análisis de dominancia

Para el análisis de dominancia, los tratamientos se ordenaron de menor a mayor costo que varían, colocando a la par su beneficio neto. El tratamiento dominado es el 4, por tener los beneficios netos más bajos de 25.30 (Cuadro A- 20).

#### 4.1.7.8 Curva de beneficios netos

El tratamiento 4, queda fuera de la curva de beneficios netos como se observa en la figura 6, por ser el tratamiento dominado.



**Figura 6.** Curva de beneficios netos de los tratamientos no dominados.

El tratamiento 1, respecto a los demás tratamientos, obtuvo los mayores beneficios netos de 74.70, seguido de los tratamiento 2 y 3 respectivamente.

#### 4.1.7.9 Tasa de retorno marginal

Para la tasa de retorno marginal de T3 y T2, se obtuvo 672.53% es decir \$6.72; por lo tanto por cada dólar invertido en pasar del T3 al T2, se espera recobrar el dólar invertido más \$6.72 adicional. Y para la tasa de retorno marginal del T2 y T1, se obtuvo 453.15% es decir \$4.53, por lo tanto por cada dólar invertido en pasar del T2 al T1, se espera recobrar el dólar más \$4.53 adicional (Anexo 4).

## 5. CONCLUSIONES

1. Los tratamientos no limitaron el consumo de alimento en las codornices, ya que no existen diferencias significativas entre ellos.
2. El consumo de hojas de madrecaao y tihuilote, no afectó la variable de mortalidad
3. Las variables conversión alimenticia, porcentaje de postura y producción de huevos, fueron mejores en las codornices que consumieron el alimento del tratamiento con concentrado comercial, mientras que los tratamientos alternativo con 10% y 20% de inclusión de follaje, mostraron una conversión y producción menores.
4. El porcentaje de huevos rotos fue mínimo, resultado del cuidadoso manejo de ellos durante el ensayo.
5. El factor enfermedad, influyó en los resultados obtenidos en las variables estudiadas, debido a la presencia de coccidiosis durante todo el desarrollo del ensayo.
6. El tratamiento con mejor beneficio neto parcial, fue el tratamiento uno, con concentrado comercial con \$74.70; seguido del tratamiento dos con concentrado alternativo, sin adición de follaje, con \$53.13, y por último el tratamiento con concentrado alternativo, con 10% de inclusión de follaje, con \$37.46; seguido del tratamiento cuatro, con concentrado alternativo con 20% de adición de follaje, con \$25.30 de beneficio neto parcial.

## 6. RECOMENDACIONES

1. Para productores en pequeña escala, se recomienda utilizar el tratamiento comercial (T1), ya que presentó mejor conversión alimenticia, porcentaje de postura y producción de huevos; sin embargo el tratamiento alternativo sin adición de follaje (T2), presentó costos menores, por lo que debe ser considerado para su uso, pero con una producción y conversión menor.
2. Realizar investigaciones futuras, sobre la crianza y producción de codornices de postura, con el uso de los tratamientos alternativos, como alimento desde el período de crecimiento de la codorniz.
3. Para futuras investigaciones, se recomienda aumentar el número de semanas del ensayo, para medir mejor la adaptación del ave al consumo de follaje, en los concentrados y su efecto en la curva de postura.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Arango, GA. 1994. El matarratón: Leguminosa forrajera arbórea estratégica en los programas de alimentación de ganaderías tropicales Colombianas (en línea). Consultado 28 feb. 2014. Disponible en: <http://190.60.31.203:8080/jspui/bitstream/123456789/3878/1/099.pdf>
2. Araque, C; Arrieta, G; Sánchez, A; Sandoval, E. 2002. Efecto de la edad del rebrote y tasa de crecimiento del matarratón (*Gliricidia sepium*) sobre su bromatología y minerales (en línea). Consultado 28 feb. 2014. Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S079872692002000200004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S079872692002000200004&script=sci_arttext)
3. Araque, C; Quijada, T; Aubeterre, R; Páez, L; Sánchez, A; Espinoza, F. 2006. Bromatología del matarratón (*Gliricidia sepium*) a diferentes edades de corte en Urachiche, estado Yaracuy, Venezuela (en línea). Consultado 28 feb. 2014. Disponible en: [http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/ZootecniaTropical/zt2404/arti/araque\\_c.htm](http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2404/arti/araque_c.htm)
4. Barbado, JL. 2004. Cría de Codornices (en línea). Consultado 10 ago. 2012. Disponible en: <http://books.google.com.sv/books?id=pl7ITUDgLBYC&printsec=frontcover&dq=cria+de+codornices&hl=es&sa=X&ei=NQ6XUNTrlabq0AHlglGIDw&ved=0C8Q6AEwAQ#v=onepage&q=cria%20de%20codornices&f=false>
5. Barrance, A (*et al*). 2003. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas (en línea). Consultado 01 feb. 2013. Disponible en: <http://books.google.com.sv/books?id=q0NAQAIAAJ&pg=PA1039&dq=cordia+dentata&hl=es&sa=X&ei=KNwRUeeSMou88wTVwIDwBQ&ved=0CDIQ6AEwAQ#v=onepage&q=cordia%20dentata&f=false>
6. Benavides, JE. 1994. Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central (en línea). Consultado 20 oct. 2012. Disponible en: <http://books.google.com.sv/books?id=ORsOAQAIAAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

7. Bonilla Bolaños, O; Díaz Sánchez, O.1998. Elementos básicos para el manejo de animales de granja. Módulo 5 Aves (gallinas, patos, gansos, codornices y pavos). 1 ed. San José, CR. Editorial Universidad Estatal a Distancia. 100 p.
8. Brill ®.1987. Universidad de Kansas, Estados Unidos
9. Calle Díaz, Z; Murgueitio, E. S.f El matarratón: elemento esencial de los paisajes ganaderos tropicales (en línea). Consultado 05 ene. 2013. Disponible en: [http://proyectosfedegan.co/carta/cartafedegan/103/por%20secciones/CF\\_103%20ambiente.pdf](http://proyectosfedegan.co/carta/cartafedegan/103/por%20secciones/CF_103%20ambiente.pdf)
10. Centro de Educación a Distancia. 2014. Período de Postura (en línea). Consultado 26 feb. 2014. Disponible en: [http://www.agro.uba.ar/agro/ced/aves/huevos/clases/clase\\_8\\_1.htm#calidad](http://www.agro.uba.ar/agro/ced/aves/huevos/clases/clase_8_1.htm#calidad)
11. Cordero Salas, RO. 2012. Especies menores: Codornices (en línea). Consultado 21 oct. 2013. Disponible en: [http://repositorio.uned.ac.cr/multimedias/manejo\\_animales\\_granja/documentos/modulo\\_codorniz.pdf](http://repositorio.uned.ac.cr/multimedias/manejo_animales_granja/documentos/modulo_codorniz.pdf)
12. Cortez Meléndez, AM; Pérez López, del Carmen A. 2011. Diseño de un Plan de Negocios para aplicar al financiamiento del fomilenio en las granjas dedicadas a la Cría de Codornices del Municipio de Nueva Concepción, Chalatenango. Tesis Lic. Chalatenango, SV. Universidad de El Salvador. 11-12 p.
13. Cuca García, Manuel. 2014. Estudios recientes con calcio en gallinas de postura (en línea). Consultado 22 feb. 2014. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/articulos/estudios-recientes-con-calcio-t298/141-p0.htm>
14. Cumpa Gavidia, M. 1995. CRIANZA Y MANEJO DE CODORNICES (en línea). Consultado 23 ene. 2014. Disponible en: <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20DE%20CRIANZA%20DE%20CODORNIZ%2010-09-2009.pdf>
15. Curso de Alimentos y Alimentación: Material de apoyo para la resolución de problemas de evaluación del valor nutritivo de los alimentos para los animales (en línea). 2011. Consultado 23 ene. 2014. Disponible en: <http://www.vet.unicen.edu.a>

r/html/Areas/Alimentos%20y%20Alimentacion/Documentos/2011/Material%20apoyo%20clase%20te%C3%B3rico%20pr%C3%A1ctica%20valor%20nutritivo.pdf

16. ENA (Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñónez"). 2005. Crianza de la Codorniz Doméstica. La libertad, SV. 5, 7-11 p.
17. FAO. 2013. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe (en línea). Consultado 18 dic. 2012. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/conozca-fao/que-hace-fao/estadisticas/composicionalimentos/búsqueda/?clave=J023>
18. FUDESRI-Nicarao. S.f. Concentrado casero para alimentación de aves de patio en 5 comunidades de Rivas (en línea). Consultado 25 feb. 2014. Disponible en: [http://www.funica.org.ni/docs/product\\_ani\\_05.pdf](http://www.funica.org.ni/docs/product_ani_05.pdf)
19. García Villatoro, JZ; Guardado Choto, DE; Ramírez Cerritos, SG. 1990. Evaluación de la harina de hojas de madrecaao (*Gliricidia sepium*), en la alimentación de pollos de engorde. Tesis Ing. San Salvador, SV. Universidad de El Salvador. 22-26 p.
20. García, AE; Abadia, B; Barahona, R; Sánchez, S. 2009. Caracterización fitoquímica de factores antinutricionales en las hojas de uvito (*Cordia dentata*) (en línea). Consultado 25 feb. 2014. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012202682009000100010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012202682009000100010&script=sci_arttext)
21. Gómez, ME (*et al*). 2002. Árboles y Arbustos Forrajeros Utilizados en Alimentación Animal como Fuente Proteica (en línea). Consultado 23 feb. 2014. Disponible en: [http://190.60.31.203:8080/jspui/bitstream/123456789/664/1/20061024152517\\_Arboles%20y%20arbustos%20%20forrajeros%20alimentacion%20animal.pdf](http://190.60.31.203:8080/jspui/bitstream/123456789/664/1/20061024152517_Arboles%20y%20arbustos%20%20forrajeros%20alimentacion%20animal.pdf)
22. Gueño, Y. 2011. ALIMENTACIÓN DE AVES: GALLINAS PONEDORAS Y POLLOS DE ENGORDE (en línea). Consultado 25 feb. 2014. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/47363391/ALIMENTACION-GALLINAS-PONEDORAS-Y-POLLOS-DE-ENGORDE>
23. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2011. Anuario de Estadísticas Agropecuarias 2010-2011 (en línea). Consultado 12 oct. 2012. Disponible en:

[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:cayHyCqo8T8J:www.mag.gob.sv/index.php?option%3Dcom\\_phocadownload%26view%3Dcategory%26download%3D247:anuario-estadistico-2010-2011%26id%3D14:anuarios-agropecuarios%26Itemid%3D224+anuario+estadistico+ministerio+de+agricultura&hl=es&gl=sv](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:cayHyCqo8T8J:www.mag.gob.sv/index.php?option%3Dcom_phocadownload%26view%3Dcategory%26download%3D247:anuario-estadistico-2010-2011%26id%3D14:anuarios-agropecuarios%26Itemid%3D224+anuario+estadistico+ministerio+de+agricultura&hl=es&gl=sv)

24. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Proyecto CENTA-FAO-HOLANDA). 2002. Mejoramiento de las Aves de Traspatio (CD-ROOM). La Libertad, SV. 1 CD-ROOM
25. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Proyecto CENTA-FAO-HOLANDA). 1998. Cómo Mejorar la Crianza Doméstica de Aves (CD-ROOM). Libertad, SV. 1 CD-ROOM
26. Manóche Paraguacuto, del Valle E. 2006. Evaluación de Alimentos Concentrados Comerciales y Densidad de Aves en la Producción de Huevos de Codornices (*Coturnix coturnix japónica*). Tesis Ing. Maturín, VE. Universidad de Oriente. 9-10 p.
27. Martínez, ML; Ballester, LA. 2004. Cría de Codornices. Pequeños Emprendimiento Rentables (en línea). Consultado 26 jul. 2012. Disponible en: <http://books.google.com.sv/books?id=mhDgQYmpCtgC&printsec=frontcover&dq=codornices&source=bl&ots=leQVrETLyO&sig=cryBijNgGFMC605oa1OIIAGDT0&hl=es&sa=X&ei=AuL1T7LJMYqQ9QSgqrmKBw&ved=0CDIQ6AEwAA#v=onepage&q=codornices&f=false>
28. Ministerio de Economía. 2009. IV Censo Agropecuarios 2007-2008. Resultados Nacionales (CD-ROOM). San Salvador, SV. 1 CD-ROOM
29. NRC (National Research Council). 1994. Nutrient Requirements of Poultry (en línea). Consultado 3 set. 2012. Disponible en: [http://www.nap.edu/openbook.php?record\\_id=2114&page=44](http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=2114&page=44)
30. Padilla Álvarez, F; Cuesta López, AE. 2003. Zoología Aplicada (en línea). Consultado 25 jul. 2012. Disponible en: [http://books.google.com.sv/books?id=isqKkb\\_ujccC&printsec=frontcover&dq=zoologia+aplicada&hl=es&sa=X&ei=FRKXUJmIDJOe8gTetlC4BA&ved=0CCwQ6AEwAA](http://books.google.com.sv/books?id=isqKkb_ujccC&printsec=frontcover&dq=zoologia+aplicada&hl=es&sa=X&ei=FRKXUJmIDJOe8gTetlC4BA&ved=0CCwQ6AEwAA)

31. Palomino Aguirre, S. 2004. Granja integral autosuficiente (en línea). Consultado 04 feb. 2013. Disponible en: [http://books.google.com.sv/books?id=r\\_UteWRobqkC&printsec=frontcover&dq=granja+integral+autosuficiente&hl=es&sa=X&ei=8LERUbOPBJSI9gTukoCgBA&ved=0CC0Q6AEwAA#v=onepage&q=codorniz&f=false](http://books.google.com.sv/books?id=r_UteWRobqkC&printsec=frontcover&dq=granja+integral+autosuficiente&hl=es&sa=X&ei=8LERUbOPBJSI9gTukoCgBA&ved=0CC0Q6AEwAA#v=onepage&q=codorniz&f=false)
32. Programa de Investigación de Sistemas Agropecuarios. 2013. COCCIDIOSIS: CONTROL Y TRATAMIENTO EN AVES COMERCIALES (en línea). Consultado 23 ene. 2014. Disponible en: [http://www.avicultura.com.mx/uploads/temp/Articulo\\_Coccidiosis\\_control\\_y\\_tratamiento\\_en\\_aves\\_comerciales%2881%29.pdf](http://www.avicultura.com.mx/uploads/temp/Articulo_Coccidiosis_control_y_tratamiento_en_aves_comerciales%2881%29.pdf)
33. Rodríguez, FO. 2006. Cría de Codornices para Pequeños Emprendedores. Manual teórico-práctico para el manejo comercial de la codorniz (en línea). Consultado 25 jul. 2012. Disponible en: [http://books.google.com.sv/books?id=RC Eim2Al8QkC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.sv/books?id=RC Eim2Al8QkC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
34. Rovid Spickler, A; Roth, JA; Galyon, J; Lofstedt, J; Lenardón, MV. 2010. Enfermedades Emergentes y Exóticas de los Animales (en línea). Consultado 23 ene. 2014. Disponible en: [http://books.google.com.sv/books?id=s1R6wsyeT4IC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q=coccidiosis&f=false](http://books.google.com.sv/books?id=s1R6wsyeT4IC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q=coccidiosis&f=false)
35. Secretaría de Fomento Agropecuario. 2009. Estudio sobre codorniz baja California (en línea). Consultado 2 set. 2012. Disponible en: [http://www.oeidrusbc.gob.mx/oeidrus\\_bca/biblioteca/Estudios/Pecuarios/DOCUMENTO%20CODORNIZ.pdf](http://www.oeidrusbc.gob.mx/oeidrus_bca/biblioteca/Estudios/Pecuarios/DOCUMENTO%20CODORNIZ.pdf)
36. Serratos Vidrio, A; Hernández Amaya, A. 2012. Gallina Productora de Huevo para Plato (en línea). Consultado 24 feb. 2014. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:rbnUSp9NW6wJ:ftp://fmvz.uat.edu.mx/aves/Unidad%2520V%2520Gallinas%2520productoras%2520de%2520huevo%2520para%2520plato.doc+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=sv>

37. Universidad San Juan Bautista. S.f. La Cría de Codornices (en línea). Consultado 30 ago. 2012. Disponible en: <http://www.slideshare.net/CSSMAV/presentacion-de-codorniz>.
38. Vásquez Romero, RE; Ballesteros Chavarro, HH. 2007. La Cría de Codornices (en línea). Consultado 23 ago. 2012. Disponible en: <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/CodornicesNo1.pdf>
39. Vásquez, P; Rosso, L.1996. Evaluación de la harina de matarratón (*Gliricidia sepium*) sobre la ganancia de peso de cerdos en crecimiento (en línea). Consultado 28 feb. 2014. Disponible en: [http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/ZootecniaTropical/zt1401/texto/evaluacion.htm](http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt1401/texto/evaluacion.htm)
40. Vílchez Perales, C. 2013. Departamento Académico de Nutrición Facultad de Zootecnia (en línea). Consultado 23 ene. 2014. Disponible en: <http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/fibra-cruda-importancia.html>
41. Vivas Garay, JA. 2008. Toxicología Veterinaria (en línea). Consultado 05 ene. 2013. Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENL74V856.pdf>

## 8. ANEXOS

**Cuadro A-1.** Requerimientos mínimos de proteína de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japónica*)

<b>Etapa</b>	<b>Proteína (%)</b>
Iniciación	30.00
Predesarrollo	26.00
Desarrollo	22.00
Postura	24.00
Engorde	20.00

**Fuente:** Escuela Nacional de Agricultura (ENA), 2005

**Cuadro A-2.** Consumo promedio de la codorniz según la edad

<b>N° de semanas</b>	<b>Diario (g)</b>	<b>Semanal (g)</b>
1	3.00	21.00
2	5.00	35.00
3	8.00	56.00
4	10.00	70.00
5	11.00	77.00
6	14.00	84.00
7	16.00	105.00
8	18.00	126.00
9	20.00	140.00
10	<u>22.00</u>	<u>154.00</u>
<b>Total</b>	<b>127.00</b>	<b>868.00</b>

**Fuente:** ENA, 2005

**Cuadro A-3.** Necesidades nutricionales para codornices

<b>Nutriente</b>	<b>Iniciación y Crecimiento</b>	<b>Postura</b>
Proteína Cruda, %	24.00	20.00
Calcio, %	0.80	2.50
Fósforo, %	0.30	0.35
Lisina,%	1.30	1.00
Metionina,%	0.50	0.45
Cistina-Metionina, %	0.75	0.70
Energía Metabolizable, Kcal/Kg	2900.00	2900.00

**Fuente:** NRC, 1994

**Cuadro A-4.** Cantidad de codornices por metro cuadrado.

<b>Edad</b>	<b>N° de codornices</b>
1 a 7 días	250.00 x m <sup>2</sup>
8 a 14 días	200.00 x m <sup>2</sup>
15 a 25 días	150.00 x m <sup>2</sup>
26 a 40 días	120.00 x m <sup>2</sup>
41 días en adelante	100.00 x m <sup>2</sup>

**Fuente:** ENA, 2005

**Cuadro A-5.** Composición del huevo de codorniz por cada 100g

<b>Componente</b>	<b>Proporción</b>
Agua (g)	74.30
Proteínas (g)	13.00
Grasas (g)	11.10
Cenizas (g)	1.10
Fibra dietética (g)	0.00
Carbohidratos totales (g)	0.50
Carbohidratos disponibles (g)	0.50
Energía (kcal)	154.00
Calcio (mg)	64.00
Fósforo (mg)	226.00
Hierro (mg)	3.70
Ácidos grasos saturados (g)	3.60
Ácidos grasos monoinsaturados (g)	3.90
Ácidos grasos poliinsaturados (g)	0.90
Colesterol (mg)	844.00
Tiamina (mg)	0.13
Riboflavina (mg)	0.79
Niacina (mg)	0.20

**Fuente:** FAO, 2012

**Cuadro A-6.** Toma de pesos de las codornices cada dos semanas

<b>TRATAMIENTO 1</b>		<b>TRATAMIENTO 2</b>		<b>TRATAMIENTO 3</b>		<b>TRATAMIENTO 4</b>	
<b>Número de codornices: 24 *</b>		<b>Número de codornices: 25</b>		<b>Número de codornices: 25</b>		<b>Número de codornices: 25</b>	
	Peso (g)		Peso (g)		Peso (g)		Peso (g)
7° semana	140.00	7° semana	138.00	7° semana	136.00	7° semana	134.00
9° semana	159.00	9° semana	155.00	9° semana	144.00	9° semana	143.00
11° semana	170.00	11° semana	157.00	11° semana	161.00	11° semana	156.00
13° semana	171.00	13° semana *	151.00	13° semana *	158.00	13° semana	163.00
15° semana	159.00	15° semana	154.00	15° semana	149.00	15° semana	150.00
17° semana	161.00	17° semana	149.00	17° semana	158.00	17° semana	154.00
19° semana	171.00	19° semana	152.00	19° semana	165.00	19° semana	160.00
21° semana	186.00	21° semana	169.00	21° semana	149.00	21° semana	156.00
Promedio	164.62	Promedio	153.12	Promedio	152.50	Promedio	152.00

\* Indica una parcela perdida para ese tratamiento, a partir de la semana señalada. T2 y T3 ambas parcelas perdidas el día 4. T1 parcela perdida la semana 7, durante la ambientación al lugar, antes de la fase de transición de alimento

**Cuadro A-7.** ANVA de consumo promedio de alimento

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FCAL</b>	<b>P (0.05)</b>
TRATAMIENTOS	3	193,951.80	64650.60	0.14 <sup>ns</sup>	3.49
BLOQUES	4	926274.75	231568.68	0.50 <sup>ns</sup>	3.26
ERROR	12	5602548.45	466879.03		

**Cuadro A-8.** Consumo promedio de alimento en el ensayo

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>SEMANAS</b>	<b>GRAMOS</b>			
8	3024.00	3150.00	3103.00	3012.00
9	3355.00	3405.00	3495.00	3415.00
10	3546.00	3710.00	3850.00	3845.00
11	3591.00	3655.00	3855.00	3820.00
12	3651.00	3630.00	3815.00	3795.00
13	3621.00	3622.00	3682.00	3770.00
14	3696.00	3556.00	3496.00	3755.00
15	3691.00	3576.00	3486.00	3535.00
16	3686.00	3661.00	3606.00	3685.00
17	3671.00	3651.00	3641.00	3740.00
18	3666.00	3606.00	3651.00	3785.00
19	3656.00	3696.00	3606.00	3840.00
20	3696.00	3696.00	3621.00	3780.00
21	3696.00	3696.00	3401.00	3550.00
<b>TOTAL</b>	<b>50246.00</b>	<b>50310.00</b>	<b>50308.00</b>	<b>51327.00</b>

**Cuadro A- 9.** ANVA de conversión alimenticia

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FCAL</b>	<b>P (0.05)</b>
TRATAMIENTOS	3	60.21	20.07	6.54*	3.49
BLOQUES	4	7.49	1.87	0.70 <sup>n<sup>s</sup></sup>	3.26
C <sub>1</sub>	1	28.72	28.72	9.36*	4.75
C <sub>2</sub>	1	19.18	19.18	6.25*	4.75
C <sub>3</sub>	1	12.30	12.30	4.01 <sup>n<sup>s</sup></sup>	4.75
ERROR	12	36.80	3.07		

**Cuadro A-10.** Conversión alimenticia

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>SEMANAS</b>				
8	5.04	5.53	13.49	27.38
9	4.09	4.08	9.71	19.51
10	2.91	4.58	5.92	21.36
11	2.73	3.97	5.51	7.35
12	2.85	4.38	5.30	5.93
13	3.12	5.17	4.44	7.39
14	3.13	3.56	5.46	4.22
15	3.00	5.11	5.71	6.31
16	3.21	4.07	5.46	6.14
17	3.06	4.01	4.67	5.50
18	2.82	4.94	5.62	6.88
19	2.92	4.11	4.74	6.00
20	2.87	4.15	4.36	4.91
21	2.72	3.66	5.00	7.40
<b>TOTAL</b>	<b>3.07</b>	<b>4.25</b>	<b>5.53</b>	<b>7.03</b>

**Cuadro A-11.** ANVA de porcentaje de postura

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FCAL</b>	<b>P (0.05)</b>
TRATAMIENTOS	3	4,093.94	1364.65	35.40*	3.49
BLOQUES	4	51.95	12.99	0.34 <sup>ns</sup>	3.26
C <sub>1</sub>	1	2988.92	2988.92	77.53*	4.75
C <sub>2</sub>	1	862.85	862.85	22.38*	4.75
C <sub>3</sub>	1	242.16	242.16	6.28*	4.75
ERROR	12	462.54	38.55		

**Cuadro A-12.** Porcentaje de postura

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>SEMANAS</b>	<b>%</b>			
8	38.09	33.14	14.29	5.71
9	50.00	50.29	22.29	10.86
10	72.61	49.71	37.71	9.14
11	74.40	56.57	41.71	29.14
12	72.61	45.71	40.57	32.57
13	70.23	42.69	49.71	30.29
14	69.64	60.12	39.29	49.14
15	68.45	44.05	36.90	31.43
16	67.26	57.14	39.88	33.71
17	69.04	54.76	44.64	36.57
18	73.21	46.43	38.69	30.86
19	70.83	51.79	47.02	38.29
20	74.40	49.40	48.21	40.57
21	76.19	59.52	42.86	28.57
<b>TOTAL</b>	<b>67.74</b>	<b>50.04</b>	<b>38.74</b>	<b>29.06</b>

**Cuadro A-13.** Porcentaje de huevos rotos

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>SEMANAS</b>	<b>%</b>			
8	1.56	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	2.56	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	5.00	0.00	3.51
13	0.00	1.37	1.18	1.89
14	0.00	0.99	0.00	0.00
15	0.00	2.70	8.06	1.82
16	1.77	4.17	1.49	3.39
17	0.00	1.09	0.00	3.13
18	0.00	1.28	4.62	1.85
19	1.68	0.00	0.00	1.49
20	0.80	0.00	0.00	1.41
21	0.00	1.00	0.00	4.00
<b>TOTAL</b>	<b>0.38</b>	<b>1.25</b>	<b>1.19</b>	<b>1.83</b>

**Cuadro A-14.** ANVA de producción de huevos

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FCAL</b>	<b>P (0.05)</b>
TRATAMIENTOS	3	84,073.60	28024.53	19.94*	3.49
BLOQUES	4	1.00	0.25	0.00 <sup>n<sup>s</sup></sup>	3.26
C <sub>1</sub>	1	60929.07	60929.07	43.36*	4.75
C <sub>2</sub>	1	18650.13	18650.13	13.27*	4.75
C <sub>3</sub>	1	4494.40	4494.4	3.20 <sup>n<sup>s</sup></sup>	4.75
ERROR	12	16862.60	1405.22		

**Cuadro A-15.** Producción de huevos

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>SEMANAS</b>				
8	64	58	25	10
9	84	88	39	19
10	122	87	66	16
11	125	99	73	51
12	122	80	71	57
13	118	73	85	52
14	117	101	66	88
15	116	74	62	55
16	113	96	66	59
17	112	92	75	64
18	119	78	65	56
19	119	87	79	67
20	125	83	81	72
21	128	100	75	50
<b>TOTAL</b>	<b>1584</b>	<b>1196</b>	<b>928</b>	<b>716</b>

**Cuadro A-16.** Precio de materia prima utilizada para el ensayo del T2 (1.13 quintales)

<b>Materia prima</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Maíz	18.00 (quintal)	26.99	10.68
Harina de soya	30.00 (quintal)	15.53	10.25
Pulimento de arroz	18.00 (quintal)	4.11	1.63
Carbonato de calcio	3.00 (quintal)	2.73	0.18
Núcleo	75.00 (quintal)	1.03	1.70
Melaza	0.63 (galón)	0.25 (galones)	0.16
<b>Total (\$) 24.60</b>			

**Cuadro A-17.** Precio de materia prima utilizada para el ensayo de T3 (1.13 quintales)

<b>Materia prima</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Maíz	18.00 (quintal)	23.95	9.49
Harina de soya	30 .00(quintal)	13.9	9.17
Pulimento de arroz	18.00 (quintal)	4.11	1.63
Carbonato de calcio	3.00 (quintal)	2.55	0.17
Núcleo	75.00 (quintal)	1.03	1.70
Melaza	0.63 (galón)	0.18 (galones)	0.11
<b>Total (\$) 22.27</b>			

**Cuadro A-18.** Precio de materia prima utilizada para el ensayo de T4 (1.16 quintales)

<b>Materia prima</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Maíz	18.00 (quintal)	20.17	7.99
Harina de soya	30.00 (quintal)	12.77	8.43
Pulimento de arroz	18.00 (quintal)	4.22	1.67
Carbonato de calcio	3.00 (quintal)	2.41	0.16
Núcleo	75.00 (quintal)	1.05	1.74
Melaza	0.63 (galón)	0.28 (galones)	0.18
<b>Total (\$) 20.17</b>			

**Cuadro A-19.** Datos del ensayo

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Precio de campo de la codorniz	codorniz adulta	\$1.00
Precio de mercado del huevo	12 huevos	\$1.00
Ajuste del rendimiento	20%	
Precio de vitaminas	1	\$3.22
Precio de vacuna	1	\$2.50
Precio de antibiótico	1	\$11.64
Precio de granza	1 bolsa	\$4.00
Costo de mano de obra	cada tratamiento (2, 3 y 4)	\$2.00
Costo de tratamiento 1	1.12 quintales	\$31.36
Costo de tratamiento 2	1.13 quintales	\$24.60
Costo de tratamiento 3	1.13 quintales	\$22.27
Costo de tratamiento 4	1.16 quintales	\$20.17

**Cuadro A-20.** Análisis de dominancia

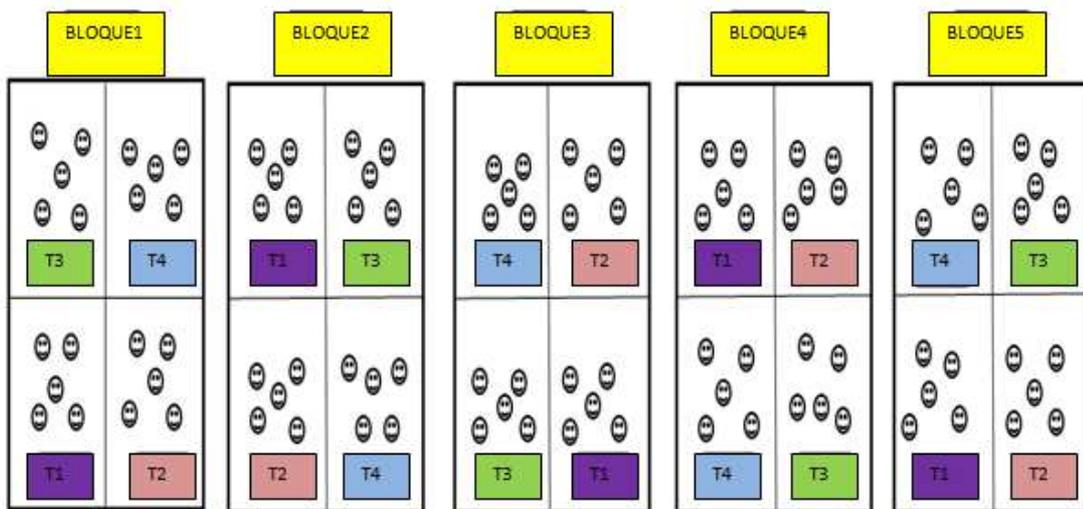
<b>T</b>	<b>CV</b>	<b>BN</b>
<b>T4</b>	22.17	25.30 <b>D</b>
<b>T3</b>	24.27	37.46
<b>T2</b>	26.60	53.13
<b>T1</b>	31.36	74.70



**Figura A-1** Ubicación del proyecto, localizado en la ciudad de Ilopango, El Salvador.



**Figura A-2** Ubicación y conformación de la sala donde se alojaron las codornices.



**Figura A-3** Distribución de tratamientos según el diseño de Bloques Completamente al azar.

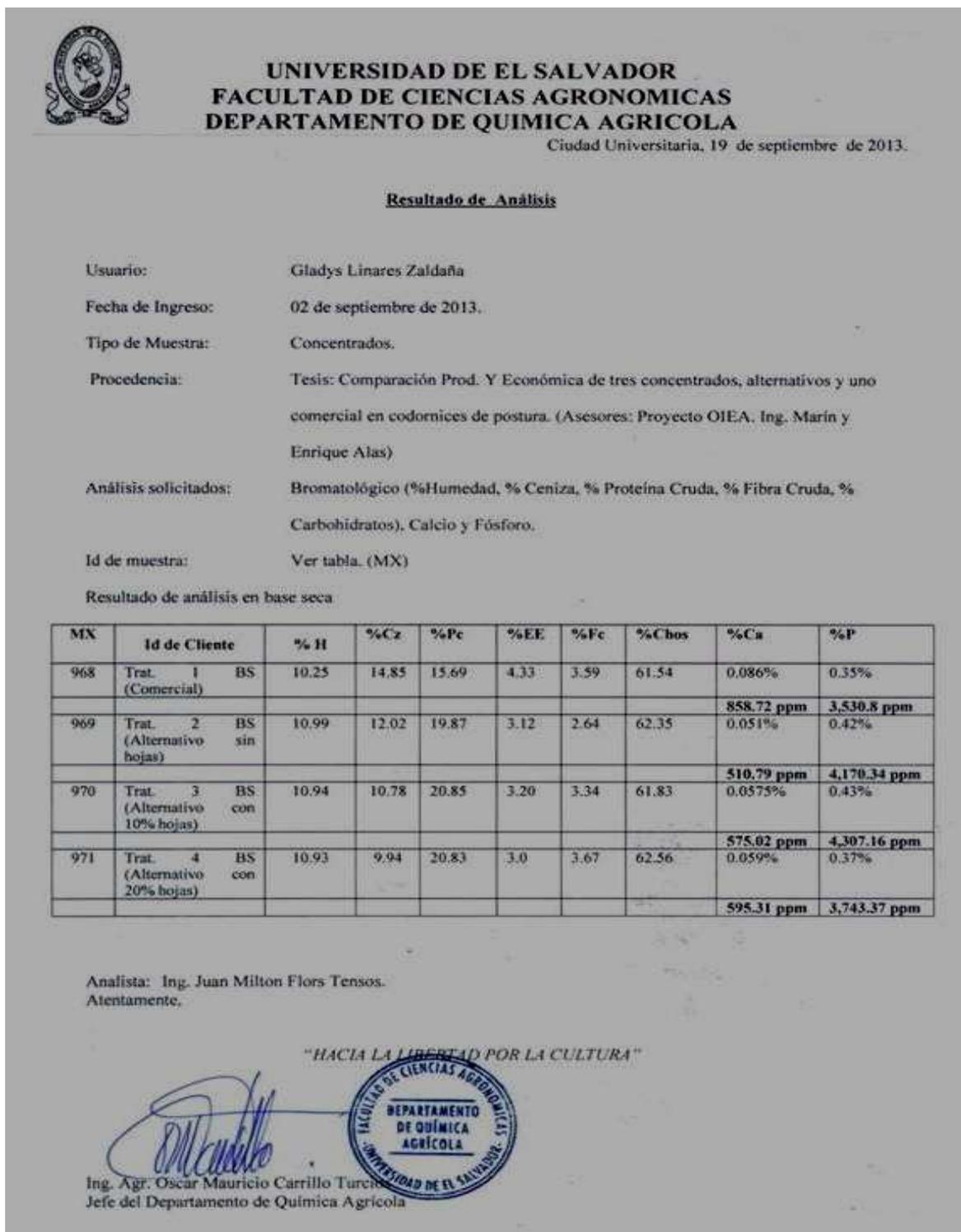


Figura A-4. Resultado de análisis en base seca









## GRAMOS DE HUEVOS PRODUCIDOS

BLOQUE 1			BLOQUE 2			BLOQUE 3			BLOQUE 4			BLOQUE 5		
T1= 5 codornices														
8º		g												
semana	T		semana	T		semana	T		semana	T		semana	T	
9º		g												
semana	T		semana	T		semana	T		semana	T		semana	T	
10º		g												
semana	T		semana	T		semana	T		semana	T		semana	T	
11º		g												
semana	T		semana	T		semana	T		semana	T		semana	T	
12º		g												
semana	T		semana	T		semana	T		semana	T		semana	T	
13º		g												
semana	T		semana	T		semana	T		semana	T		semana	T	
14º		g												
semana	T		semana	T		semana	T		semana	T		semana	T	
15º		g												
semana	T		semana	T		semana	T		semana	T		semana	T	
16º		g												
semana	T		semana	T		semana	T		semana	T		semana	T	
17º		g												
semana	T		semana	T		semana	T		semana	T		semana	T	
18º		g												
semana	T		semana	T		semana	T		semana	T		semana	T	
19º		g												
semana	T		semana	T		semana	T		semana	T		semana	T	
20º		g												
semana	T		semana	T		semana	T		semana	T		semana	T	
21º		g												
semana	T		semana	T		semana	T		semana	T		semana	T	







## PORCENTAJE DE HUEVOS ROTOS

BLOQUE 1			BLOQUE 2			BLOQUE 3			BLOQUE 4			BLOQUE 5							
T1= 5 codornices			T1= 5 codornices			T1= 5 codornices			T1= 5 codornices			T1= 5 codornices							
<b>8° semana</b>	Día	# huevos	<b>8° semana</b>	Día	# huevos	<b>8° semana</b>	Día	# huevos	<b>8° semana</b>	Día	# huevos	<b>8° semana</b>	Día	# huevos					
	1				1					1				1			1		
	2				2					2				2			2		
	3				3					3				3			3		
	4				4					4				4			4		
	5				5					5				5			5		
	6				6					6				6			6		
	7				7					7				7			7		
T			T			T			T			T							
<b>9° semana</b>	Día	# huevos	<b>9° semana</b>	Día	# huevos	<b>9° semana</b>	Día	# huevos	<b>9° semana</b>	Día	# huevos	<b>9° semana</b>	Día	# huevos					
	1				1					1				1			1		
	2				2					2				2			2		
	3				3					3				3			3		
<b>10° semana</b>	Día	# huevos	<b>10° semana</b>	Día	# huevos	<b>10° semana</b>	Día	# huevos	<b>10° semana</b>	Día	# huevos	<b>10° semana</b>	Día	# huevos					
	4				4					4				4			4		
	5				5					5				5			5		
	6				6					6				6			6		
<b>11° semana</b>	Día	# huevos	<b>11° semana</b>	Día	# huevos	<b>11° semana</b>	Día	# huevos	<b>11° semana</b>	Día	# huevos	<b>11° semana</b>	Día	# huevos					
	1				1					1				1			1		
	2				2					2				2			2		
	3				3					3				3			3		
	4				4					4				4			4		
	5				5					5				5			5		
	6				6					6				6			6		
	7				7					7				7			7		
T			T			T			T			T							
<b>12° semana</b>	Día	# huevos	<b>12° semana</b>	Día	# huevos	<b>12° semana</b>	Día	# huevos	<b>12° semana</b>	Día	# huevos	<b>12° semana</b>	Día	# huevos					
	1				1					1				1			1		

	2			2			2			2			2	
	3			3			3			3			3	
	4			4			4			4			4	
	5			5			5			5			5	
	6			6			6			6			6	
	7			7			7			7			7	
	T			T			T			T			T	
	Día	# huevos												
<b>13° semana</b>	1		<b>13° semana</b>	1		<b>13° semana</b>	1		<b>13° semana</b>	1		<b>13° semana</b>	1	
	2			2			2			2			2	
	3			3			3			3			3	
	4			4			4			4			4	
	5			5			5			5			5	
	6			6			6			6			6	
	7			7			7			7			7	
T		T		T		T		T						
	Día	# huevos												
<b>14° semana</b>	1		<b>14° semana</b>	1		<b>14° semana</b>	1		<b>14° semana</b>	1		<b>14° semana</b>	1	
	2			2			2			2			2	
	3			3			3			3			3	
	4			4			4			4			4	
	5			5			5			5			5	
	6			6			6			6			6	
	7			7			7			7			7	
T		T		T		T		T						

<b>15° semana</b>	Día	# huevos												
	1			1			1			1			1	
	2			2			2			2			2	
	3			3			3			3			3	
	4			4			4			4			4	
	5			5			5			5			5	
	6			6			6			6			6	
7		7		7		7		7						
T		T		T		T		T						
	Día	# huevos												
<b>16° semana</b>	1		<b>16° semana</b>	1		<b>16° semana</b>	1		<b>16° semana</b>	1		<b>16° semana</b>	1	
	2			2			2			2			2	
	3			3			3			3			3	
	4			4			4			4			4	
	5			5			5			5			5	
	6			6			6			6			6	
	7			7			7			7			7	
T		T		T		T		T						
	Día	# huevos												
<b>17° semana</b>	1		<b>17° semana</b>	1		<b>17° semana</b>	1		<b>17° semana</b>	1		<b>17° semana</b>	1	
	2			2			2			2			2	
	3			3			3			3			3	
	4			4			4			4			4	
	5			5			5			5			5	
	6			6			6			6			6	
	7			7			7			7			7	
T		T		T		T		T						







## GRAMOS DE HUEVOS PRODUCIDOS

TRATAMIENTO 

Número de codornices: 25																										
8ª semana			9ª semana			10ª semana			11ª semana			12ª semana			13ª semana			14ª semana			15ª semana					
Toma de pesos			Toma de pesos			Toma de pesos			Toma de pesos			Toma de pesos			Toma de pesos			Toma de pesos			Toma de pesos					
	g	Kg		g	Kg		g	Kg		g	Kg		g	Kg		g	Kg		g	Kg		g	Kg		g	Kg
T			T			T			T			T			T			T			T			T		

## PORCENTAJE DE POSTURA

TRATAMIENTO 

Número de codornices: 25															
8ª semana		9ª semana		10ª semana		11ª semana		12ª semana		13ª semana		14ª semana		15ª semana	
	Número de huevos	Día	Número de huevos	Día	Número de huevos	Día	Número de huevos	Día	Número de huevos	Día	Número de huevos	Día	Número de huevos	Día	Número de huevos
T		T		T		T		T		T		T		T	



**Anexo 2. Observaciones durante el ensayo**

1. El consumo de alimento aumentaba en horas de la tarde, aproximadamente 5:00pm, hacia el anochecer. Probablemente porque la temperatura disminuía.
2. El consumo de agua por todas las codornices era aproximadamente 8 litros diarios.
3. El mayor porcentaje de postura, se daba en horas nocturnas, o finalizando la tarde. Esto era monitoreado por el sonido producido por las hembras al momento de la puesta o luego de esta, y verificando durante el día la cantidad de huevos puestos.
4. En aproximadamente la mitad de la población de cada tratamiento, se observó el canibalismo, quedando desprovistas de plumas en gran parte de su cuerpo.
5. Las codornices sometidas a los tratamientos con follajes, sus deyecciones durante aproximadamente las primeras 2 semanas, eran color verde.
6. Aproximadamente 1.81Kg de hojas verdes, eran necesarias para sacar 0.23Kg de hojas secas y molidas; es decir que para sacar las 2.27Kg de hojas secas, se necesitan 18.18Kg de hojas verdes.
7. La pigmentación de la yema de algunos huevos de los tratamientos alternativos, era amarillo pálido, caso contrario al del tratamiento testigo, por su coloración amarillo intenso.
8. Ninguno de los tratamientos influyó en el sabor de los huevos, ni de su textura interna y externa.
9. El uso de follaje, no produjo efectos visibles de toxicidad en las codornices.

**Anexo 3. Ejemplo de cálculos para estimar precio de materias primas utilizadas en concentrados alternativos**

100 lb-----18.00

1qq-----52.55

59.38-----x-----\$10.68

1.13 -----x-----59.38 lb

**Anexo 4. Cálculos para la tasa de retorno marginal**

T3 y T2:

$$\text{TRMg} = \frac{\Delta \text{BN}}{\Delta \text{CV}} \times 100 \longrightarrow \frac{53.13-37.46}{26.60-24.27} \times 100 \longrightarrow 672.53\% \longrightarrow \$6.72$$

T2 y T1:

$$\text{TRMg} = \frac{\Delta \text{BN}}{\Delta \text{CV}} \times 100 \longrightarrow \frac{74.7-53.13}{31.36-26.60} \times 100 \longrightarrow 453.15\% \longrightarrow \$4.53$$