



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE FITASA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y
CALIDAD DEL HUEVO EN CODORNICES**

Tesis previa a la obtención del
Título de Médico Veterinario
Zootecnista.

AUTORES:

VILLACIS VIVAR LILIANA PAOLA
VIZHCO MINCHALA CRISTÓBAL ISRAEL

DIRECTOR:

DR. DIEGO RODRÍGUEZ SALDAÑA

CUENCA – ECUADOR

2016



RESUMEN

En la presente investigación, se evaluó dos tipos de fitasa (fúngica y bacteriana) sobre la productividad y calidad del huevo en codornices en fase de postura. Llevándose a cabo en la Granja Alejo, en la parroquia Sinincay, sector Cruz Calle. Se utilizó el diseño de Bloques Completamente al Azar (D.B.A) de 6 tratamientos con 10 repeticiones, como análisis funcional, se utilizó la prueba de Duncan al 5%, ANOVA, polinomios ortogonales. Cada unidad experimental alojo 10 codornices, con un total de 600 aves. Los tratamientos fueron: **T1**) Dieta control (dieta normal sin fitasa); **T2**) Dieta control negativo (aplicando la matriz de valores nutricionales sin el uso de fitasa); **T3**) Quantum Blue® sin valor en matriz nutricional para formulación (T1 + enzima On Top 120 g/TM); **T4**) Quantum Blue® con valor en matriz nutricional para formulación (120g/TM); **T5**) Ronozyme NP® sin valor en matriz nutricional para formulación (T1 + enzima On Top 90g/TM); **T6**) Ronozyme NP® con valor en matriz nutricional para formulación (90g/TM). La sistematización de la información se organizó en una base de datos y fueron analizadas en el programa SPSS.

Se obtuvo un efecto significativo ($p < 0,05$) sobre las variables peso de los huevos, grosor de la cáscara, índice de yema e índice morfológico. El peso de los huevos fue mayor para T3 con un promedio de 12,53gr, se observa un mayor grosor de la cáscara en T6 con 0,2636mm, se determinó para el índice de yema un rango de 0,44-0.46%, lo que determinó buena calidad en los tratamientos, el índice morfológico se encontró en un rango de 76,72%-77,57%, manifestando una forma elíptica típica. El mayor ingreso económico, se obtuvo con el T4, alcanzando un B/C de 1,17 USD.

Palabras clave: codorniz, fitasa, producción, huevo.



Abstract

The main purpose of this research is to evaluate two types of phytase (fungal and bacterial) in regards of the productivity and quality of the quail egg on its stance phase. The investigation was made in the Alejo Farm located in Cruz Calle, Sinincay.

The method used was the Bloques Completamente al Azar (D.B.A.) of six treatments with 10 repetitions. As a result of it, we used the Method of Duncan in a 5% which is the combination of ANOVA and orthogonal polynomials. The results working with this method was ten quails for each experimental unit with a grand total of six hundred birds.

The treatments used to prove the success of this research were: T1) Diet Control (normal diet without phytase), T2) Negative Diet Control (application of the nutrition facts matrix without phytase), T3) Quantum Blue without nutrition facts matrix for formulation (T1 + enzyme On Top 120g/TM), T4) Quantum Blue with nutrition facts matrix for formulation (120g/TM), T5) Ronozyme NP without nutrition facts matrix for formulation (T1 + enzyme On Top 90g/TM), and T6) Ronozyme NP with nutrition facts matrix for formulation (90g/TM). All the information of this investigation has been analyzed, organized and systematized under a SPSS.

The supplementation feeding with phytase had a significant effect ($p < 0,05$) over the egg production and quality parameters: weight, shell thickness, yolk and morphological index. Quails fed with phytase using the method T3 had a significant increase in the egg weight with an average of 12,53gr than quails fed under the methods of diet control and negative diet control. Besides that, we could observe a great increase of 0,2636mm on the shell thickness using the method T6, and the yolk index average was between of 0,44%-0,46% as well. Finally, the morphological index average was between of 76,72%-77,57%, and it is considered a typical elliptical shape. These results determined that all the methods practiced work for this variable.

There was not a significant differences ($P > 0,05$) in the following variables: Weekly mortality, accumulative mortality, weekly stance phase, fáfara eggs, bird weight, and yolk color. The higher income was obtained with the T4 reaching a B/C of 1,17 USD.

Key words: Quail, phytase, production, and egg.



Contenido

RESUMEN.....	I
Abstract.....	II
Agradecimiento.....	XVII
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo General.....	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	2
1.2 Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Origen de las codornices	4
2.2 Clasificación taxonómica	4
2.3 Características de la codorniz.....	4
2.3.1 Sistema reproductor de la hembra	6
2.3.2 Los fines zootécnicos de las codornices	6
2.3.3 Condiciones para la crianza de postura	7
2.3.4 Crianza en piso.....	8
2.3.5 Crianza en jaulas.....	9
2.3.6 Manejo de codornices	9
2.3.7 Manejo de las ponedoras.....	12
2.3.8 Producción de los huevos.....	13
2.3.9 Recolección de huevos	13
2.3.10 Características del huevo	14
2.4 Nutrición y alimentación	17
2.5 Nutrición Mineral.....	20
2.5.1 Minerales	20
2.6 Enzimas	23
2.6.1 Sustratos de las Enzimas	24
2.7 Fitato.....	24
2.8 Fitasas.....	26
2.8.1 Importancia del pH.....	28
2.8.2 Fuentes naturales de fitasas	29
	V



2.8.3	Tipos de Fitasa	30
2.8.4	Efectos de la Fitasa	32
2.8.5	Fitاسas en gallinas ponedoras	32
3	MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1	MATERIALES.	34
3.1.1	Biológicos	34
3.1.2	Físicos.....	34
3.1.3	Químicos.....	34
3.1.4	De Oficina.....	34
3.2	MÉTODOS	35
3.2.1	Área de estudio	35
3.2.2	Metodología para la investigación experimental.....	36
3.2.3	Diseño experimental	40
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1	Producción.....	42
4.1.1	Mortalidad semanal.....	42
4.1.2	Postura semanal.....	43
4.1.3	Mortalidad acumulada	44
4.1.4	Postura viable	44
4.1.5	Huevos rotos	44
4.1.6	Huevos fáfara	45
4.1.7	Peso de los huevos.....	47
4.1.8	Peso de las aves	48
4.2	Calidad de Huevo.....	49
4.2.1	Grosor de la cáscara	50
4.2.2	Índice de yema (%)	51
4.2.3	Índice Morfológico (%).....	52
4.3	Relación Beneficio-Costo.....	54
5	CONCLUSIONES.....	55
6	RECOMENDACIONES	56
7	BIBLIOGRAFÍA.....	57
8	ANEXOS.....	63



Lista de Cuadros

Cuadro N° 1. Características de la Codorniz Japonesa (<i>Coturnix coturnix</i> Japónica) (Sánchez R., 2004).....	5
Cuadro N° 2. Diferencia fenotípica en cuanto al color de codorniz macho y hembra (Vásquez, 2008).	11
Cuadro N° 3. Lista de factores que afectan al peso del huevo (Durán, 2009).....	15
Cuadro N° 4. Colores de la cáscara de huevo de codorniz y su característica (Marin, 2011).	15
Cuadro N° 5. Estructuras del huevo de codorniz y sus porcentajes (Marin, 2011)...	16
Cuadro N° 6. Composición mineral del huevo de codorniz (Barbado, 2004).....	17
Cuadro N° 7. Composición de la yema y clara del huevo de codorniz (Barbado, 2004).	17
Cuadro N° 8. Dieta para codorniz desde el primer día hasta alcanzar 5% de postura (Vásquez, 2008).	18
Cuadro N° 9. Requerimientos nutricionales de codornices japonesas en postura (g/ave/día) (Rostagno, 2011).	19
Cuadro N° 10. Condiciones de pH en el tracto gastrointestinal de aves (Rebollar & Mateos, 1999).....	29
Cuadro N° 11. Origen y ubicación de las Fitasas (Méndez, 1998).....	30
Cuadro N° 12. Esquema de bloques al azar.	40
Cuadro N° 13. Tratamientos y unidades experimentales.	41
Cuadro N° 14. Efecto de las fitasas sobre la variable mortalidad semanal.....	42
Cuadro N° 15. Efecto de las fitasas sobre la variable postura semanal.	43
Cuadro N° 16. Efecto de las fitasas sobre la variable producción de huevos.....	44
Cuadro N° 17. Efecto de las fitasas sobre la variable peso de los huevos y peso de las aves.....	43
Cuadro N° 18. Efecto de las fitasas sobre la variable calidad del huevo	44
Cuadro N° 19. Relacion beneficio/costo	544



Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. A: Hembras bien proporcionadas y con el plumaje de color oscuro, completo y brillante. A su vez, el cuello es alargado y tiene la cabeza pequeña. B: Machos, contextura fuerte y bien proporcionada, plumaje completo y en buenas condiciones, las plumas presentan unas tonalidades oscuras y el color canela del pecho, el pico es de coloración negra.	11
Ilustración 2. Curva de producción de huevos según la edad.	12
Ilustración 3. Naturaleza del P contenido en las materias prima.	21
Ilustración 4. Corte longitudinal de un grano de trigo.	25
Ilustración 5. División Política Territorial de la parroquia Sinincay.	35
Ilustración 6. Comportamiento de huevos fárfara en función del tiempo.	46
Ilustración 7. Peso de los huevos (gr) de las aves en estudio.	48
Ilustración 8. Grosor de la cáscara (mm) de los huevos en estudio.	51
Ilustración 9. Índice de yema (%) e índice morfológico (%) en estudio.	53



Lista de Anexos

Anexos 1. Prueba estadística paramétrica: ANOVA, mortalidad semanal.....	63
Anexos 2. Prueba estadística de Duncan: mortalidad semanal.....	64
Anexos 3. Prueba estadística paramétrica: ANOVA, postura semanal.....	70
Anexos 4. Prueba estadística de Duncan: postura semanal.....	71
Anexos 5. Prueba estadística paramétrica: ANOVA, producción.....	78
Anexos 6. Prueba estadística de Duncan: mortalidad acumulada.....	78
Anexos 7. Mortalidad semanal (%) y mortalidad acumulada (%) en estudio.....	79
Anexos 8. Prueba estadística de Duncan: postura viable.....	79
Anexos 9. Postura semanal (%) y postura viable (%) en estudio.....	80
Anexos 10. Prueba estadística de Duncan: huevos rotos.....	80
Anexos 11. Prueba estadística de Duncan: huevos fárfara.....	81
Anexos 12. Huevos rotos (%) y huevos fárfara (%) en estudio.....	81
Anexos 13. Prueba estadística de Duncan: peso de los huevos.....	82
Anexos 14. Prueba estadística de Duncan: peso de las aves.....	82
Anexos 15. Peso de las aves (gr) en estudio.....	83
Anexos 16. Prueba estadística paramétrica: ANOVA, calidad de huevo.....	83
Anexos 17. Prueba estadística de Duncan: grosor de la cáscara.....	84
Anexos 18. Prueba estadística de Duncan: índice de yema.....	84
Anexos 19. Prueba estadística de Duncan: índice morfológico.....	85
Anexos 20. Prueba estadística paramétrica: ANOVA, relación B/C.....	85
Anexos 21. Prueba estadística de Duncan: ingresos.....	86
Anexos 22. Prueba estadística de Duncan: egresos.....	86
Anexos 23. Prueba estadística de Duncan: Relación B/C.....	87
Anexos 24. Fórmula balanceada.....	87
Anexos 25. Perfil nutricional de las dietas.....	88
Anexos 26. Valores de la matriz para Quantum Blue ® para gallina de postura.....	89
Anexos 27. Valores de la matriz Ronozyme NP ® para gallina de postura.....	89
Anexos 28. Manejo experimental de las aves.....	90
Anexos 29. Unidades experimentales.....	91
Anexos 30. Pesaje del alimento.....	91
Anexos 31. Recolección de huevos.....	91



Anexos 32. Recolección de datos.....	92
Anexos 33. Almacenamiento de las muestras.....	92
Anexos 34. Pesaje de las aves en estudio.....	92
Anexos 35. Huevos en fáfara.....	93
Anexos 36. Huevos rotos.....	93



Cláusula de Derechos de Autor



Universidad de Cuenca
Cláusula de derechos de autor

Liliana Paola Villacís Vivar autora de la tesis ***“EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE FITASA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DEL HUEVO EN CODORNICES”***, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de (título que obtiene). El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora

Cuenca, 02 de febrero del 2016.

Liliana Paola Villacís Vivar

C.I: 0924994510



Cláusula de Derechos de Autor

Cristóbal Israel Vizhco Minchala, autor de la tesis "**EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE FITASA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DEL HUEVO EN CODORNICES**", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de (título que obtiene). El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 02 de febrero del 2016.

Cristóbal Israel Vizhco Minchala

C.I: 0105370068



Cláusula de Propiedad Intelectual



Universidad de Cuenca
Cláusula de propiedad intelectual

Liliana Paola Villacís Vivar autora de la tesis ***“EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE FITASA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DEL HUEVO EN CODORNICES”***, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 02 de febrero del 2016.



Liliana Paola Villacís Vivar

C.I: 0924994510



Cláusula de Propiedad Intelectual

Cristóbal Israel Vizhco Minchala, autor de la tesis ***“EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE FITASA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DEL HUEVO EN CODORNICES”***, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 02 de febrero del 2016.

Cristóbal Israel Vizhco Minchala

C.I: 0105370068



El Tribunal de Tesis de Grado

El Tribunal de Tesis de Grado

Certifica

Que el presente trabajo de investigación titulado, ***"EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE FITASA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DEL HUEVO EN CODORNICES"***, realizado por los egresados, Liliana Paola Villacís Vivar y Cristóbal Israel Vizhco Minchala, ha sido correctamente revisado, por lo que queda autorizada su presentación.

Cuenca, 02 Febrero del 2016.

Dr. Fabián Astudillo, Msc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Cornelio Rosales, Msc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Rúben Brito, Msc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



El Tribunal de Tesis de Grado

Certifica

Que el presente trabajo de investigación titulado, "**EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE FITASA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DEL HUEVO EN CODORNICES**", realizado por los egresados, Liliana Paola Villacís Vivar y Cristóbal Israel Vizhco Minchala, ha sido correctamente revisado, por lo que queda autorizada su presentación.

Cuenca, 02 Febrero del 2016.

Dr. Fabián Astudillo, Msc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Cornelio Rosales, Msc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Rúben Brito, Msc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Agradecimiento

Primeramente agradecemos a Dios, por darnos vida, salud y la oportunidad de culminar nuestros estudios, a la Universidad de Cuenca, en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y por su intermedio a la Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por haber permitido nuestra formación como profesionales.

A los Señores: Diego Rodríguez Saldaña M.V.Z., Msc.; Luis Eduardo Ayala Guanga M.V.Z., Msc, PhD y Carlos Santiago Torres Inga Eco., Msc.; quienes de una manera desinteresada, brindaron su conocimiento y experiencia científica para el desarrollo de este trabajo.

Además, nuestro agradecimiento más sincero a los Señores Wilson Vivar, Diana Méndez y Ángel Vizhco por su colaboración y apoyo brindado, para recabar la información requerida para esta investigación.

Liliana y Cristóbal



Dedicatoria

A Dios, por brindarme la sabiduría e iluminación para la realización de esta investigación. A mis padres Carlos y Miriam por ser el motivo de mi existencia y guiar mis pasos. De una manera especial, a mi abuela Amada Barrera, que es una persona muy importante en mi vida, ya que siempre me ha apoyado sin importar la situación en la que nos hemos encontrado y me ha ayudado a superar las pruebas que se han presentado en mi vida. A mi hermana Mayra Villacís, por ser un empuje en mis labores académicas. A mis amigos y demás familiares por su apoyo constante para llegar al alcance de este sueño.

Liliana



Dedicatoria

A mis padres; José Vizhco y Luisa Minchala; por haberme dado la vida, el apoyo incondicional, guiarme a tomar las mejores decisiones y culminar mis estudios, como también, en ayudarme a cuidar a mi hijo con ese cariño verdadero de padres. A todos mis hermanos; especialmente a mi hermano Ángel Vizhco, por el apoyo que me brindo sin recibir algo a cambio, ya que cuando necesitaba de él siempre estaba allí para ayudarme.

A Isabel Chilpe, por ayudarme en mis estudios, en la vida cotidiana, por haberme dado el regalo más hermoso que es nuestro hijo, por estar conmigo en las buenas y en las malas, haberme soportado mis locuras y cuando necesitaba un apoyo, siempre estaba allí para ayudarme a levantarme.

De una manera muy especial; a mi hijo Daniel, por darme las fuerzas cada día, por todos los abrazos, besos y esas palabras dulces como un “Te Quiero Papá”, que me han servido de aliento para seguir adelante y lograr terminar esta investigación.

A mis amigos, Catherine Ulloa, Ismael Rodríguez, Jaime Loja, Carlos Ortuño, por esos malos y buenos momentos llenos de alegrías y malos que hemos pasados dentro y fuera de las aulas, pero siempre estábamos allí para ayudarnos.

Cristóbal



I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento, la producción de huevos y el bienestar de estas aves, dependen en gran parte de la digestibilidad y del suministro de energía y nutrientes; uno de estos nutrientes es el fósforo (P). Este es el tercer componente más costoso en la dieta de las aves. El fósforo interviene en la formación de la matriz orgánica y mineralización del hueso, está presente en los ácidos nucleicos, en los fosfolípidos, los cuales son indispensables para la formación de la membrana celular, la calidad de la cáscara de huevo y la participación en los procesos de intercambio y utilización de la energía (Acosta & Cárdenas, 2006).

El fósforo suele encontrarse presente en altas cantidades en las dietas, sin embargo su asimilación equivale aproximadamente al 33%, mientras que el 67% restante, es desechado en las heces, debido a que se encuentra secuestrado en forma de ácido fítico o fitato (Adeola, Dilger, Onyango, & Jendza, 2005).

El fitato es considerado como un factor antinutricional, debido a su acción quelante sobre cationes divalentes, como Ca, Zn, Fe, y la interacción con proteínas, disminuyendo la biodisponibilidad de ambos tipos de nutrientes (Adeola, Dilger, Onyango, & Jendza, 2005).

Investigaciones realizadas, muestran que la incorporación de enzimas exógenas, como las fitasas en alimentos para aves; permiten incrementar la biodisponibilidad del P en un rango entre 20 a 50 %, y ayuda a disminuir las concentraciones de fósforo en las excretas, hasta en un 50%, disminuyendo el riesgo de polución del medio ambiente (Acosta & Cárdenas, 2006).

A partir de lo expuesto, este proyecto de investigación, fue planteado para evaluar el



efecto de la adición de dos tipos de enzimas fitasas exógenas en dietas para codornices en producción.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la suplementación de dos fitasas exógenas (Quantum Blue® y Ronozyme NP ®) suplementadas en el alimento de codornices en postura sobre la productividad y calidad de huevo.

1.1.2 Objetivos específicos

- Comprobar si existe diferencias significativas entre tratamientos; evaluando los parámetros productivos (% mortalidad semanal, % mortalidad acumulada, % postura semanal, % postura viable, % de huevos rotos, % de huevos en fáfara, peso de los huevos y peso de las aves) y de calidad de huevo (índice morfológico, grosor de la cáscara, índice de yema y color de yema) de la *Coturnix coturnix* japónica al adicionar en su alimentación dos tipos de fitasas.
- Realizar un análisis Beneficio/Costo entre los tipos de fitasas comerciales, en la producción de huevos de codorniz.



1.2 Hipótesis

Los dos tipos de fitasas (Quantum Blue® y Ronozyme NP®) utilizadas en el alimento de codornices en producción, tienen un efecto diferente sobre la productividad y calidad del huevo.



II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen de las codornices

Las codornices son originarias de Europa, Norte de África y Asia. La codorniz europea (*Coturnix coturnix coturnix*) se introdujo en Japón en el siglo XI; donde se cruzó con especies salvajes, dando lugar a la codorniz doméstica. Esta codorniz, se caracteriza por su gran precocidad y elevada productividad y se explota, tanto para la producción de carne como de huevos. La producción intensiva de la codorniz japónica empezó en los años 1920s en Japón, obteniéndose por selección las primeras líneas de huevo (Wakasugi, 1984). Entre los años 1930s y 1950s esta codorniz se introdujo con éxito en América y Europa (Padilla, 2007).

2.2 Clasificación taxonómica

- Reino: Animal
- Phylum: Chordata
- Sub Phylum: Vertebrata
- Clase: Aves
- Subclase: Carinados o Neórnitos
- Orden: Gallinaceas
- Familia: Phasianidae
- Subfamilia: Pernicida
- Género: Coturnix
- Especie: más de 300 especies
- Coturnix coturnix japónica (Flores, 2000).

2.3 Características de la codorniz

La codorniz ofrece un conjunto armónico delimitado por una elipse, cuyas terminales corresponden a cabeza y cola. Esta conformación corresponde a las aves terrestres, que al mismo tiempo son voladoras y que le facilita buscar refugio en el terreno, confundiéndose con su habilidad (Barbado, 2004).



Los caracteres comunes son:

- **Cabeza y cuello:** la cabeza es esbelta y estilizada en la hembra con gran movilidad sobre el cuello y carece de todo tipo de formación cutánea. La cabeza se halla recorrida por dos líneas amarillas, que confluyen en la base del pico. Lateralmente encontramos los ojos vivos y prominentes, de color marrón oscuro y pupila negra, párpados potentes y membrana nictitante bien desarrollada (Barbado, 2004).
- **Tronco:** rechoncho, potente, ancho en el plano medio, profundo con bastante masa muscular, que se asienta sobre la quilla del esternón, está cubierto de plumas largas, con costillas arqueadas, su rabadilla es muy desarrollada, dando lugar a la cloaca (oviducto y recto) (Alvarado, 2009).
- **Extremidades:** sus alas están menos desarrolladas en la hembra, siendo en el macho más finas y estilizadas (Alvarado, 2009).

El macho presenta la garganta de color intenso o marcada con algo de negro en la barbilla. El color canela oscuro llega hasta las mejillas y el abdomen; la hembra; es de color crema claro durante toda su vida. Los machos jóvenes son muy similares a la hembra (cuadro N° 1.) (Ryu, 2012).

Cuadro N° 1. Características de la Codorniz Japonesa (*Coturnix coturnix* Japónica) (Sánchez R., 2004).

Finalidad	Producción de huevos
Tamaño	Macho: 14 – 16 cm; Hembra: 16 – 18 cm.
Peso	Macho: 100 – 130 gr; Hembra: 120 – 150 gr.
Consumo	18 – 22 gr.
Conversión Alimenticia	2,7
Postura	1 – 1,5 huevos diarios 280 – 300 huevos año
Carcasa	70 – 100 gr



La producción de cada 100 aves, oscila entre 80 a 100 huevos diarios, con un promedio de postura del 90% (Sánchez, 2004).

2.3.1 Sistema reproductor de la hembra

Desde el comienzo de su vida, la codorniz posee dos ovarios y dos oviductos. Sin embargo, sólo se desarrolla el ovario y oviducto izquierdo, los otros normalmente se atrofian (Torres, 2002).

2.3.1.1 Ovario

El ovario se ubica en la parte superior de la cavidad abdominal, por delante y debajo de los riñones y se relaciona cranealmente con los pulmones y caudalmente con la molleja (Sánchez, 2004). Pueden encontrarse hasta 300.000 folículos primarios en hembras a la pubertad (Torres, 2002).

2.3.1.2 Oviducto

La conformación de este órgano, es similar a la mayoría de las aves. Se destaca como característica principal, la presencia de glándulas pigmentarias en la vagina, que forman islotes irregulares; estas estructuras determinarán el color y el dibujo de la pigmentación del huevo de la codorniz, como manchas oscuras (Torres, 2002).

Esta característica tiene que ver con la conservación de la especie, porque permite que los huevos puestos en estado silvestre; se camuflen con el nido y tengan menor riesgo de ser comidos por los predadores naturales (Torres, 2002).

2.3.2 Los fines zootécnicos de las codornices

Ofrece cuatro grandes posibilidades:

- Producción de carne;
- Producción de huevo;
- Aprovechamiento de subproductos (pluma, excremento, cama);
- Repoblación de cotos de caza (Quintana, 2011).



2.3.3 Condiciones para la crianza de postura

2.3.3.1 Ubicación de la explotación

El terreno o sitio que se ha de escoger para mantener las codornices, se recomienda que sea plano, poco inundable y que exista un buen sistema de desagüe o drenaje. Que sea de fácil acceso, alejado de basureros o caños, debe poseer agua limpia, fresca y constante para las codornices (Torres, 2002).

2.3.3.2 El galpón

El principal objetivo de esta construcción, es proteger a las aves de los cambios bruscos de temperatura, evitándoles el gasto de energía y, por lo tanto, mejorándoles los parámetros productivos (carne y huevo) (Ryu, 2012).

La construcción ideal de un galpón, debe de tener una pared de bloques de concreto, con un mínimo de 60 a 80 cm de altura, sobre el cual se coloca los horcones de madera (perlings) de 1,20m para una altura total de 1,80m, desde el piso hasta la solera (Sánchez, 2004).

Se recomienda que el piso sea de concreto, de un espesor (5 a 6 cm) que no se quiebre con facilidad y dure por varios años y que además permita efectuar una buena limpieza periódica. El material más recomendable para la cubierta del techo es el zinc corrugado, por su mayor durabilidad y facilidad de colocación. El tipo de galpón se debe de ajustar a la actividad (crianza/producción de huevos) (Sánchez, 2004).

2.3.3.3 Temperatura

Aunque la recomendación es de mantener una temperatura de 18 - 20°C para la etapa de postura, según nuestras conclusiones donde la temperatura ambiental es de 12 - 28°C, puede realizarse la crianza sin problemas, aunque algunos productores utilizan el suministro de calor mediante la energía eléctrica, pero esto conlleva a un incremento en los costos de producción (Ciriaco, 1996).



2.3.3.4 Iluminación

Se ha demostrado que el principal efecto de la luz es el estímulo sobre la pituitaria ocasionando una mayor liberación de gonadotropinas, las que a su vez estimulan el desarrollo ovárico, por lo que solo en una explotación convenientemente planificada se puede hacer uso de un régimen de iluminación especial para elevar los rendimientos productivos (Ciriaco, 1996).

La codorniz rinde más, con 14 o 16 horas de luz al día. Por eso se debe poner luz artificial en forma gradual: 30 minutos en la mañana y en la noche por semana a partir de la sexta semana hasta alcanzar 16 horas de luz. Se debe tener mucho cuidado con esta ampliación de luz para no producir estrés, y esto se logra colocando focos de 200 watts frente a las baterías y la intensidad se puede regular colocando un reloj automático o luxómetro de alta sensibilidad. La intensidad de luz fluctuará entre 10 a 15 lux (Flores, 2000).

2.3.4 Crianza en piso

Este sistema consiste en instalar un corralito circular, aproximadamente de 2,5 metros de diámetro, cuyo tamaño varía de acuerdo con el tamaño del cotupollo BB. Esto se instala en el galpón de crianza de cotupollos BB (Flores, 2000).

Los corralitos se pueden fabricar con cercos de plástico o cartones (nórdex). Dentro de ellos colocar una cama de viruta de 4 – 5 cm. de espesor aproximadamente. Y la altura del corralito debe ser de 50 – 60 cm. Una vez instalada la campana criadora se colocarán los cotupollos en los corralitos y se vigilará para ver que estén distribuidos adecuadamente (Flores, 2000).

La temperatura de la criadora inicialmente y durante los primeros siete días, deben oscilar entre los 35 – 38 °C; desde el inicio de la cuarta semana en adelante ya no se necesita calor, salvo que estén en lugares donde la temperatura ambiente sea inferior a 20 °C, en cuyo caso se mantendrán los 24 – 25 °C (Padilla, 2007).

Para animarlos a beber, se debe usar bebederos para pollos BB de colores brillantes, como rojo, azul, amarillo, etc., particularmente para los primeros días, esto actúa como un estímulo normal para el picoteo (Flores, 2000).



2.3.5 Crianza en jaulas

La mejor forma de criar codornices; es en jaulas ubicadas dentro de un local (galpón). Este alojamiento puede ser diseñado de acuerdo a las diferentes fases de producción que se desea tener y de la disponibilidad económica del productor. Lo más importante es tener en consideración las exigencias de orden fisiológico del animal; con respecto a la temperatura, humedad y ventilación, brindando a las aves un medio adecuado para su normal desarrollo (Ciriaco, 1996).

Las jaulas están construidas con materiales tan resistentes como el acero y el hierro galvanizado, el enrejado es vertical y en el frente se encuentra una puerta accionada que permite una absoluta comodidad al manipular las aves. El piso también está compuesto por una reja metálica, posee un declive de 11 % para lograr que los huevos se deslicen hasta el sostén exterior de cada compartimiento (Sánchez, 2004).

Para hembras dedicadas a la producción de huevos para comercio (es decir, infecundos), la instalación se hará en lotes de 12 – 50 animales; el mayor rendimiento se produce cuando menor es el número de animales en la misma jaula. Lo mejor es poner 10 o 12 animales por jaula (Barbado, 2004).

Se deberá procurar proporcionar a las ponedoras rayos ultravioletas y la mayor luminosidad posible. La temperatura de la nave será de 20 – 22°C y no debe bajar nunca de 19°C (Barbado, 2004). Este sistema no es recomendable en las 2 primeras semanas, ya que no permite una manipulación correcta de los cotupollos (Flores, 2000).

2.3.6 Manejo de codornices

2.3.6.1 Período de inicio (BB de 0 – 15 días)

Esta etapa consiste en la crianza de cotupollos desde el nacimiento hasta los 15 días de edad, 24 horas antes del nacimiento programado, los huevos son trasladados a las nacedoras y aquí deben permanecer otras 24 horas después de la eclosión de los huevos (nacimiento), esto con el objetivo de que su pluma se seque. Durante este periodo viven de sus reservas de vitelo (Padilla, 2007).



El ave recién nacida pesa entre 6 y 7gr; crece rápidamente durante los primeros días. Después de tres días, las plumas de las alas aparecen y el cotupollo completa su cobertura a las cuatro semanas (Torres, 2002).

Los cotupollos deben de recibir alimento ad libitum los primeros 15 días de edad. Durante los primeros, 14 días de vida de las codornices chequee y ajuste las temperaturas y la ventilación del galpón, para evitar condiciones de frío o de calor (Sánchez, 2004).

2.3.6.2 Período de crecimiento (15 – 30 días)

En esta etapa de desarrollo es más sencilla que la anterior. Se consiguen óptimos resultados con una buena atención: dar agua fresca alimento, limpieza permanente, lo más recomendable a nivel industrial es la crianza en piso, pero debe existir seguridad en el galpón. La humedad oscila entre 55 – 60 % y la ventilación es similar a la crianza de inicio. La temperatura tiene que seguir bajando gradualmente hasta llegar a 22°C (Flores, 2000).

2.3.6.3 Selección

El mejor criterio de selección, se basa en el peso de los animales a los 30 días. Las hembras que pesan más de 90gr constituyen, en general excelentes ponedoras. Las hembras de menos de 80gr se desechan si no han mediado circunstancias que justifiquen un retraso en el peso. Para usar este método deben considerarse solo animales de la misma edad y sometidos a las mismas condiciones ambientales (Barbado, 2004).

Los animales que se escojan para reproductores deben tener las siguientes características:

- Hembras: su desarrollo debe ser precoz, bien proporcionado y con el plumaje de color oscuro, completo y brillante. A su vez, el cuello debe ser alargado y la cabeza pequeña (Padilla, 2007).
- Otro dato importante es la presencia de nubilidad en las hembras. Se tomarán las hembras que comienzan a poner antes de los 40 días (aunque huevos infértiles), ya que el interés económico es mayor cuando más precoz sea la ponedora. (Barbado, 2004).

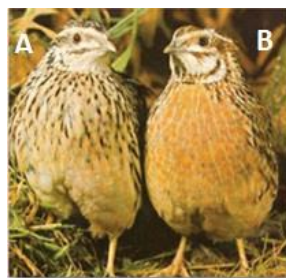
2.3.6.4 Sexaje

El sexaje es la diferenciación sexual basada en las características morfológicas del animal. Las codornices presentan un fenotipo para cada sexo; la codorniz japónica y la Speckled Fawn (codorniz mutada) se pueden sexar a los 21 días de nacidas con 99% de seguridad, pero también se puede realizar a los 17 días, aunque con un margen de error de 15% (Vásquez, 2008). En cuanto a las diferencias fenotípicas (cuadro N° 2.), o de apariencia, figuran las siguientes: el macho presenta la garganta de color canela intenso o marcada con un poco de negro en la barbilla; el color canela oscuro le llega desde las mejillas hasta el abdomen; por su parte, la hembra es de color crema claro durante toda su vida (Vásquez, 2008).

Cuadro N° 2. Diferencia fenotípica en cuanto al color de codorniz macho y hembra (Vásquez, 2008).

Características	Hembra	Macho
Base del pico	Claro	Oscuro- negro
Plumas del pecho	Marrón claro moteado con manchas oscuras	Marrón claro sin moteado
Barbilla	Beige	Canela
Adultos	Cloaca longitudinal	Papila genital

Ilustración 1. A: Hembras bien proporcionadas y con el plumaje de color oscuro, completo y brillante. A su vez, el cuello es alargado y tiene la cabeza pequeña. **B:** Machos, contextura fuerte y bien proporcionada, plumaje completo y en buenas condiciones, las plumas presentan unas tonalidades oscuras y el color canela del pecho, el pico es de coloración negra.



Fuente: Rodríguez, 2006

2.3.6.5 Madurez sexual

Las codornices alcanzan su madurez sexual en muy poco tiempo, los machos alcanzan su madurez sexual a los 35 a 42 días de nacidos y las hembras empiezan la postura a los 40 días de edad. Pasadas 8 semanas alcanzan un peso de 110 – 120 gramos (Ramírez , 2004).

2.3.7 Manejo de las ponedoras

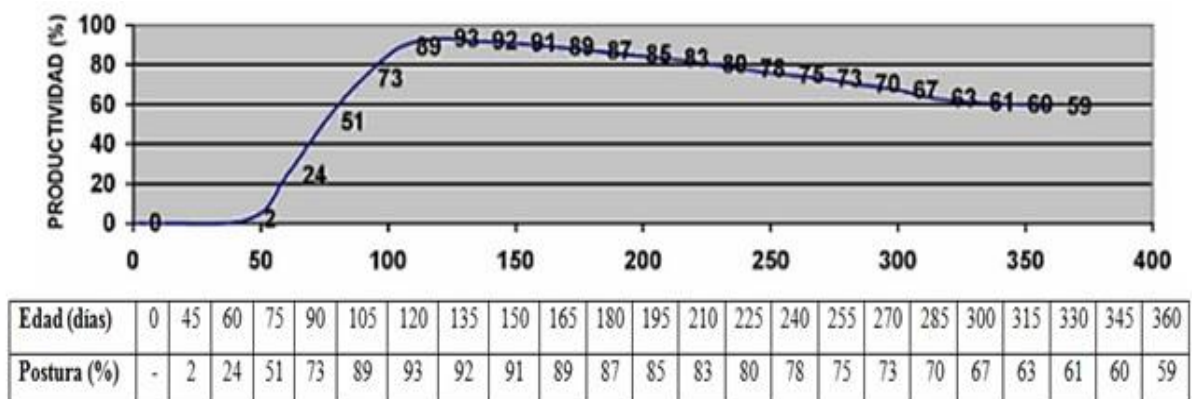
A los 30 días de edad; se selecciona las hembras que van a entrar a postura, trasladándoles a jaulas, permaneciendo aquí hasta el fin de la postura (Ciriaco, 1996).

Es importante mantener a las ponedoras en general, en un lugar cómodo y tranquilo, recordemos que las codornices son ponedoras nocturnas, pero empiezan a poner pasado el mediodía, si se les brinda las condiciones necesarias (Sánchez, 2004).

Las codornices inician su postura aproximadamente a los 45 días de edad y la puesta es de un huevo por día. En cuanto al tiempo de postura puede durar 1 o 2 años. (Ciriaco, 1996).

La codorniz incrementa su producción conforme crece. A los dos meses y medio a tres, la codorniz llega a su pico de postura, es decir, el nivel máximo de puesta de huevo de una ponedora durante su vida productiva. En este pico, una codorniz puede llegar a poner 1 a 2 huevos diarios, manteniendo este nivel de puesta por cuatro a seis semanas. (Rodríguez, 2006).

Ilustración 2. Curva de producción de huevos según la edad.



Fuente: (Rodríguez, 2006).



La curva de producción en las codornices (Ilustración 2), 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% de postura y estabilizándose durante un periodo 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 (Marin, 2011).

La codorniz pone el 80% de huevos hasta los 12 meses como máximo, después de esta edad comercialmente no es conveniente criarlas por no ser rentable, pues la postura disminuye, debido a que el ligamento mesoovario se relaja o se estira (Flores, 2000).

En la producción de huevos infértiles para el consumo, no es necesaria la presencia del macho; siendo incluso mejor la ausencia de éste, ya que los huevos infértiles se conservan mejor al no haber posibilidad de que el embrión comience su desarrollo. Aun así se recomienda, como ya dijimos, la presencia de 4 machos por cada cien hembras, en jaulas aparte, para que con su canto incentiven la postura (Rodríguez, 2006)

2.3.8 Producción de los huevos

Si las condiciones de manejo han sido las recomendadas, las primeras posturas empiezan en la quinta semana e irán aumentando hasta estabilizarse en la décima semana. De aquí en adelante, se espera una producción entre el 80 – 95% durante 12 meses, tiempo después del cual, los animales se destinan al sacrificio y deberán reemplazarse (Torres, 2002).

2.3.9 Recolección de huevos

Debido a que las aves no ponen a la misma hora; se puede realizar hasta tres colecciones diarias, pero es recomendable solo 2 veces, una en la mañana y otra por la tarde. Los huevos son pequeños y de cáscara fina, por lo que es necesario manipularlos con precaución (Ciriaco, 1996). Los huevos muy sucios o muy contaminados con heces es mejor descartarlos y no lavarlos porque se pueden contaminar con el lavado. Eliminar a los huevos rajados o rotos (Sánchez, 2004).



El cuarto de almacenamiento de los huevos debe estar limpio. La temperatura y humedad de almacenaje es fundamental. Hay que tratar de respetar las siguientes condiciones de almacenamiento:

- Entre 1 y 3 días: 18 a 20 °C, 75 % de humedad;
- Entre 4 y 7 días: 13 a 15 °C, 78 % de humedad;
- Entre 8 y 14 días: 10 a 12 °C, 80-85 % de humedad (Sánchez, 2004).

Con el fin de hacer un seguimiento de la postura, se debe estimar la recolección diaria entre 70% y 90% de huevos de las aves que estén en postura, teniendo en cuenta que este porcentaje varía de acuerdo con la edad de los animales (Marin, 2011).

2.3.10 Características del huevo

2.3.10.1 Forma

El huevo es de forma ovoide en el 80% de los casos y excepcionalmente adquiere formas alargadas, redondeadas o tubulares, que en general son debidas a deficiencias en alguna de las partes del aparato genital y deben descartarse para la incubación (Barbado, 2004).

2.3.10.2 Dimensiones

- Diámetro longitudinal: 3,14cm. Desviación típica. 0,12;
- Diámetro transversal: 2,41cm. Desviación típica. 0,24;
- Correlación entre ancho y largo: 0,36 (Barbado, 2004).

2.3.10.3 Peso

El peso es variable, dependiendo de la edad de las ponedoras, siendo más pequeños en la etapa del comienzo y el final del ciclo de postura (Ryu, 2012). El peso le da el valor comercial al producto y además determina su incubabilidad, el rango está entre 9,6 y 10 %, con un coeficiente de variación de 0,8 % (Marin, 2011). El peso es importante para determinar las posibilidades de incubación, ya que está relacionado con el grosor de la cáscara y resistencia a la rotura (Barbado, 2004).

La densidad del huevo es también un factor importante para decidir su condición de incubabilidad. Este factor se relaciona con el tiempo que tiene el huevo, desde que



fue puesto por la ponedora, ya que la densidad disminuye entre los 10 y 21 días que siguen a la puesta en una proporción de 0,015 a 0,020 de la densidad total, pero puede haber variantes debido a la humedad ambiente, temperatura, etcétera (Barbado, 2004).

También influyen en el peso del huevo, el tipo de alimentación de la ponedora, por ejemplo, el maíz amarillo aumenta la densidad de los huevos (Barbado, 2004).

A continuación se presentan los factores que afectan al peso el huevo (cuadro N° 3.).

Cuadro N° 3. Lista de factores que afectan al peso del huevo (Durán, 2009).

Factores ligados al ave	Alimentación	Medio ambiente
Edad del ave	Proteína total	Sistema de explotación
Fase de puesta	Lisina,	Ciclos luz + oscuridad muy largos (\geq 26h)
Precocidad	metionina	
Origen genético	Ac. g.	Ciclos luz + oscuridad muy cortos (6h)
	esenciales	Temperatura
	Fósforo	Fac. de eficacia

2.3.10.4 Color

Corresponde a una fina película que integra la cutícula de la cáscara, por lo general con manchas de color marrón oscuro distribuidas por toda la superficie de la cáscara. A continuación se presentan algunos tipos de tonalidad y su posible causa (cuadro N° 4.) (Marin, 2011).

Cuadro N° 4. Colores de la cáscara de huevo de codorniz y su característica (Marin, 2011).

Pigmentación	Características
Intensa	Huevos normales
Puntiforme	
Despigmentada	Huevos correspondientes a ciclos ovulares y de ovoposición excesivamente acelerados



Los huevos mejores, son los que presentan superficie tersa y brillante, porque demuestran tener una perfecta cutícula que los protege de la contaminación y la deshidratación. Los huevos mate, es decir sin brillo, no son buenos para la incubación, porque en general han permanecido demasiado tiempo en la vagina (Barbado, 2004).

2.3.10.5 Resistencia

Es otro aspecto de gran importancia del huevo, ya que de esto dependen las posibilidades de manejo y transporte; la resistencia normal varía entre 1 y 3 kg-fuerza, medidos con un texturómetro y depende de la cantidad de calcio, fósforo y vitamina D de las raciones (Marin, 2011).

La resistencia no es tanto una calidad propia de la cáscara sino más bien de la membrana que la recubre interiormente (Marin, 2011).

2.3.10.6 Estructura

Cuadro N° 5. Estructuras del huevo de codorniz y sus porcentajes (Marin, 2011).

Estructura	%	Características
Cáscara	10,2	Elemento de protección formado por carbonato de calcio, magnesio, citrato sódico y el intercambio gaseoso entre el huevo y el exterior.
Albúmina (clara)	46,1	Rodea completamente la yema, es transparente, ligeramente amarillenta y de consistencia gelatinosa; sirve de alimento al embrión.
Yema	42,3	Es una esfera de color amarillo situada en el centro del huevo, es menos densa que la clara, aquí se encuentra el disco embrionario en donde se desarrolla el embrión.
Membranas	1,4	Separan las estructuras mencionadas.

2.3.10.7 Composición

Los huevos contienen en su interior todos los elementos necesarios para la formación del polluelo. Tiene gran riqueza proteica (15,6%), bajo contenido de agua (73,9%) y grasas (11%) (Cuadro N° 6.) (Barbado, 2004).

Cuadro N° 6. Composición mineral del huevo de codorniz (Barbado, 2004).

Mineral	%	Mineral	%
Calcio	0.08	Fósforo	0.22
Cloro	0.13	Potasio	0.14
Sodio	0.13	Azufre	0.19
Hierro	0.031	Magnesio	0.33
Cobre	1.86	Yodo	0.09
Magnesio	0.04	Ovoglobulina	3

La clara contiene una gran cantidad de vitamina A, D, E, H y factor PP. De las hidrosolubles contiene las del grupo B1 con gran cantidad de ácido ascórbico (vitamina C) en el huevo fresco (Cuadro N° 7.) (Barbado, 2004).

Cuadro N° 7. Composición de la yema y clara del huevo de codorniz (Barbado, 2004).

Composición de la yema		Composición de la clara	
Lípidos	60%	Ovoalbúmina	80%
Fosfolípidos	35%	Ovomucoide	10%
Esteroles	5% (lectina 11%, aneurina 0.6%, colesterina 0.8%)	Ovomucina	7%
		Ovoglobulina	3%

2.4 Nutrición y alimentación

Debido a que existe una considerable variación en el consumo de alimento diario en las ponedoras, es importante formular las dietas basándose en el consumo de alimento esperado, de manera que se logre alcanzar el consumo diario de nutrientes (Durán, 2009).



Se requiere de una cierta cantidad de alimentos para obtener una ponedora con el peso corporal adecuado. Si esta cantidad de alimento no es suministrada durante el periodo de crecimiento, deberá de suministrarse en la etapa de postura (Durán, 2009).

Los principales nutrientes requeridos por la codorniz están constituidos por seis componentes: proteínas, aminoácidos, energía, minerales, (macro y microelementos), vitaminas (lipo e hidrosolubles) y agua (Flores, 2000).

El ciclo productivo de la codorniz tiene dos fases, para las que existen dos tipos de alimento:

- El alimento requerido desde el primer día hasta alcanzar un 5% de la postura (cuadro N° 8.). Si existe la posibilidad de fabricar el concentrado, se recomienda hacer un análisis muy estricto a cada tipo de lote de alimento producido, no solo en lo relativos a su capacidad nutricional, sino también en lo referente a la calidad bacteriológica, con el fin de asegurarse de que es un alimento apto para el consumo. (Vásquez, 2008).

Se suministra de forma permanente, con un consumo promedio de 19 – 20 gr (Vásquez, 2008).

- El alimento requerido a partir del momento en que se alcance el 5% de la postura hasta el final de ésta, con un consumo promedio de 23 gr diarios por animal (Vásquez, 2008).

Cuadro N° 8. Dieta para codorniz desde el primer día hasta alcanzar 5% de postura (Vásquez, 2008).

Proteína	Mínimo	24%
Calcio	Mínimo	1%
Fósforo	Mínimo	0,60%
Grasa	Mínimo	2%
Humedad	Mínimo	12%
Cenizas	Mínimo	12%
Fibra	Mínimo	6%



Cuadro N° 9. Requerimientos nutricionales de codornices japonesas en postura (g/ave/día) (Rostagno, 2011).

Nutriente	Codornices Japonesas					
	Proteína Bruta	4,94				
Calcio	0,768					
Fósforo disponible	0,080					
Fósforo Digestible	0,073					
Sodio	0,038					
Ácido Linoleico	0,256					
Peso Corporal, Kg	0,165		0,175		0,189	
Ganancia, g/día	0,11		0,02		0,00	
Masa de Huevo, g/día	10,00		10,85		10,32	
Aminoácido ´	Dig	Total	Dig	Total	Dig	Total
Lisina	0,268	0,301	0,288	0,324	0,276	0,310
Metionina	0,121	0,133	0,130	0,143	0,124	0,136
Metionina+Cistina	0,220	0,244	0,237	0,262	0,226	0,251
Treonina	0,161	0,190	0,173	0,204	0,166	0,195
Triptófano	0,056	0,063	0,061	0,068	0,058	0,065
Arginina	0,311	0,341	0,335	0,366	0,320	0,350
Glicina+Serina	0,306	0,359	0,328	0,386	0,315	0,369
Valina	0,201	0,229	0,216	0,246	0,207	0,236
Isoleucina	0,174	0,196	0,187	0,211	0,179	0,202
Leucina	0,402	0,446	0,433	0,480	0,414	0,459
Histidina	0,113	0,124	0,121	0,133	0,116	0,127
Fenilalanina	0,199	0,220	0,213	0,104	0,204	0,226
Fenilalanina+Tirosina	0,362	0,401	0,389	0,431	0,373	0,412

Conversión alimenticia: 3 Kg de alimento por kilo de huevo producido (Cumpa, s.f.).



2.5 Nutrición Mineral

2.5.1 Minerales

Lo elemental para la codorniz es el calcio, fósforo, magnesio, manganeso, zinc, hierro, cobre, cobalto, yodo, sodio, cloro, potasio, azufre, molibdeno y selenio (Ortiz, 2011).

Son esenciales como componentes estructurales y participan en muchos procesos vitales del organismo. Algunos se encuentran formando tejidos duros, como los huesos, pico, cascarón de huevos. Otras se encuentran en los fluidos y tejidos blandos. Los minerales participan en regular un pH óptimo; además desempeñan funciones electroquímicas, catolíticas y como componentes de enzimas y estructurales. También son necesarios para el crecimiento, producción y calidad de la cáscara de huevos (Flores, 2000).

Los experimentos de nutrición aviar dicen que hay que tener un mínimo de 1,50 a 2,10 % de calcio. Para las aves en crecimiento se considera aceptable una relación calcio-fósforo de 2:1, aunque en la actualidad se piensa que una relación 1:1 es preferible cuando se ocupa 0,8 y 0,9% respectivamente de calcio y fósforo (Ortiz, 2011).

2.5.1.1 Calcio

Cerca del 90% del calcio corporal, se encuentra en los huesos y pico, además es necesario para la normal excitabilidad de los nervios, músculos, la coagulación de la sangre, la formación de la cáscara de huevo, el balance de electrolitos, la actividad enzimática etcétera. (Flores, 2000).

La deficiencia de calcio en los animales en crecimiento conduce al raquitismo, enfermedad que se caracteriza por una calcificación defectuosa de los huesos. Además repercuten desfavorablemente en la puesta de huevos (huevos descalcificados, deformes, inservibles para incubarlos o comercializarlos) (Ortiz, 2011).

2.5.1.2 Fósforo

El fósforo está presente en todas las células del organismo, pero aproximadamente el 80% se encuentra combinado con el calcio de los huesos y la formación de la cáscara del huevo. Resulta desafortunado que la mayor parte del fósforo presente en los

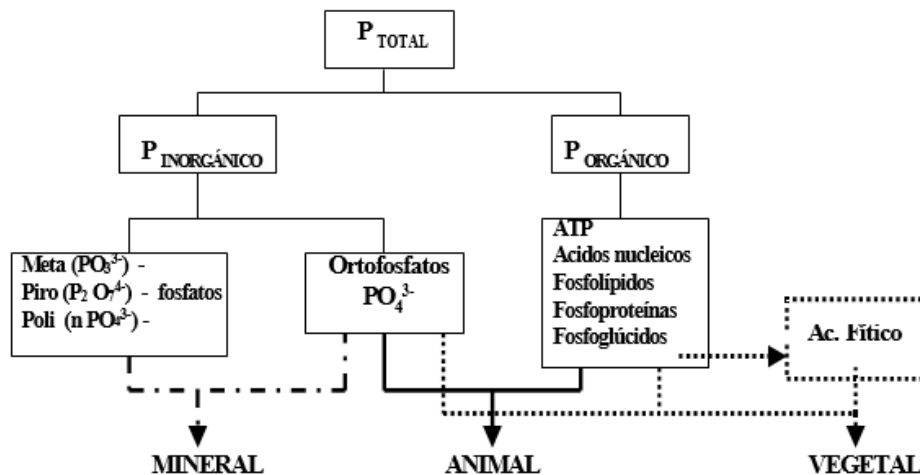
granos se halle en forma de fitatos, básicamente como inositol hexafosfato (Durán, 2009).

Las aves no producen la enzima fitasa y la adición de la enzima sintética en la dieta, permite una mejor utilización del fósforo presente como fitato, reduciendo así mismo el contenido de fósforo en las heces (Durán, 2009).

2.5.1.2.1 Naturaleza del fósforo

El P contenido en las materias primas, se encuentra bien en forma inorgánica, principalmente como ortofosfatos (PO_4^{3-}), bien en forma orgánica como ATP, ácidos nucleicos, fosfolípidos, fosfoproteínas y fosfoglúcidos. La hidrólisis del P orgánico en el tracto gastrointestinal libera PO_4^{3-} , que es la única forma en que el animal puede absorber y utilizar el P. En los ingredientes vegetales el P orgánico representa la fracción mayoritaria, siendo el ácido fítico el fosfoglúcido más abundante. En torno a un 60 - 80% del P total contenido en los granos y sus subproductos se encuentra como parte del ácido fítico y sus sales, generalmente como fitatos de Ca, K y Mg. Por el contrario, en los alimentos de origen animal predomina el P inorgánico que se encuentra en forma de ortofosfatos en el medio celular y mayoritariamente como fosfatos de calcio en los tejidos óseos y en la leche (Rebollar & Mateos, 1999).

Ilustración 3. Naturaleza del P contenido en las materias prima.



Fuente: Rebollar & Mateos, 1999.

Desde el punto de vista práctico, se admite que la disponibilidad del P inorgánico y del P orgánico no fítico es similar y cercana al 100% (rango 80-100%). Por el contrario,



se considera que el P fítico no puede ser utilizado por los animales monogástricos (aves y cerdos) asignándole un valor de 0, y se asume que el contenido en P fítico de todas las materias primas de origen vegetal es del 70% del P total (Rebollar & Mateos, 1999).

2.5.1.2.2 Aprovechamiento del fósforo en avicultura

El fósforo interviene en el metabolismo energético (relación con peso y conversión alimenticia), en la formación y mantenimiento de los huesos, así como en la constitución del cascarón del huevo. Constituye, además, parte de los fosfolípidos que integran la membrana celular e interviene como tampón en la regulación del pH corporal (Acosta & Cárdenas, 2006).

El fósforo en los vegetales, se encuentra en forma inorgánica en pequeña proporción y la mayor parte ligado al ácido fítico que contiene aproximadamente un 28 % en forma de radicales de ácido fosfórico, estos radicales tienen afinidad por diversos cationes como: Fe, Ca, Cu, Zn, citados en orden decreciente de afinidad (Méndez, 1998).

Los monogástricos, en general, carecen o tienen muy pocas enzimas en el intestino delgado que puedan hidrolizar los fitatos. Por esta razón, el fósforo y los demás minerales citados que se encuentren ligados a los fitatos tendrán una disponibilidad muy limitada. En cambio las aves sí tienen algo de actividad fitásica a nivel intestinal por lo que el aprovechamiento es, en general, superior al de la especie porcina para los mismos (Méndez, 1998).

El fósforo de los alimentos de origen vegetal, como cereales y la soya sólo puede ser utilizado en pequeñas cantidades por los cerdos y aves de corral en comparación con otras fuentes de fósforo. Esto se debe principalmente al hecho de que aproximadamente dos tercios del fósforo total contenido está presente como fitato-fósforo unido (Méndez, 1998).

Este compuesto de fósforo, representa la forma de almacenamiento principal en semillas de plantas y sólo puede dividirse por fitasas que no están presentes en el tracto digestivo de los cerdos y aves de corral. Una cierta actividad de la fitasas sólo se puede detectar en algunos alimentos a base de plantas, tales como el trigo y el centeno que causa principalmente las diferencias en la digestibilidad del fósforo de diversos componentes de la alimentación a base de plantas (Bühler, 1998).



Las dietas para aves se constituyen, principalmente por ingredientes en los que el P está presente, casi totalmente como fitato, y su disponibilidad es muy pobre, debido al bajo nivel intestinal de las fitasas, el P se convierte en un nutriente crítico que se excreta, casi en su totalidad (Acosta & Cárdenas, 2006).

Por esto contribuye a la contaminación ambiental. Una vez en el suelo, el exceso de P llega a los lagos mediante la erosión, mientras que a los cuerpos de agua subterráneos llega por infiltración (Acosta & Cárdenas, 2006).

La vegetación acuática y las cianobacterias utilizan grandes cantidades de este mineral, lo que ocasiona la proliferación desmesurada de dichos organismos y promueve el proceso de eutrofización (Acosta & Cárdenas, 2006).

2.6 Enzimas

La actividad enzimática fue utilizada por la humanidad a lo largo de la historia, desde hace miles de años en numerosos procesos de producción y conservación de alimentos sin tener un conocimiento suficiente de la naturaleza y características de las enzimas que utilizaban (Bühler, 1998). Las enzimas usadas en la alimentación animal son producidas en gran parte mediante el empleo de bacterias, hongos y levaduras (Benjamín, 2004).

Las enzimas son catalizadores biológicos altamente eficaces, que se pueden encontrar en todos los sistemas biológicos. Estos aceleran las reacciones químicas como 10⁶ veces que de otro modo, en las condiciones habituales predominantes en el organismo, se procedería muy lentamente o nada en absoluto (Bühler, 1998).

Las siguientes hidrolasas pueden jugar un papel importante en el uso como aditivos para alimentos:

- Fosfatasas (por ejemplo fitasa);
- Glicosidasas (carbohidrasas);
- Las proteasas (Bühler, 1998)



2.6.1 Sustratos de las Enzimas

2.6.1.1 Tipo de Sustrato

Para entender la acción enzimática, es necesario considerar la relación entre estos compuestos químicos y el complejo sustrato que representa un alimento. Así, la elección del tipo de enzima a emplear dependerá de la naturaleza del sustrato sobre el que quiere accionar (Benjamín, 2004).

Los sustratos sobre los que pueden actuar las enzimas pueden ser clasificados en tres grandes grupos:

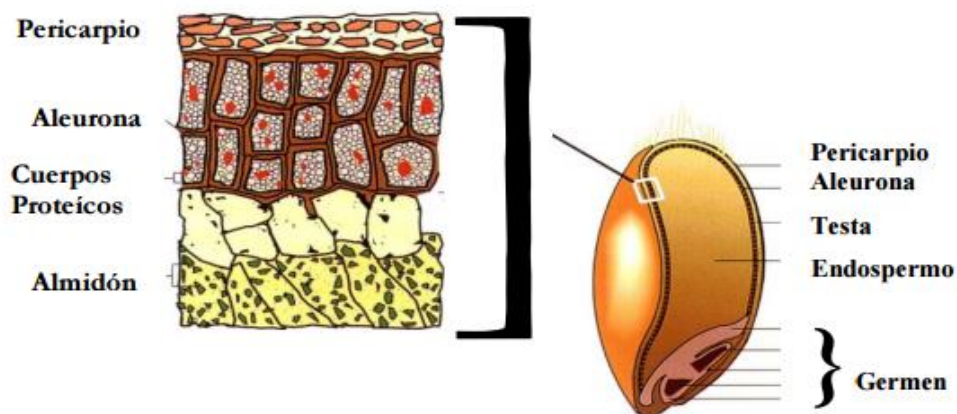
- Sustratos para los cuales los animales de estómago simple sintetizan las enzimas adecuadas en el tracto digestivo como son el almidón, proteínas y lípidos. Normalmente los animales producen estas enzimas en cantidad suficiente para hidrolizar totalmente estos sustratos, pero en circunstancias específicas como en animales jóvenes o en condiciones de estrés, no se producen en cantidades suficientes (Benjamín, 2004).
- Sustratos para los cuales los animales no producen enzimas y cuya digestibilidad es muy pobre, como por ejemplo la celulosa (moléculas de glucosa unidas por enlaces -glucosídicos) que es prácticamente indigestible para monogástricos (Benjamín, 2004).
- Sustratos para los cuales el animal no produce enzimas, y además generan efectos antinutricionales, como por ejemplo los fitatos (Benjamín, 2004).

2.7 Fitato

El ácido fítico y en general los fitatos, se encuentran en elevadas concentraciones en las semillas de cereales, leguminosas y oleaginosas y en menor cantidad en los tubérculos y las hortalizas. Los fitatos son sales del ácido fítico con distintos cationes. Su papel fisiológico en la planta todavía no está suficientemente claro, no obstante, podría actuar como reserva de fósforo, regulando el nivel de fósforo inorgánico, antes y durante la germinación de las semillas, como reserva energética y fuente de cationes. También podría intervenir como antioxidante e incrementando la longevidad de las semillas, o como fuente de mioinositol, que es un importante precursor de los polisacáridos constituyentes de la pared celular (Febles, 1998).

Su localización varía según el tipo de grano. En trigo y centeno, así como en la mayor parte de las monocotiledoneas, entre el 80 y el 90% se localiza en las capas de aleurona y en el pericarpio, mientras que en el maíz y sorgo se acumulan en el germen (Ilustración N°4). En las leguminosas se concentran en los cotiledones y en las oleaginosas se distribuyen de forma difusa por toda la semilla. Los cereales contienen entre un 0,2 y un 0,3%, sus subproductos (excepto para maíz y sorgo) en torno al 0,5 y 1,0% y las harinas proteicas entre el 0,3 y el 0,9% (Rebollar & Mateos, 1999).

Ilustración 4. Corte longitudinal de un grano de trigo.



Fuente: Benjamín Gastón, 2004.

El ácido fítico fue descrito por primera vez por Pasternak en 1903 y consiste de una molécula de inositol con 1 a 6 grupos ortofosfato unidos mediante enlaces ester. Químicamente, la molécula de IP-6 se define como mioinositol 1, 2, 3, 4, 5, 6, hexaquis dihidrogeno fosfato, contiene un 28,2% de P y posee 6 grupos ortofosfato con afinidad variable por ciertos cationes y aminoácidos (Rebollar & Mateos, 1999).

La fitina es la sal del ácido fítico con los cationes Ca^{2+} y Mg^{2+} , presente en los ingredientes vegetales que forman parte de la composición de la dieta, se disuelve en un pH bajo (ácido) presentes en el inicio del tracto gastrointestinal de las aves, pasando a su forma libre, el ácido fítico. A medida que el bolo alimenticio pasa a través del tracto gastrointestinal se produce un aumento del pH (sobre todo en el duodeno donde ocurre la secreción del jugo pancreático) y el ácido fítico entra y se precipita con minerales (principalmente calcio), proteínas y con enzimas específicas, tales como la amilasa (Rubio, 2010).



Este complejo se precipita formando el fitato. El efecto de los fitatos no sólo está relacionado con una menor disponibilidad de fósforo, la reducción en la disponibilidad de nutrientes, la precipitación del fitato va aumentando la secreción intestinal, debida a la acción de la sal en la mucosa intestinal aumentando la secreción de moco en el intestino, actuando como un factor anti-nutricional (Rubio, 2010).

La degradación del fitato en el tracto digestivo puede ser llevada a cabo por fitasas intestinales, producidas por microorganismos residentes en el intestino y por la propia actividad fitasa endógena presente en el pienso. Los bajos niveles reportados de disponibilidad de fósforo fítico demuestran a todas luces como la fitasa intestinal microbiana es de poca importancia (López, 2000).

2.8 Fitasas

La fitasa es un tipo específico de fosfatasa (enzimas que hidrolizan fosfatos) que cataliza la remoción paso a paso del ortofosfato inorgánico del fitato para entregar P inorgánico y varios isómeros de inositol haciendo disponible el P para los animales (Scott et al., 1999).

La fitasa se encuentra ampliamente distribuida en la naturaleza, está presente en insumos vegetales y es producida por diversos microorganismos como bacterias, hongos y levaduras (Benjamín, 2004).

También están presentes en el tracto intestinal de todos los animales debido a la ingestión de plantas que las contienen, bien a la producción por la propia microflora intestinal o por la producción enzimática endógena de la mucosa u órganos secretores del digestivo (Rebollar & Mateos, 1999).

- **Fitasas intestinales endógenas:** la actividad fitásica de la mucosa intestinal es muy reducida, El contenido digestivo del buche, estómago e intestino de las aves tiene escasa actividad fitásica propia (Rebollar & Mateos, 1999).
- **Fitasas endógenas:** contenidas en los ingredientes de la ración (Fitasas Vegetales): las fitasas vegetales corresponden a una “6-fitasa”, inician su hidrólisis en el grupo fosfato de la posición C6 (Benjamín, 2004).



El contenido de estas es importante en el caso del trigo, centeno y de poco interés en el resto de granos utilizados en la práctica. La actividad fitásica es muy reducida en harinas proteicas (soja, colza y algodón) y leguminosas. Su contenido varía en función de la variedad y de factores medioambientales (Rebollar & Mateos, 1999).

La actividad fitásica en los cereales se ve afectada por la variedad, la edad del grano, las condiciones de secado/almacenamiento y la temperatura de granulación. Así pues, a menos que se ensayara cada lote de cereal, sería difícil prever la actividad exacta presente (Remus, 2006).

El pH óptimo para la actuación de estas enzimas está entre 5,0 y 7,5, perdiendo irreversiblemente su actividad a pH comprendidos entre 2,5-3. La temperatura óptima de acción se sitúa entre 45 y 60°C, degradándose rápidamente a temperaturas superiores. El estrecho rango de pH al cual las fitasas vegetales son activas, son superiores a los encontrados en el buche o en el estómago de aves. Además, su contenido es muy variable y se destruyen fácilmente por acción del calor, por lo que resulta difícil su valoración en formulación práctica (Rebollar & Mateos, 1999).

- **Fitassas de origen microbiano:** producidas por la flora digestiva (Fitasa intestinal): Existen dos tipos de fitasas intestinales, la primera es la fitasa propia del ave que se produce en la mucosa intestinal, y la segunda, la proveniente de la flora microbiana intestinal (Benjamín, 2004).

En las aves, la actividad de la flora microbiana tiene lugar en el intestino grueso. De aquí que, aunque las fitasas microbianas hidrolicen los fitatos y liberen el P inorgánico, el animal no pueda beneficiarse, ya que este P se excretará enteramente en las heces (Rebollar & Mateos, 1999).

Las fitasas rompen el fitato, logra la liberación de otros minerales (tales como el Ca, Mg, Zn, Fe y Cu), carbohidratos, proteínas y aminoácidos, los cuales están ligados al fitato. Así, la fitasa al liberar el P permite que éste se encuentre disponible para ser utilizado por el ave, mejorando su crecimiento y eficiencia alimenticia y reduciendo la cantidad de emisiones de P al medio ambiente (Benjamín, 2004).



La actividad de la fitasa se mide en Unidades de Actividad de Fitasa (FTU) que corresponden a la cantidad de enzima capaz de liberar 1 μmol de fósforo inorgánico de 1,5 μmol de fitato de sodio por minuto (Benjamín, 2004).

2.8.1 Importancia del pH

El pH determina la eficacia de las fitasas de la dieta (endógena y exógena) e influye en la solubilización de los fitatos, mientras que tiempos de permanencia prolongados permiten una mayor extensión de la actividad enzimática (15-60 minutos en el proventrículo/molleja). El contenido en materia seca de la digesta es superior en aves, lo que podría facilitar el contacto enzima-sustrato e incrementar la eficacia del proceso (Rebollar & Mateos, 1999).

En el tracto gastrointestinal, el fitato es sólo “soluble” a un pH bajo (ácido), cuando se encuentra mezclado en la fase “acuosa” de la ingesta. Es en este punto cuando la fitasa puede entrar y separar al P del fitato. Alrededor de un pH 4 el fitato comienza a formar precipitados insolubles con los cationes (por ejemplo: calcio, zinc, hierro y cobre). Al alcanzar un pH 6 predominan estos complejos insolubles de fitato (Remus, 2006).

Aun se observa cierta efectividad a pH 3,0. Condiciones extremadamente ácidas (1,0 a 2,5, como las presentes en el proventrículo y molleja (región gástrica), donde la solubilidad del fitato es elevada (cuadro N° 10.) (López, 2000).

A medida que la ingesta se desplaza hacia el duodeno y continúa al intestino delgado, el pH comienza a aumentar. Por ello, dentro del intestino delgado, la separación del P es mejor en el duodeno y hacia el final del intestino delgado, cualquier fitato restante es prácticamente insoluble (Remus, 2006).

La fitasa que se aplica en el pienso, al ser proteínas, son susceptibles al ataque por las proteasas endógenas naturales que se encuentran en las aves (Remus, 2006).



Cuadro N° 10. Condiciones de pH en el tracto gastrointestinal de aves (*Rebollar & Mateos, 1999*).

	pH medio (mín.-máx.)	
	Aves	
Buche	6,3	4,0 - 7,8
Proventrículo	1,8	0,3 - 4,1
Molleja	2,5	0,4 - 5,4
Estómago	-	-
Duodeno	6,4	5,2 - 7,6
Yeyuno	6,6	5,5 - 7,7
Íleon	7,2	5,7 - 8,2
Ciego	6,9	5,7 - 8,4
Colon	7,0	5,4 - 8,4

El lugar de acción de las fitasas en el aparato digestivo en las aves, se demostró la hidrólisis del ácido fólico, tiene lugar fundamentalmente en el buche (69/86%) y en menor medida en el proventrículo (31-38%) (*Rebollar & Mateos, 1999*).

2.8.2 Fuentes naturales de fitasas

Las Fitasas forman parte de un subgrupo de enzimas, de la familia de las fosfatasas ácidas, las cuales son del tipo hidrolasas (*Neira et al, 2013*).

Las fuentes naturales de fitasas, como se puede observar en el (cuadro N° 11.).



Cuadro N° 11. Origen y ubicación de las Fitasas (Méndez, 1998).

Origen	Ubicación
Animal	Intestino de rumiantes, principalmente ganado bovino.
Vegetal	Cascarilla y granos de cereales, legumbres y algunos vegetales.
Microbiana Exógena	Aspergillus ssp, Cándida, Pseudomonas, entre otro.
Microbiana Endógena	E. Coli, principalmente.

2.8.3 Tipos de Fitasa

Normalmente las fitasas se clasifican en dos categorías, según su origen (fúngicas o bacterianas) o en el lugar donde realizan la primera hidrólisis del fitato, liberando ortofosfato inorgánico (3-fitasa, trabajando inicialmente en la molécula de carbono 3 fitato o 6-fitasa - trabajando inicialmente en el carbono 6 de la molécula de fitato) (Rubio, 2010).

Como consecuencia de su alto potencial quelante, el ácido fítico forma sales insolubles pH neutro con numerosos cationes di y trivalentes (Ca, Mg, Zn, Cu, Co, Fe, Mn, Cu) impidiendo su absorción a nivel intestinal. Por ello se le considera como un antinutriente en alimentación (Rebollar & Mateos, 1999).

La principal problemática se da con el Ca, Zn y Cu, debido a que sólo el IP-6 tiene poder quelante con los minerales. Los intermediarios del inositol con menos de 4 grupos ortofosfato (<IP-4) pierden esta capacidad lo que puede explicar, al menos en parte, la acción positiva de las fitasas sobre la absorción del Ca y otros minerales (Rebollar & Mateos, 1999).

Existen métodos analíticos que permiten analizar por separado el contenido en cada uno de estos compuestos. Mediante espectroscopía de resonancia magnética, demostró que en los ingredientes habitualmente utilizados, el fosfato de inositol más abundante es el IP-6 (70 a 80% del P total en los cereales). Los penta (IP-5) y tetra (IP-4) fosfatos de inositol están presentes a niveles de 5 al 20% y de menos del 0,05%, respectivamente, en relación a las cantidades encontradas de IP-6. El resto de



fosfatos de inositol (IP-3 a IP-1) no se detectan, lo que indica que se encuentran en cantidades despreciables (Rebollar & Mateos, 1999).

Es por ello que este tema de investigación va enfocado hacia la utilización de dos tipos de fitasas, las cuales son:

- Quantum Blue® (*E. coli*); Origen Bacteriano
- Ronozyme NP® (*Aspergillus oryzae*); Origen Fúngico (Lerchundi, 2006).

2.8.3.1 Fitasas fúngicas

Este tipo de fitasas han sido descubiertas en numerosos hongos, destacándose entre ellas las provenientes de los "aspergillus", género de los hongos ascomicetos; siendo hoy en día este tipo de hongos los más utilizados en la producción industrial de fitasas (Lerchundi, 2006).

La fitasa producida por *Aspergillus* posee dos pH óptimos. El primero a pH 2,5 y el segundo a pH 5,5, con una temperatura óptima de aproximadamente 60°C. (Benjamín, 2004).

Alcanza su máxima actividad a pH 5 y se inactiva por completo a pH superiores a 7. Tiene mayor rango de acción, ajustándose mejor a las condiciones predominantes en el tracto digestivo del animal, especialmente dentro del buche (pH 5-6), la molleja y el proventrículo (pH 2-4) (Benjamín, 2004).

2.8.3.2 Fitasas bacterianas

En relación a las fitasas producidas por bacterias, se han detectado que se producen en una gran variedad de estos microorganismos (*Aerobacter aerogenes*, *Bacillus subtilis*, *Klebsiella aerogenes*, *Pseudomonas ssp*, *Klebsiella pneumoniae*, y *Escherichia coli* (Lerchundi, 2006).

Las fitasas bacterianas tienen mayor estabilidad térmica y una mayor resistencia a la acción proteolítica (en particular la fitasa de *E. coli*), en relación a las fitasas fúngicas. Esa mayor estabilidad a la acción proteolítica, aumentaron la cantidad de fósforo disponible (es decir, pueden liberar mayores cantidades de fósforo) basándose en la mineralización de la tibia de pollo de engorde (Argüello, 2010).



2.8.4 Efectos de la Fitasa

El ácido fítico puede estar ligado a proteínas, almidón y diversos minerales, por lo que se podría considerar en cierta medida como un factor antinutritivo. Al utilizar fitasas, estos nutrientes quedarían liberados y, en consecuencia, sería de esperar un aumento de la digestibilidad de la energía, de los aminoácidos y de los minerales (Méndez, 1998).

Una de las enzimas más utilizadas, la fitasa, mejora la digestibilidad del fósforo contenido en los ingredientes vegetales del alimento y esto a su vez reduce la cantidad de fósforo inorgánico que debe ir añadido al alimento, permitiendo también reformular, mejorando la energía y la digestibilidad de los aminoácidos (Vilchez & Otavio , 2014).

Esto último debido a que al romper el fitato no sólo se libera fósforo y calcio, sino también son liberados carbohidratos y aminoácidos. Con ello se promueve una reducción en el costo del alimento y una mejora en la digestibilidad de los ingredientes, manteniendo óptimos parámetros productivos de las aves (Vilchez & Otavio , 2014).

La digestibilidad o disponibilidad del fósforo en las dietas totalmente de origen vegetal en cerdos y pollos de engorde se pueden aumentar al máximo, 25 y 15%, respectivamente, mediante la adición de fitasa microbiana. (Bühler, 1998)

Otro de los beneficios del uso de fitasas en las dietas de monogástricos, es la menor excreción de fósforo al ambiente, debido al mayor aprovechamiento que hace el ave del fósforo fítico (Acosta & Cárdenas, 2006).

El uso de fitasas reduce la excreción de fósforo en las heces entre 25 y 50%, en la práctica se ha visto que el uso de fitasas en dietas para aves puede disminuir el costo de la ración entre 0.5 y 5 dólares por tonelada (Acosta & Cárdenas, 2006).

2.8.5 Fitasas en gallinas ponedoras

Muchas investigaciones se han desarrollado en el área de producción de gallinas ponedoras, que han dejado como resultado estudios de gran importancia para su aplicación en el mejoramiento del desempeño productivo y el impacto medio ambiental; en uno de estos, con ponedoras White Leghron, se concluyó que una dieta baja en P inorgánico suplementada con fitasas, mejora significativamente la



producción de huevo sin afectar la conversión alimenticia, contrastado con una dieta convencional (Sanmiguel, 2011).

Con gallinas Hy Line White se demostró que la adicción de fitasa en dietas deficientes en P disponible y sin inclusión de una fuente concentrada de fósforo inorgánico, mejora la conversión alimentaria, el porcentaje de postura y el grosor del cascarón (Sanmiguel, 2011).

De estos resultados los autores de la investigación, deducen que la mejora en los parámetros productivos pudo deberse al aumento en la disponibilidad no solo de P, sino de otros nutrientes que proveen energía y otros minerales como el calcio (Sanmiguel, 2011).



3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES.

3.1.1 Biológicos

- 600 Codornices (*Coturnix japónica*)

3.1.2 Físicos

- Alimento
- Galpón
- Balanza digital
- Micrómetro digital
- Jaulas
- Equipo sanitario y veterinario
- Equipo de alimentación (baldes, palas de alimentación)
- Cámara fotográfica
- Hojas de campo
- Calibrador Vernier
- Abanico colorimétrico de DSM

3.1.3 Químicos

- Fitasa Quantum Blue®
- Fitasa Ronozyme NP®
- Agua
- Desinfectante

3.1.4 De Oficina

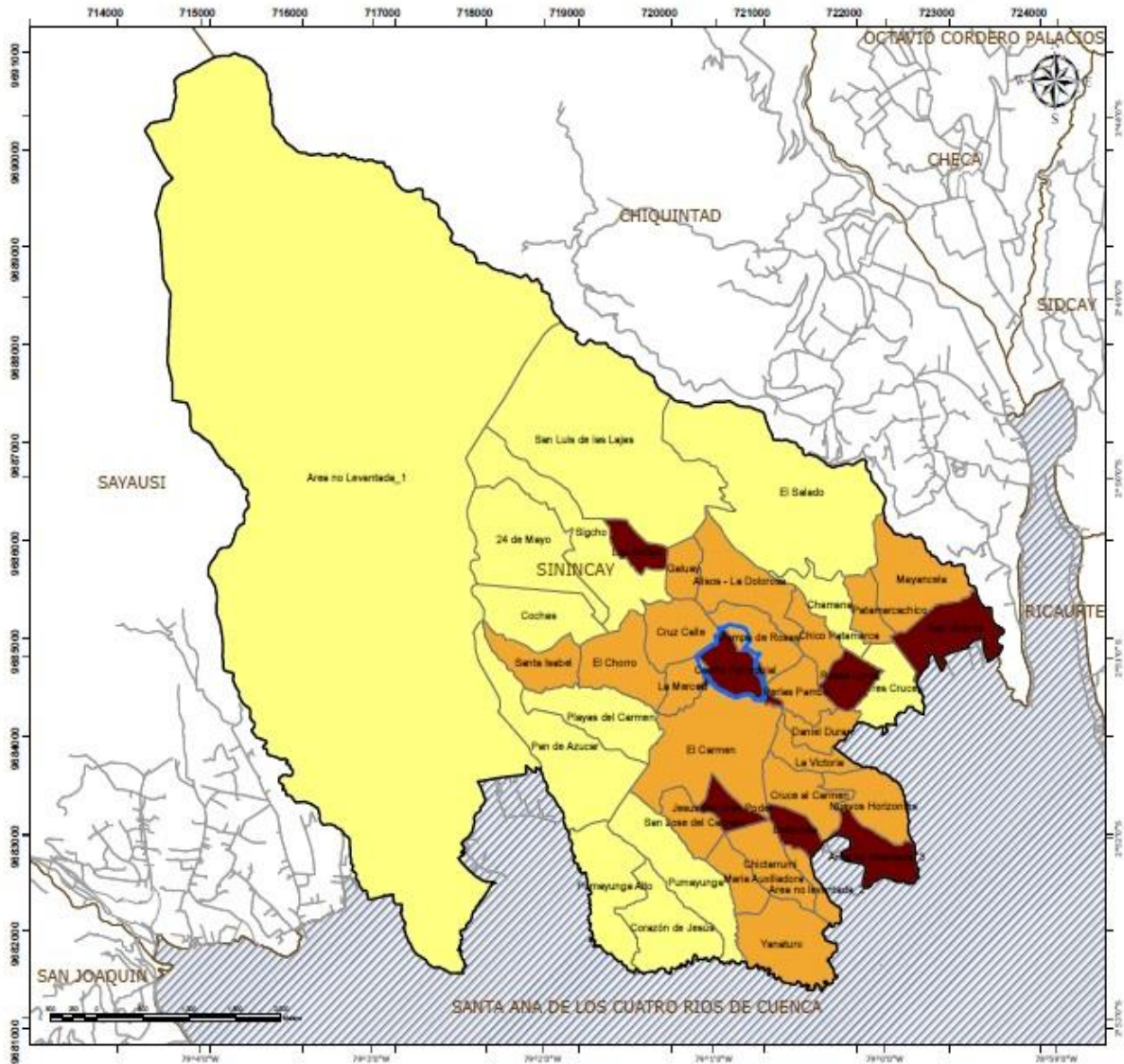
- Calculadora
- Bolígrafos
- Registros
- Computador

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Área de estudio

3.2.1.1 Mapa:

Ilustración 5. División Política Territorial de la parroquia Sinincay.



Fuente: (GAD SININCAY, 2014).



3.2.1.2 Ubicación política-geográfica

Provincia: Azuay
Cantón: Cuenca
Parroquia: Sinincay
Sector: Cruz Calle
Altitud: 2.556 msnm.

Latitud y longitud: -2.83333 y -79

Límites: Al norte con la parroquia Chiquintad, al sur con las parroquias urbanas Bellavista y El vecino, al este con la parroquia urbana Hermano Miguel y al oeste con la Cordillera Occidental.

3.2.1.3 Aspectos ecológicos

Clima: semi- húmedo a húmedo

Pluviosidad promedio: 1000 m.m.

Temperatura promedio: 12°C - 28°C

3.2.2 Metodología para la investigación experimental

- **Toma de datos**

Para el desarrollo de esta investigación se dispuso de 600 codornices de 63 días de edad, cuando el lote hubo roto postura con 5% de producción, del género *Coturnix coturnix* japónica, cada unidad experimental estuvo conformada por 10 codornices hembras, a las cuales se les suministró 23gr/día/ave de alimento, dividido en dos raciones.

La recolección de huevos se realizó una vez por día, registrándose diariamente su producción en hojas de campo. La evaluación de las variables de calidad externa e interna del huevo se hizo semanalmente, tomando al azar 4 huevos de cada unidad experimental, es decir 60 huevos por tratamiento.



- **Variables**

Se evaluaron los parámetros productivos, relación beneficio costo como variables cuantitativas y calidad del huevo, como variables cualitativas; esta información fue obtenida tras el análisis de registros diarios y semanales.

3.2.2.1 Variables dependientes

- **Producción**
 - % de postura viable
 - % de postura semanal
 - % de huevos rotos
 - % de huevos en fáfara
 - % de mortalidad semanal
 - % de mortalidad acumulada
 - Peso de huevos en gr
 - Peso de las aves en gr
- **Calidad de huevo**
 - Externas
 - Índice morfológico
 - Grosor de la cáscara
 - Internas
 - Índice de yema
 - Color de yema
- **Relación beneficio-costo**

3.2.2.2 Variable independiente

- **Fitasas** (Quantum Blue® y Ronozyme NP ®).
- **Los instrumentos de medida**
 - Micrómetro digital
 - Calibrador de Vernier
 - Pesa digital



- Abanico colorímetro de DSM

3.2.2.3 Métodos del manejo del experimento

- **Producción**

Para la obtención de las variables de producción, se procedió a contar diariamente los huevos enteros, rotos y en fáfara de cada unidad experimental.

- **% de postura viable**

$$\% PV = \frac{\text{suma total de C/U de los T} \left(\frac{\text{post\#huevos viables}}{\text{viab acum\#} * 7} \right)}{10} * 100 =$$

$$ViabAcum = \frac{\text{suma total de C/U de los T}}{14} =$$

- **% de postura semanal**

$$\% PS = \frac{\left(\frac{\text{post\#huevo tot}}{\text{viab acum\#} * 7} \right)}{10} * 100 =$$

- **% de huevos rotos**

$$\% HR = \frac{\text{suma total de C/U de los T} \left(\frac{\#H \text{ rotos}}{\text{post\#huevo tot}} \right)}{10} * 100 =$$

- **% de huevos en fáfara**

$$\% HF = \frac{\text{suma total de C/U de los T} \left(\frac{\#H \text{ fáfara}}{\text{post\#Huevo tot}} \right)}{10} * 100 =$$

- **% de mortalidad semanal**

$$\% MS = \frac{\text{mort sem\#}}{10} * 100 =$$



- **% de mortalidad acumulada**

$$\% MA = \frac{\text{suma total de C/U (mort sem\# + semana anterior)}}{10} * 100 =$$

- **Peso de huevos en gr**

$$\text{Peso Huevos gr} = \frac{\text{suma todos los resultados por cada tratamiento}}{56} =$$

- **Peso de las aves en gr**

$$\text{Peso de aves gr} = \frac{\text{suma todos los resultados por cada tratamiento}}{32} =$$

3.2.2.4 Relación beneficio-costos

Para calcular esta variable, se registró todos los costos de producción, en el que se consideran los gastos realizados (Egresos) y los ingresos totales que corresponden a la venta de los huevos y de la pollinaza.

$$B/C = \frac{\text{ingresos}}{\text{egresos}} =$$

3.2.2.5 Calidad externa

- **Índice morfológico:** corresponde a la razón entre la altura de huevo a nivel del ecuador y la longitud entre polos, multiplicando por cien. El instrumento de medida fue un calibrador de Vernier.

$$\text{Índice de forma} = (\text{ancho del huevo} / \text{largo}) 100$$

- **Grosor de la cáscara:** esta prueba se realizó con un micrómetro digital que tiene una escala de 0,1/0,00005.

3.2.2.6 Calidad interna

- **Índice de yema:** informa sobre la frescura y calidad del huevo. Cuanto mayor sea el valor de este índice, mayor es la frescura del huevo, ya que la yema se presenta más compacta.

Este índice relaciona la altura y el diámetro de la yema vertida sobre una superficie de vidrio horizontal (Quintana, 2011).



$$\text{Índice de yema} = \frac{a}{d}$$

a= Altura

d= Diámetro

- **Color de yema:** el color se determinó con el abanico colorimétrico de DSM.

Tonalidad de yema	Escala de Valores
Amarillos muy pálidos	Inferior 7
Amarillos intensos	7-12
Anaranjados	13-15

3.2.3 Diseño experimental

La ubicación de los tratamientos y repeticiones, se distribuyeron de tal forma que no se repitan en filas (Cuadro N°12), utilizando el muestreo aleatorio simple. Donde se evaluó 6 tratamientos cada uno con 10 repeticiones.

Cuadro N° 12. Esquema de bloques al azar.

Repeticiones	Tratamientos					
	I	A	T2	D	T1	B
II	C	B	T1	D	A	T2
III	B	T1	C	A	T2	D
IV	T1	C	B	T2	D	A
V	D	A	T2	C	T1	B
VI	T2	D	A	B	C	T1
VII	D	C	T2	A	T1	B
VIII	B	T2	D	T1	A	C
IX	B	D	T2	T1	C	A
X	T2	A	C	T1	B	D

**Cuadro N° 13.** Tratamientos y unidades experimentales.

Tratamiento	Detalle de tratamientos	Nº de Repeticiones	Número de aves
T1	Tratamiento control Dieta normal SIN ENZIMA.	10	100
T2	Dieta Control Negativo, (Aplicando la matriz sin el uso de fitasa).	10	100
T3	Quantum Blue sin valor en matriz (T1 + enzima <i>On Top</i> 120 g/TM).	10	100
T4	Quantum Blue con valor en matriz (120g/TM).	10	100
T5	Ronozyme NP sin valor en matriz (T1 + enzima <i>On Top</i> 90g/TM).	10	100
T6	Ronozyme NP con valor en matriz (90g/TM).	10	100

- **Análisis estadístico**
 - Para el análisis estadístico de variables, se utilizó el programa SPSS® versión 22. En los resultados se emplearon las siguientes pruebas con un nivel de significancia del 5%.
- **Descriptiva:**
 - Barras de error estándar
- **Interferencial (Paramétrica):**
 - ANOVA.
 - Prueba de DUNCAN AL 5%.
 - Para las variables de salida que fueron evaluadas en función de tiempo, se utilizó el modelo de Medidas Repetidas.
 - Se utilizó Diseño de Bloques al Azar (D.B.A.).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Producción

Cuadro N° 14. Efecto de las fitasas sobre la variable mortalidad semanal.

Parámetros* Mortalidad Semanal (%)	Tratamiento Utilizado						SEM	Valor- p
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
	(DC)	(DCN)	(QB®+OT)	(QB®)	(RNP®+OT)	(RNP®)		
	Medi a	Media	Media	Media	Media	Media		
S1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000%	-----
S2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000%	-----
S3	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,577%	0,555
S4	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,577%	0,555
S5	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,577%	0,555
S6	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,577%	0,555
S7	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,577%	0,555
S8	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,577%	0,555
S9	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,707%	0,700
S10	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,577%	0,555
S11	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,544%	0,062
S12	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,577%	0,555
S13	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,408%	0,427
S14	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,408%	0,427
Promedio general	0,43	0,50	0,21	0,21	0,14	0,14		

*Valores seguidos por diferentes letras difieren significativamente ($p < 0.05$) de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan.

*SEM: Error estándar de la media.

4.1.1 Mortalidad semanal

La mortalidad semanal (Cuadro N°14) de las codornices que recibieron la fitasa bacteriana y fúngica a partir de la tercera semana, no presentaron diferencia significativas ($p > 0,05$), ya que el valor-p calculado es superior lo que demuestra que todos los tratamientos son semejantes. Se pudo notar que los tratamientos, dieta control T1 (0,43%) y dieta control negativo T2 (0,50%), presentaron un mayor porcentaje de mortalidad, mientras que los tratamientos con fitasas fúngicas presentaron porcentajes más bajos en T5 (0,14%) y T6 (0,14%); seguido de los tratamientos con fitasas bacterianas T3 (0,21%) y T4 (0,21%). Probablemente estos resultados se deben a las medidas de crianza que se presentaron durante la investigación.

**Cuadro N° 15.** Efecto de las fitasas sobre la variable postura semanal.

Parámetros* Postura Semanal (%)	Tratamiento Utilizado						SEM	Valor- p
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
	(DC)	(DCN)	(QB®+OT)	(QB®)	(RNP®+OT)	(RNP®)		
	Media	Media	Media	Media	Media	Media		
S1	87,56	85,27	90,01	89,28	87,13	85,87	1,852%	0,424
S2	87,00	88,99	90,70	89,41	89,28	92,30	1,472%	0,220
S3	85,79	86,56	89,95	88,44	87,59	90,01	1,807%	0,470
S4	87,42	86,43	90,30	88,00	87,95	87,87	1,794%	0,772
S5	86,11	86,14	90,14	90,38	88,10	89,38	1,717%	0,302
S6	86,08	85,65	88,95	89,26	86,16	87,10	1,724%	0,547
S7	85,60	85,53	87,20	87,29	84,71	87,81	1,556%	0,676
S8	87,35	85,99	90,26	89,23	87,30	89,94	1,532%	0,300
S9	86,89	87,79	90,45	91,18	88,25	91,04	1,512%	0,207
S10	87,59	88,39	89,07	93,10	88,75	90,57	1,669%	0,234
S11	88,73	90,57	90,42	91,61	88,95	92,63	1,445%	0,380
S12	87,19	90,10	89,33	89,88	86,84	88,87	1,165%	0,238
S13	86,49	89,17	87,52	88,17	87,91	88,72	1,704%	0,907
S14	84,50	86,07	85,21	86,18	86,65	84,57	1,526%	0,881
Promedio general	86.74	87.33	89.25	89.39	87.54	89.05		

*Valores seguidos por diferentes letras difieren significativamente ($p < 0.05$) de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan.

4.1.2 Postura semanal

La postura semanal (Cuadro N°15) de las codornices que recibieron la fitasa bacteriana y fúngica no presentaron diferencia significativas ($p > 0,05$), ya que el valor-p calculado es superior, lo que demuestra que todos los tratamientos son semejantes. El porcentaje más alto de postura se obtuvo en las codornices alimentadas con fitasas bacterianas en T3 (89,25%) y T4 (89,39%) en relación a los tratamientos con fitasas fúngicas T5 (87,54%) y T6 (89,05%), mientras que los porcentajes más bajos se presentaron en dieta control T1 (86,74%) y la dieta control negativo T2 (87,33%). A diferencia de lo encontrado por (Um & Paik, 1999) citado por (Benjamín, 2004) quienes observaron que la enzima fitasa aumentó significativamente ($p < 0,05$) el porcentaje de postura en un 1,16% en gallinas de 21-40 semanas de edad con niveles de fósforo disponible (FD) de 0,37% y 500 U/kg en dietas a base de maíz-soya.

Cuadro N° 16. Efecto de las fitasas sobre la variable producción de huevos

Parámetros*	Tratamiento Utilizado						SEM	Valor-p
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
	(DC)	(DCN)	(QB®+OT)	(QB®)	(RNP®+OT)	(RNP®)		
	Media	Media	Media	Media	Media	Media		
Mortalidad Acumulada (%)	6,00 ^{ab}	7,00 ^b	3,00 ^{ab}	3,00 ^{ab}	2,00 ^a	2,00 ^a	1,484%	0,083
Postura Viable (%)	85,00 ^a	85,80 ^{ab}	88,20 ^b	87,90 ^{ab}	86,40 ^{ab}	87,40 ^{ab}	0,969%	0,153
Huevos Rotos (%)	1,70 ^b	1,40 ^{ab}	1,00 ^a	1,40 ^{ab}	1,20 ^{ab}	1,10 ^{ab}	0,208%	0,213
Huevos Fáfara (%)	0,35 ^a	0,10 ^a	0,10 ^a	0,20 ^a	0,12 ^a	0,69 ^a	0,265%	0,580

*Valores seguidos por diferentes letras difieren significativamente ($p < 0.05$) de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan.

4.1.3 Mortalidad acumulada

El porcentaje de mortalidad acumulada, con la aplicación de la prueba estadística de Duncan al 5 %, no presentó diferencias significativas $p > 0,05$, la adición de fitasas fúngicas al alimento, presentaron un bajo porcentaje de mortalidad en T5 (2,00%) y T6 (2,00%), seguido de los tratamientos con fitasas bacterianas T3 (3,00%) y T4 (3,00%); mientras que los porcentajes más altos se presentaron en los tratamientos dieta control T1 (6,00%) y dieta control negativo T2 (7,00%).

4.1.4 Postura viable

Los porcentajes más bajos de postura viable, fueron obtenidos en los tratamientos dieta control T1 (85,00%) y dieta control negativo T2 (85,80%).

La incorporación de fitasa en el alimento no arrojó diferencias significativas ($p > 0,05$), se puede notar un porcentaje más alto con fitasas bacterianas T3 (88,20%) y T4 (87,90%), seguido de las fitasas fúngicas T5 (86,40%) y T6 (87,40%). Similar a lo determinado por (D`Avila, 2008) donde no hubo diferencias estadísticas ($p > 0,05$) en el porcentaje de producción de huevos viables /día/codorniz en función de dos niveles de fitasa en la dieta.

4.1.5 Huevos rotos

En esta variable, la incorporación de la enzima fitasa en el alimento, no arrojó diferencias significativas ($p > 0,05$), se pudo notar que los tratamientos dieta control T1

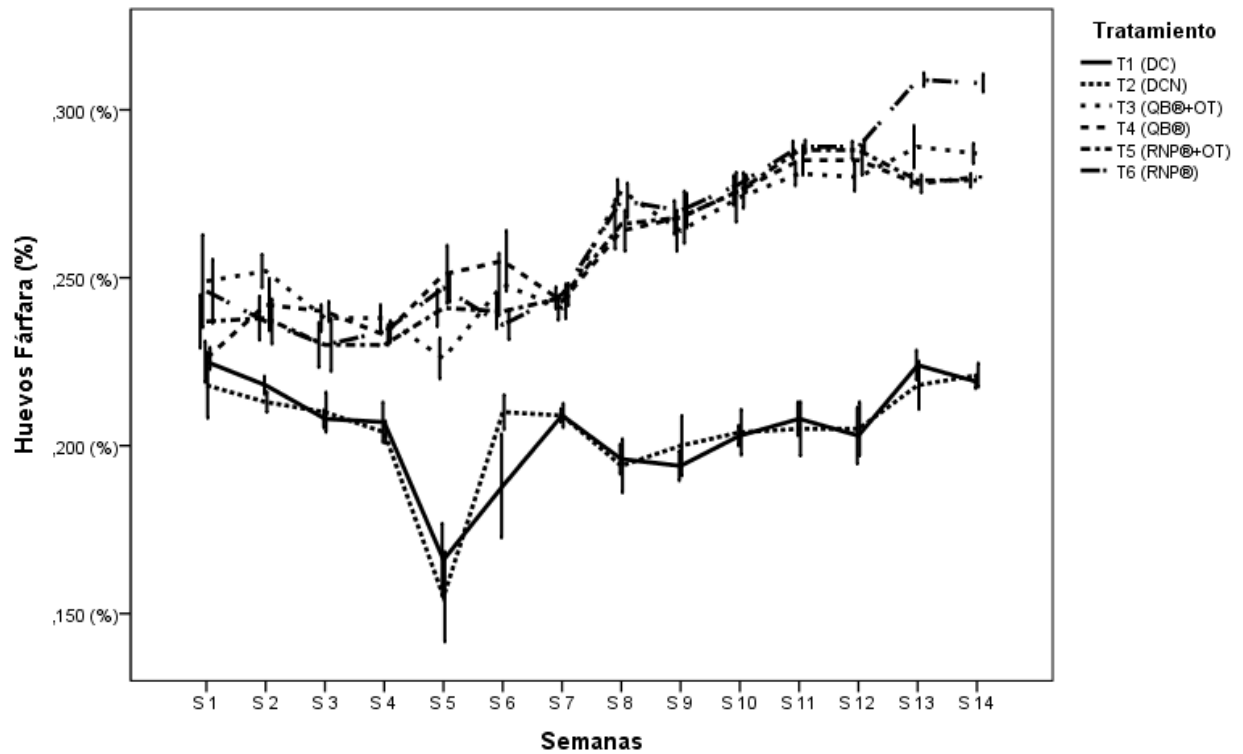


(1,70%), dieta control negativo T2 (1,40%) y el tratamiento con fitasa bacteriana T4 (1,40%) presentaron un mayor porcentaje de huevos rotos, mientras que el tratamiento con fitasa bacteriana presentó el porcentaje más bajo en T3 (1,00%). Seguido de los tratamientos con fitasas fúngicas presentaron porcentajes bajos en T5 (1,20%) y T6 (1,10%).

Resultado similar al de Acosta et al. (2008) quien afirma que con respecto al índice de ruptura, no observaron diferencias significativas entre las fuentes de fosfato y la fitasa. De la misma forma Terreros (2001) citado por (Benjamín, 2004) quien evaluó el porcentaje de huevos defectuosos (trizados y quebrados) no encontrando diferencias al incorporar 300 o 600 U/kg de alimento. Mientras que (Um & Paik, 1999) citado por (Benjamín, 2004) tampoco encontraron diferencias al utilizar 500 U de fitasa/ kg de alimento.

4.1.6 Huevos fárfara

El porcentaje de huevos fárfara, no presentó diferencias significativas ($p>0,05$) entre los tratamientos, se observa que el tratamiento con fitasa fúngica presentó el porcentaje más alto T6 (0,69%) junto con el tratamiento control T1 (0,35%), el resto de tratamientos, dieta control negativo T2 (0,10%), el tratamiento con fitasa fúngica T5 (0,12%) y los tratamientos con fitasa bacteriana T4 (1,40%) presentaron un menor porcentaje de huevos fárfara (Ilustración 6.).

Ilustración 6. Comportamiento de huevos fárfara en función del tiempo.

Elaborado: Villacís y Vizhco 2015.

Al inicio del experimento, existió homogeneidad en los tratamientos T1 0,35% y T2 0,20%, conforme avanzó la investigación, no hubo un comportamiento significativo entre estos. En los tratamientos T3 0,24%, T4 0,25%, T5 0,12% y T6 0,72% hubo un comportamiento similar hasta la semana 12. Pero en las semanas 13 y 14 el tratamiento T6 difiere estadísticamente ($p < 0,05$) de los otros.

Cuadro N° 17. Efecto de las fitasas sobre la variable peso de los huevos y peso de las aves.

Parámetros*	Tratamiento Utilizado						SEM	Valor-p
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
	(DC)	(DCN)	(QB®+OT)	(QB®)	(RNP®+OT)	(RNP®)		
Peso de los huevos (gr)	Media SE 12,01 ^a ±0,07	Media SE 12,25 ^b ±0,05	Media SE 12,53 ^d ±0,03	Media SE 12,36 ^{bc} ±0,04	Media SE 12,45 ^{cd} ±0,07	Media SE 12,46 ^{cd} ±0,07	5,489%	0,000
Peso de las aves (gr)	150,85 ^a ±0,02	151,47 ^a ±0,16	150,72 ^a ±0,43	151,55 ^a ±0,42	151,39 ^a ±0,56	151,55 ^a ±0,28	37,738%	0,446

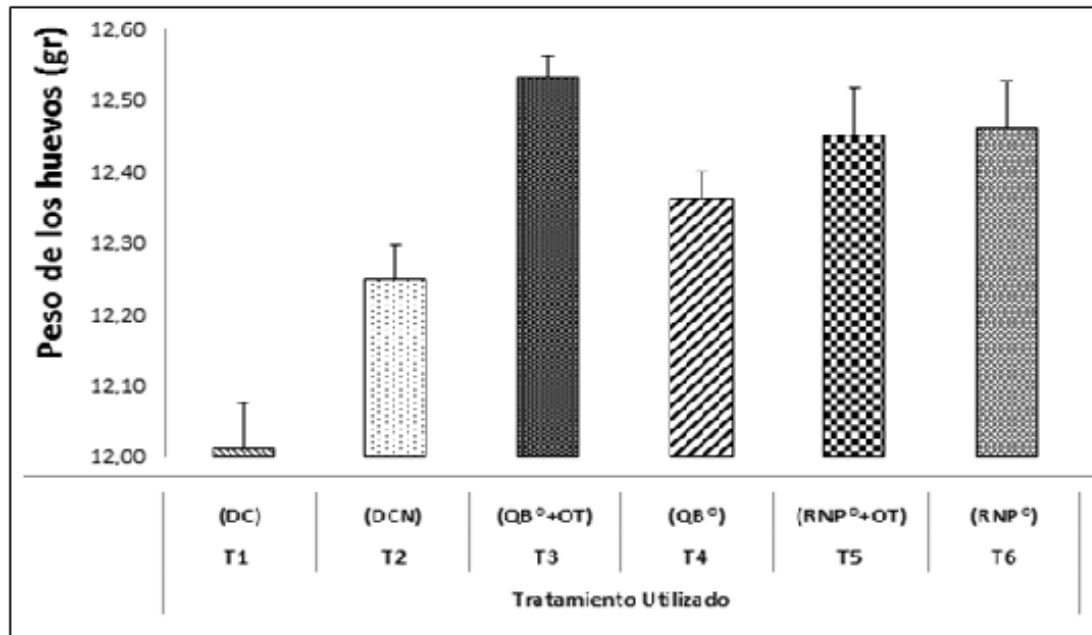
*Valores seguidos por diferentes letras difieren significativamente ($p < 0.05$) de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan.

4.1.7 Peso de los huevos

Las codornices que recibieron fitasas bacterianas, presentaron mayores incrementos de peso de los huevos T3 (12,53gr), que presentan diferencias altamente significativas ($p < 0,05$) con las respuestas alcanzadas con dieta control T1 (12,01%), dieta control negativo T2 (12,25%), las dietas con fitasas fúngicas T5 (12,45), T6 (12,46), al igual que el tratamiento con fitasa bacteriana T4 (12,36%) que presentaron menores respuestas. La inclusión de fitasas en el alimento incidió en el peso de los huevos (Ilustración 7.). Concordando con Acosta et al. (2008) quienes encontraron que la interacción entre la fuente de P y la inclusión de fitasa (450 UF) para el peso del huevo, en las semanas 29 y 49, fue significativa. Según Rutherford et al. (2007), citado por Acosta et al. (2008) afirma que estos resultados pueden atribuirse no solo a la mayor digestibilidad de aminoácidos, energía y proteína, la cual determina el empleo de las fitasas, sino también al papel beneficioso del P en el metabolismo intermediario.

Mientras que Gutiérrez et al. (2011) afirma que no observaron efectos significativos ($p > 0,05$) de las dietas o su interacción con la enzima en el peso de los huevos. Concordando con Mohammed et. al. (2010), mostraron que la suplementación con fitasa significativamente ($p < 0,01$) redujo el peso del huevo. Scott et al. (1999) indica que la suplementación de la fitasa no tuvo ningún efecto significativo sobre el peso del huevo.

El peso es variable, dependiendo de la edad de las ponedoras, siendo más pequeños en la etapa del comienzo y el final del ciclo de postura (Ryu, 2012). El peso le da el valor comercial al producto y además, determina su incubabilidad, el rango de peso está entre 9,6 y 10 gr, con un coeficiente de variación de 0,8 gr. (Marin, 2011).

Ilustración 7. Peso de los huevos (gr) de las aves en estudio.

Elaborado: Villacís y Vizhco 2015.

En el peso de los huevos en T3 ($12,53 \pm 0,03$) se apreció una mayor dispersión, siendo menor en los tratamientos T1 ($12,01 \pm 0,07$), T2 ($12,25 \pm 0,05$) y T4 ($12,36 \pm 0,04$), mientras que los tratamientos T5 ($12,45 \pm 0,07$) y T6 ($12,46 \pm 0,07$) fueron similares en su dispersión.

4.1.8 Peso de las aves

Al inicio de la investigación, las aves pesaron 113,93gr como promedio, se les proporcionó una cantidad de alimento de 23gr de alimento/día/cada ave, dividido en dos raciones diarias, la misma fue constante en todo el periodo de la investigación.

Las codornices que recibieron fitasas bacterianas T4 (151,55gr) y fitasas fúngicas T6 (151,55gr) presentaron mayores incremento de peso de las aves, observándose diferencias no significativas ($p > 0,05$) con las respuestas alcanzadas con dieta control T1 (150,85gr), dieta control negativo T2 (151,47gr), la dieta con fitasa bacteriana T3 (150,72gr), al igual que el tratamiento con fitasa funguica T5 (151,39gr) que manifestaron menor incremento de peso de las aves.



Esto se debe que, al aplicar la enzima fitasa se rompe el fitato, logrando la liberación de otros minerales (tales como el Ca, Mg, Zn, Fe y Cu), carbohidratos, proteínas y aminoácidos, los cuales están ligados al fitato (Benjamín, 2004). Permitted de esta forma absorber la proteína a través de las vellosidades intestinales y se convierte en tejido muscular, alcanzando mayor peso en relación con el tratamiento control.

La mayoría de los autores señalan que al agregar fitasa en dietas bajas en fósforo disponible (FD) (0,15– 0,25%), las aves recuperan el peso perdido alcanzar niveles del control (0,40 % FD), similar a lo observado en este estudio. Scott *et al.* (1999) utilizando niveles de FD de 0,40% y 500 U de fitasa/kg de dieta, observó una disminución significativa ($p < 0,05$) en el peso corporal. En contraste, Keshavarz (2000a) observó que el peso corporal aumentaba significativamente al adicionar fitasa en dietas con 0,40% de FD, (Benjamín, 2004).

4.2 Calidad de Huevo

Cuadro N° 18. Efecto de las fitasas sobre la variable calidad del huevo.

Parámetros*	Tratamiento Utilizado						SEM	p-valor
	T1 (DC) Media	T2 (DCN) Media	T3 (QB®+OT) Media	T4 (QB®) Media	T5 (RNP®+OT) Media	T6 (RNP®) Media		
Grosor de la cáscara (mm)	0,2044 ^a	0,2046 ^a	0,2597 ^b	0,259 ^{2^b}	0,2571 ^b	0,2636 ^c	0,0892 %	0,001
Índice de yema (%)	0,46 ^b	0,45 ^b	0,44 ^a	0,45 ^a	0,44 ^a	0,44 ^a	0,242%	0,001
Índice Morfológico (%)	77,57 ^c	77,15 ^{a_{bc}}	76,72 ^a	77,10 ^{abc}	77,31 ^{bc}	76,88 ^{ab}	15,496 %	0,005
Pigmentación de la yema (%)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,000%	-----

*Valores seguidos por diferentes letras en una misma fila difieren significativamente ($p < 0,05$) de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan.

En este cuadro se expresa cuatro variables de la calidad del huevo donde se indica el resultado de los tratamientos que fueron investigados.



4.2.1 Grosor de la cáscara

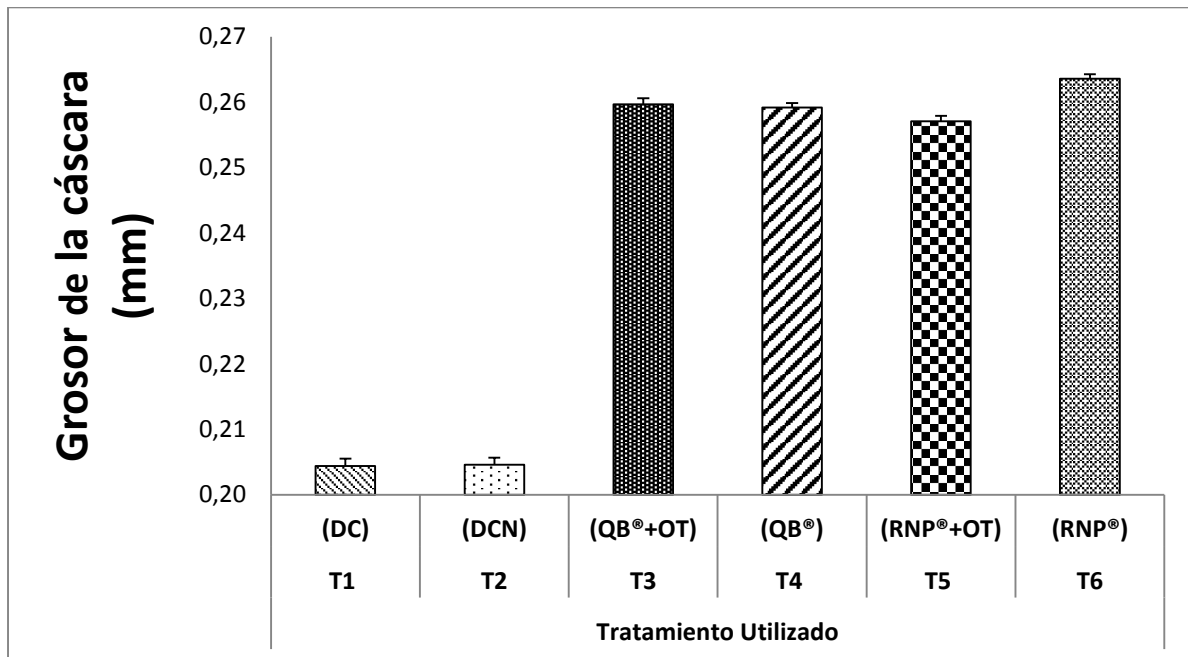
El grosor de la cáscara, determinó diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$); así, el grosor de la cáscara de los huevos producido en T6 (0,2636mm) por la fitasa fúngica es el más alto, seguido de los tratamientos con fitasas bacterianas T3 (0,2597mm), T4 (0,2592mm) y el tratamiento con fitasa fúngica T5 (0,2571mm), supera estadísticamente con los tratamientos control T1 (0,2044mm) y dieta control negativo (0,2046mm) (Ilustración 8.).

Esto se debe, a que el ácido fítico forma sales insolubles pH neutro con numerosos cationes di y trivalentes (Ca, Mg, Zn, Cu, Co, Fe, Mn, Cu) impidiendo su absorción a nivel intestinal. Por ello se le considera como un antinutriente en la alimentación.

La principal problemática se da con el Ca, Zn y Cu, debido a que sólo el IP-6 tiene poder quelante con los minerales, se puede explicar, al menos en parte, la acción positiva de las fitasas sobre la absorción del Ca y otros minerales (Rebollar & Mateos, 1999). (Sanmiguel, 2011), afirmó en un estudio realizado con gallinas Hy Line White que la adicción de fitasa en dietas deficientes en P disponible y sin inclusión de una fuente concentrada de fósforo inorgánico mejora la conversión alimentaria, el porcentaje de postura y el grosor del cascarón.

Según Shehab et al. (2012), indicó que en relación con el grosor de la cáscara durante el periodo comprendido entre 9-13 semanas de edad, no había aumento significativo ($p > 0,05$) en el grupo alimentado con dieta suplementada con fitasa.

Estos resultados están en armonía con los de Koksall et al. (2010) quien mencionó encontrar que la suplementación fitasa no tuvo ningún efecto significativo en el grosor de la cáscara de las gallinas ponedoras. Mientras Sharifi et al. (2012) aseguró que la suplementación con fitasa aumenta significativamente ($p < 0.05$) el espesor de la cáscara, porcentaje de cáscara de huevo.

Ilustración 8. Grosor de la cáscara (mm) de los huevos en estudio.

Elaborado: Villacís y Vizhco 2015.

Los tratamientos T1 ($0,2044 \pm 0,0011$), T2 ($0,2046 \pm 0,0011$), T3 ($0,2597 \pm 0,0009$), T4 ($0,2592 \pm 0,0007$) y T5 ($0,2571 \pm 0,0008$) presentaron menor dispersión. Se apreció una mayor dispersión en el tratamiento T6 ($0,2636 \pm 0,0007$).

4.2.2 Índice de yema (%)

Para esta variable, se observó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos, según el análisis de la prueba de Duncan al 5%, se identificaron dos rangos de acuerdo a los valores obtenidos (cuadro N° 17). En el primer rango se encuentra las fitasas bacterianas y las fitasas fúngicas T3 (0,44%), T4 (0,45%), T5 (0,44%) y T6 (0,44%) presentando homogeneidad, seguido por dieta control T1 (0,46%) y dieta control negativo T2 (0,45%).

Estos resultados nos permitieron determinar buena calidad concordando con (García, Berrocal, & More, 2013), quienes indican que el índice de la yema es considerado un factor de calidad, índice superior a 65% significa calidad excelente, de 65% a 35% buena calidad y menos de 35% mala calidad.



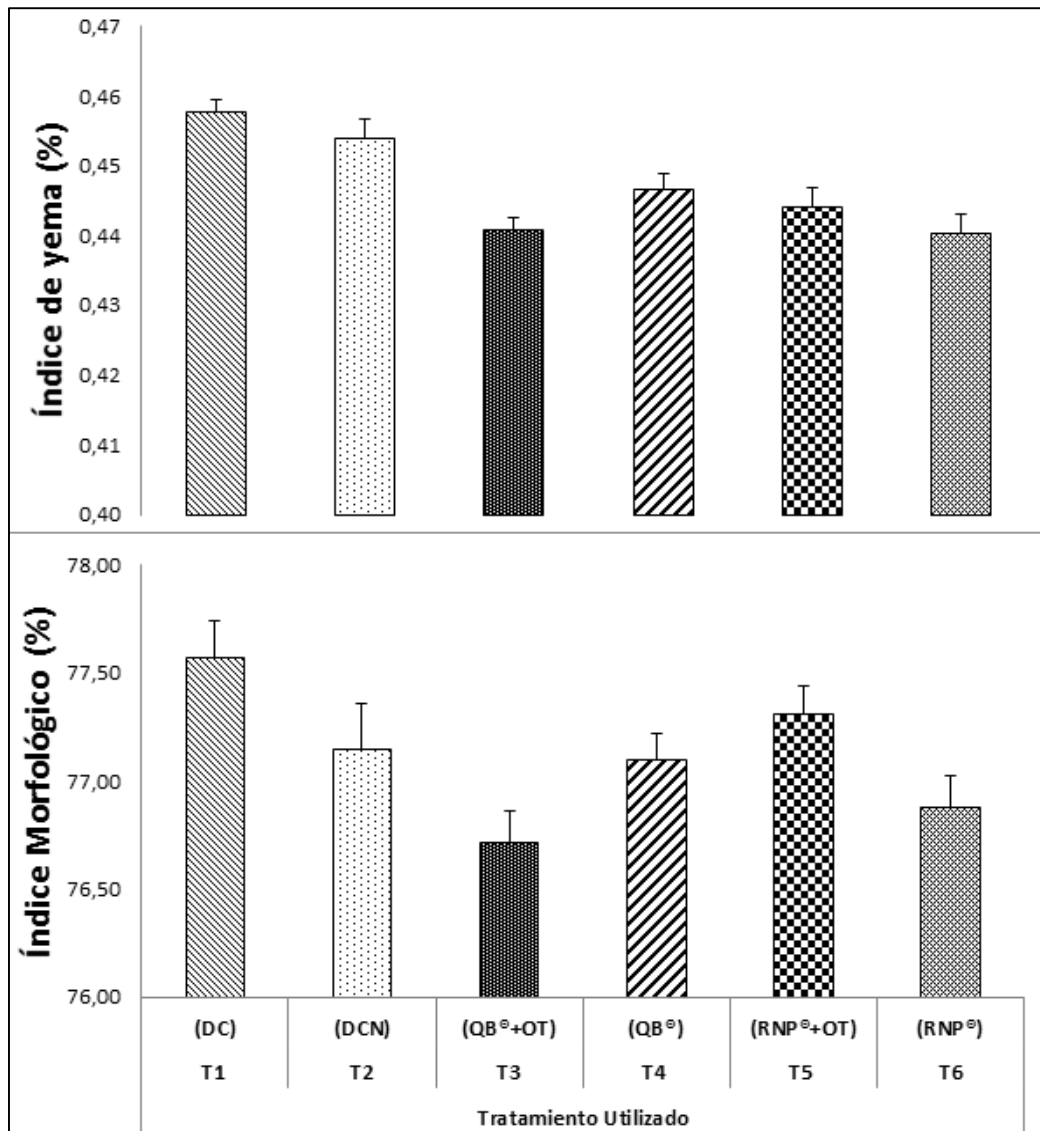
Estos resultados contrastan con los mencionados por Mohammed et al. (2010) donde la suplementación con fitasa mostró diferencias insignificantes. Sharifi et al. (2012) describen que el índice de yema no fue afectado significativamente por los tratamientos dietéticos (fósforo no fitato (NPP) y fitasa).

4.2.3 Índice Morfológico (%)

En porcentaje de índice morfológico; no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$), así, el índice morfológico mayor de los huevos es del tratamiento dieta control T1 (77,57%) y dieta control negativo T2 (77,15%). Mientras que el menor índice morfológico de los huevos producido por las codornices, es de los tratamientos con fitasas bacterianas y fúngicas T3 (76,72%), T4 (77,10%), T5 (77,31%) y T6 (76,88%).

Estos resultados están dentro de los rangos normales de huevo comercial de gallina concordando con Buxadé, C (1993) citado por (Pazmiño, 2013) quien manifiesta, que el índice de forma del huevo oscila entre el 70 a 75% para una forma elíptica típica; no obstante puede ser 65% para huevos muy largos y 82% para los muy redondos, los muy largos o muy redondos no son aceptados en buen grado en el mercado por ser muy susceptible a romperse.

En el (cuadro N° 17), se puede observar una homogeneidad en la forma y tamaño. Su forma es de especial interés para facilitar el envasado y transporte de los huevos, esto concuerda con lo mencionado por la (Periago, 2011).

Ilustración 9. Índice de yema (%) e índice morfológico (%) en estudio.

Elaborado: Villacís y Vizhco 2015.

Los resultados de T1 (0,46%) presentaron un mayor índice de yema. Se presentaron un menor porcentaje en los tratamientos T2 (0,45%) y T4 (0,45%), mientras los tratamientos T3 (0,44%), T5 (0,44%) y T6 (0,44%) fueron similares en su dispersión. Los resultados de índice morfológico indicaron que el tratamiento T1 (77,57%) y T2 (77,15%) presentaron un mayor índice, siendo menor en los tratamientos T3 (76,72%) y T4 (77,10%). Mientras que los tratamientos T5 (77,31%) y T6 (77,88%) fueron similares.



4.3 Relación Beneficio-Costo

Cuadro N° 19. Relación beneficio/costo.

Parámetros*	Tratamiento Utilizado						SEM	p-valor
	T1 (DC)	T2 (DCN)	T3 (QB®+OT)	T4 (QB®)	T5 (RNP®+OT)	T6 (RNP®)		
	Media	Media	Media	Media	Media	Media		
Egresos (\$)	46,56 ^d	45,82 ^a	46,63 ^e	45,92 ^b	46,64 ^e	46,27 ^c	0,524%	0,000
Ingresos (\$)	51,39 ^a	51,72 ^a	53,82 ^b	53,80 ^b	53,60 ^b	53,84 ^b	16,531%	0,001
Relación B/C (\$)	1,10 ^a	1,13 ^{ab}	1,15 ^{bc}	1,17 ^c	1,15 ^{bc}	1,16 ^c	0,348%	0,000

***Valores seguidos por diferentes letras difieren significativamente ($p < 0.05$) de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan.**

Este cuadro, presenta la evaluación económica para los seis tratamientos en la producción de huevos de codorniz, mediante la utilización de fitasas en los alimentos balanceados.

Se ha determinado (cuadro N° 18) que el mejor índice de Beneficio/Costo, se obtuvo con el tratamiento T4 con un valor de 1,17 USD, en comparación con los demás tratamientos T1 (1,10 USD), T2 (1,13 USD), T3 (1,15 USD), T5 (1,15 USD) y T6 (1,16 USD).



5 CONCLUSIONES

Al finalizar esta investigación, la misma que tuvo una duración de 14 semanas y en la que se evaluó dos tipos de fitasa sobre la productividad y calidad del huevo en codornices se pudo concluir que:

- La utilización de fitasas comerciales en un esquema de formulación On Top, tienen un efecto positivo sobre la calidad del cascarón, reduciendo la cantidad de huevos rotos e incrementando el grosor del cascarón.
- El promedio de pigmentación de yema, que se logró obtener durante las 14 semanas de esta evaluación, fue de 4 de acuerdo al abanico colorimétrico de DSM (tonalidad amarillos muy pálidos), que no difiere en ninguno de los tratamientos.
- Las variables: peso de los huevos, grosor de la cáscara, índice de yema, índice morfológico, registraron diferencias estadísticas.
- El mayor peso (gr) de los huevos se obtuvo en las aves del tratamiento T3.
- Las aves del tratamiento T6, son las que presentaron mayor grosor de la cáscara .
- La utilización de fitasas comerciales, para el índice de yema, determinó una buena calidad para todos los tratamientos.
- El porcentaje de índice morfológico oscila entre el 76,72% a 77,57% para una forma elíptica típica.
- Al analizar la variable relación beneficio/costo, podemos decir, que la mayor rentabilidad económica registra el T4 con 0,17USD, debido a los valores de la matriz para Quantum Blue® para gallina de postura.



6 RECOMENDACIONES

- Para mejorar la calidad del producto en el grosor de cascarón, índice de yema, peso de los huevos e índice morfológico, se debe considerar la alimentación con fitasas.
- Se recomienda realizar esta investigación a la cuarta semana, para poder medir los parámetros de producción, debido a que esta investigación se realizó durante el pico de postura.
- Considerar los estudios para medir la cantidad de fósforo al ambiente, en la excreción, debido al mayor aprovechamiento que hace el ave del fósforo fítico.



7 BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, A., & Cárdenas, M. (2006). *El fósforo en la alimentación de las aves*. Obtenido de Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA): <http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20ACPA/2006/REVISTA%2001/20%20EL%20FOSFOR.pdf>
2. Acosta, A., Lon-Wo, E., Cardenas, M., & Almeida, M. (2008). Comportamiento productivo y metabolismo mineral de gallinas, según la fuente de fósforo y la adición de una enzima fitasa (*Aspergillus ficuum*) en la dieta. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(3), 279-284.
3. Adeola, O., Dilger, R., Onyango, E., & Jendza, J. (8 de 11 de 2005). *UTILIZACIÓN DEL FÓSFORO EN AVES Y GANADO PORCINO*. Obtenido de FEDNA: http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/12_13_12_05CAP_XIV.pdf
4. Alvarado, P. (2009). *ESPE*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/1111/1/T-ESPE-022108.pdf>
5. Argüello, J. R. (11 de 10 de 2010). *Modo de acción y beneficio económico en la utilización de fitasas y xilanasas en pollo de engorde*. Obtenido de Engormix: <https://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/articulos/modo-accion-beneficio-economico-t3163/141-p0.htm>
6. Barbado, J. L. (2004). *Cría de codornices*. Buenos Aires: Editorial Albatros.
7. Benjamín, G. R. (2004). *Uso de fitasa y de un complejo enzimático a base de xilanasas, α -amilasa y proteasa sobre variables productivas y digestibilidad de calcio y fósforo en gallinas comerciales*. Obtenido de Repositorio.Uchile: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/130783>
8. Bühler, M. S. (1998). *Las enzimas en la nutrición animal*. Alemania: AWT. Traducción nuestra.



9. Buxadé Carbó, C. (1987). "Sistema de Explotación y Técnicas de Producción". En *La Gallina Ponedora*. Madrid: Ediciones Mundi.
10. Ciriaco, P. (1996). *Crianza de Codornices*. Lima.
11. Cumpa, G. M. (s.f.). *Agrolalibertad*. Recuperado el 25 de Agosto de 2014, de <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20DE%20CRIANZA%20DE%20CODORNIZ%2010-09-2009.pdf>
12. D`Avila, L. H. (2008). *Uso da enzima fitase em rações para Codornas Japonesas em portura*. Obtenido de http://www.tede.ufv.br/tesesimplificado/tde_arquivos/2/TDE-2009-03-11T055708Z-1562/Publico/texto%20completo.pdf
13. Durán, F. (2009). *Manejo y nutrición en aves de corral: construcciones - equipo - manejo - nutrición*. Bogotá: Grupo Latino Editores.
14. Febles, A. C. (1998). *Estudio del contenido de fitatos en derivados de cereales de consumo en canarias*. Obtenido de <ftp://tesis.bbtk.ull.es/ccppytec/cp15.pdf>
15. Flores, R. (2000). *Crianza de la Codorniz*. Lima: PROMDET.
16. GAD SININCAY. (2014). *Gobierno Parroquial de Sinincay*. Obtenido de <http://www.sinincay.gob.ec/>
17. García, T. R., Berrocal, J., & More, L. (16 de 05 de 2013). *FUNDESYRAM*. Obtenido de <http://www.fundesyram.info/biblioteca/displayFicha.php?fichaID=2801>
18. Gutiérrez, E. R., Anaya, A. H., Orozco, J., & Vidrio, J. S. (2011). Effect of Energy Level and Phytase Addition on Egg Production and Quality. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(6), 1368-1371.
19. Koksai, B., Sacakli, P., & Ergun, A. (2012). *Effects of phytase and vitamin d3 addition to diets containing distillers dried grains with solubles (DDGs) on*



- performance and some egg traits in laying hens*. Obtenido de <http://www.pjbs.org/ijps/fin2200.pdf>
20. Lerchundi, M. G. (2006). *Obtención de enzima fitasa a partir de una cepa del hongo Aspergillus ficuum, por medio de fermentación en sustrato sólido y sumergido*. Obtenido de UACH: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fcl614o/doc/fcl614o.pdf>
21. López, F. S. (10 de 2000). *Uso de enzimas en los piensos de cerdos y aves*. Obtenido de Magrama: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_MG/MG_2000_126_36_43.pdf
22. Marin, A. V. (19 de Junio de 2011). *Slideshare*. Recuperado el 2 de Julio de 2014, de La codorniz: crianza y explotación: <http://es.slideshare.net/CSSMAV/la-codorniz-monografia-aybar-valencia>
23. Méndez, J. (1998). *fitasas en Avicultura*. Barcelona. Obtenido de fitasas en Avicultura.
24. Mohammed, K., Toson, M., Hassanien, H., H, Soliman , M., & El-Nagar, S. (29 de 06 de 2010). *EFFECTS OF PHYTASE SUPPLEMENTATION ON PERFORMANCE AND EGG QUALITY OF LAYING HENS FED DIETS CONTAINING RICE BRAN*. Obtenido de <http://www.epsaegypt.com/wp-content/uploads/2013/03/1-1202.pdf>
25. Neira, V. A., Nava Reyna, E., Iliná, A., Álvarez, G. M., Gaona Lozano, J. G., & Martínez Hernández, J. L. (Abril de 2013). *Hevila*. Obtenido de <http://132.248.9.34/hevila/InvestigacionycienciaUniversidadautonomadeaguascalientes/2013/no57/8.pdf>
26. Ortiz, J. (2 de Agosto de 2011). *Scribd*. Obtenido de Obtenido de Anatomía de la Codorniz : <http://es.scribd.com/doc/68192685/Curso-de-Codornices-unidad-2>



27. Padilla, J. F. (2007). *Crianza de gallinas y codornices: Producción de huevos*. Lima: Comercializadora El Bibliotecólogo.
28. Pazmiño, C. G. (01 de 2013). *Influencia de las horas luz en la producción de huevos de codorniz (Coturnix coturnix japónica) en la parroquia*. Recuperado el 07 de 10 de 2015, de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4061/6/UPS-YT00179.pdf>
29. Periago, C. M. (2011). *Protocolo control de calidad huevos*. Obtenido de UNIVERSIDAD DE MURCIA: <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/higiene-inspeccion-y-control-alimentario-1/practicas-1/protocolos-control-de-calidad-huevos.pdf>
30. Quintana, J. A. (2011). *Avitecnia: manejo de las aves domesticas más comunes*. Mexico D. F.: Editorial Trillas.
31. Ramírez, C. H. (2004). *Biblioteca Ilustrada del Campo Aves Domésticas: Gallinas-patos-gansos-pavos-codornices*. Bogotá: Colombia: Enlace Cultural.
32. Rebollar, P., & Mateos, G. (1999). *El fósforo en nutrición animal. Necesidades, valoración de materias primas y mejora de la disponibilidad*. Obtenido de FEDNA: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/F%C3%B3foro_en_Alimentaci%C3%B3n_Animal.pdf
33. Remus, J. (08 de 2006). *LA AVICULTURA Y EL MEDIO AMBIENTE COSECHAN LOS BENEFICIOS DE LA NUEVA GENERACIÓN DE FITASAS*. Obtenido de <http://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2006/8/2053-la-avicultura-y-el-medio-ambiente-cosechan-los-beneficios-de-una-nueva-generacion-de-fitasas.pdf>
34. Rodríguez, F. O. (2006). *Cria de codornices para pequenos Emprendedores*. Buenos Aires: Hemisferio sur.



35. Rostagno, H. S. (2011). *Tablas brasileñas para aves y cerdos* (Tercera ed.). Vicoso.
36. Rubio, A. J. (10 de 11 de 2010). *Modo de acción y beneficio económico en la utilización de fitasas y xilanasas en pollo de engorde*. Obtenido de Engormix: <https://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/articulos/modo-accion-beneficio-economico-t3163/141-p0.htm>
37. Ryu, A. I. (9 de Marzo de 2012). *La cría de la codorniz para producción de huevos*. Recuperado el 3 de Julio de 2014, de Temas Agropecuarios: <http://actualizandocambios.blogspot.com/2012/03/la-cria-de-codorniz-para-produccion-de.html>
38. Sánchez, R. C. (2004). *Crianza y Comercialización de la Codorniz - Coturnicultura* (1ª Ed. ed.). Lima, Perú: Ripalme.
39. Sanmiguel, P. A. (06 de 12 de 2011). *Investigación y uso de fitasas en avicultura*. Obtenido de <http://wb.ucc.edu.co/sdmvz/files/2013/04/articulo-07-vol7-n15.pdf>
40. SCOTT, T., KAMPEN, R., & SILVERSIDES, F. (1999). *The Effect of Phosphorus, Phytase Enzyme, and Calcium on the Performance of Layers Fed Corn-Based Diets*. Obtenido de <http://ps.oxfordjournals.org/content/78/12/1742.full.pdf>
41. Sharifi, M. R., Shargh, M. S., Senobar, H., & Jenabi, S. (18 de march de 2001). The effects of dietary nonphytate phosphorus levels and phytase on laying performance and egg quality parameters of Japanes quails (*Coturnix coturnix Japonica*). *Arch.Geflugelk.*, 76(1), 13-19.
42. Sharifi, M., Shargh, M., Hassani, S., Senobar, H., & Jenabi, S. (2012). *The effects of dietary nonphytate phosphorus levels and phytase on laying performance and egg quality parameters of Japanese quails (Coturnix coturnix Japonica)*.



43. Shehab, A., Khedr, N., Zahran, K., Ahmed, T., & Esmaeil., F. (2012). *Effect of Dietary Enzyme supplementation on Egg Laying. Performance and Nutrient Digestibility of Japanese Quails*. Obtenido de <http://www.scopemed.org/?mno=25536>
44. Torres, S. C. (2002). *Manual Agropecuario: Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente* (Vol. II). Bogotá: Fundación Hogares Juveniles Campesinos.
45. Trujillo Villa, A. L. (2012). "EFECTO DE LA FITASA LIQUIDA ADICIONADA AL AGUA EN POLLOS CON DIETAS COMERCIALES". Obtenido de Epoch:
<http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/2272/1/17T1163.pdf>
46. Um, J., & Paik, I. (1999). *Effects of microbial phytase supplement on egg production, eggshell quality, and mineral retention of hens fed different levels of phosphorus*. Obtenido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10023751>
47. Vásquez, R. B. (2008). *La cria de codornices*. Bogota: Produmedios.
48. Vilchez, P. C., & Otavio , S. J. (9 de Mayo de 2014). *Importancia de las Enzimas en la Nutrición Avícola*. Recuperado el 20 de Julio de 2014, de Actualidad Avipecuaria:
<http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/importancia-de-las-enzimas-en-la-nutricion-avicola.html>

**8 ANEXOS****Anexos 1.** Prueba estadística paramétrica: ANOVA, mortalidad semanal.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Mortalidad semana 1	Entre grupos	0,000	5	0,000		
	Dentro de grupos	0,000	54	0,000		
	Total	0,000	59			
Mortalidad semana 2	Entre grupos	0,000	5	0,000		
	Dentro de grupos	0,000	54	0,000		
	Total	0,000	59			
Mortalidad semana 3	Entre grupos	,001	5	,000	,800	,555
	Dentro de grupos	,018	54	,000		
	Total	,019	59			
Mortalidad semana 4	Entre grupos	,001	5	,000	,800	,555
	Dentro de grupos	,018	54	,000		
	Total	,019	59			
Mortalidad semana 5	Entre grupos	,001	5	,000	,800	,555
	Dentro de grupos	,018	54	,000		
	Total	,019	59			
Mortalidad semana 6	Entre grupos	,001	5	,000	,800	,555
	Dentro de grupos	,018	54	,000		
	Total	,019	59			
Mortalidad semana 7	Entre grupos	,001	5	,000	,800	,555
	Dentro de grupos	,018	54	,000		
	Total	,019	59			
Mortalidad semana 8	Entre grupos	,001	5	,000	,800	,555
	Dentro de grupos	,018	54	,000		
	Total	,019	59			
Mortalidad semana 9	Entre grupos	,002	5	,000	,600	,700
	Dentro de grupos	,027	54	,001		
	Total	,029	59			
Mortalidad semana 10	Entre grupos	,001	5	,000	,800	,555
	Dentro de grupos	,018	54	,000		
	Total	,019	59			
Mortalidad semana 11	Entre grupos	,003	5	,001	2,250	,062
	Dentro de grupos	,016	54	,000		
	Total	,019	59			
Mortalidad semana 12	Entre grupos	,001	5	,000	,800	,555
	Dentro de grupos	,018	54	,000		
	Total	,019	59			
Mortalidad semana 13	Entre grupos	,001	5	,000	1,000	,427
	Dentro de grupos	,009	54	,000		
	Total	,010	59			
Mortalidad semana 14	Entre grupos	,001	5	,000	1,000	,427
	Dentro de grupos	,009	54	,000		
	Total	,010	59			

**Anexos 2.** Prueba estadística de Duncan: mortalidad semanal.

Mortalidad semana 3			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 2	10	,00000 ^a
	Tratamiento 4	10	,00000 ^a
	Tratamiento 5	10	,00000 ^a
	Tratamiento 6	10	,00000 ^a
	Tratamiento 1	10	,01000 ^a
	Tratamiento 3	10	,01000 ^a
	Sig.		,293
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			

Mortalidad semana 4			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 2	10	,00000 ^a
	Tratamiento 3	10	,00000 ^a
	Tratamiento 4	10	,00000 ^a
	Tratamiento 6	10	,00000 ^a
	Tratamiento 1	10	,01000 ^a
	Tratamiento 5	10	,01000 ^a
	Sig.		,293
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			



Mortalidad semana 5			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 1	10	,00000 ^a
	Tratamiento 2	10	,00000 ^a
	Tratamiento 3	10	,00000 ^a
	Tratamiento 5	10	,00000 ^a
	Tratamiento 4	10	,01000 ^a
	Tratamiento 6	10	,01000 ^a
	Sig.		,293
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			

Mortalidad semana 6			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 3	10	,00000 ^a
	Tratamiento 4	10	,00000 ^a
	Tratamiento 5	10	,00000 ^a
	Tratamiento 6	10	,00000 ^a
	Tratamiento 1	10	,01000 ^a
	Tratamiento 2	10	,01000 ^a
	Sig.		,293
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			



Mortalidad semana 7			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 3	10	,00000 ^a
	Tratamiento 4	10	,00000 ^a
	Tratamiento 5	10	,00000 ^a
	Tratamiento 6	10	,00000 ^a
	Tratamiento 1	10	,01000 ^a
	Tratamiento 2	10	,01000 ^a
	Sig.		,293
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			

Mortalidad semana 8			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 2	10	,00000 ^a
	Tratamiento 4	10	,00000 ^a
	Tratamiento 5	10	,00000 ^a
	Tratamiento 6	10	,00000 ^a
	Tratamiento 1	10	,01000 ^a
	Tratamiento 3	10	,01000 ^a
	Sig.		,293
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			



Mortalidad semana 9			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 1	10	,00000 ^a
	Tratamiento 3	10	,00000 ^a
	Tratamiento 5	10	,00000 ^a
	Tratamiento 2	10	,01000 ^a
	Tratamiento 4	10	,01000 ^a
	Tratamiento 6	10	,01000 ^a
	Sig.		,391
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			

Mortalidad semana 10			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 1	10	,00000 ^a
	Tratamiento 3	10	,00000 ^a
	Tratamiento 5	10	,00000 ^a
	Tratamiento 6	10	,00000 ^a
	Tratamiento 2	10	,01000 ^a
	Tratamiento 4	10	,01000 ^a
	Sig.		,293
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			



Mortalidad semana 11				
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Duncan ^a	Tratamiento 1	10	,00000 ^a	
	Tratamiento 3	10	,00000 ^a	
	Tratamiento 4	10	,00000 ^a	
	Tratamiento 5	10	,00000 ^a	
	Tratamiento 6	10	,00000 ^a	
	Tratamiento 2	10		,02000 ^b
	Sig.		1,000	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.				
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.				

Mortalidad semana 12			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 1	10	,00000 ^a
	Tratamiento 2	10	,00000 ^a
	Tratamiento 4	10	,00000 ^a
	Tratamiento 6	10	,00000 ^a
	Tratamiento 3	10	,01000 ^a
	Tratamiento 5	10	,01000 ^a
	Sig.		,293
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			



Mortalidad semana 13			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 1	10	,00000 ^a
	Tratamiento 3	10	,00000 ^a
	Tratamiento 4	10	,00000 ^a
	Tratamiento 5	10	,00000 ^a
	Tratamiento 6	10	,00000 ^a
	Tratamiento 2	10	,01000 ^a
	Sig.		,136
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			

Mortalidad semana14			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 2	10	,00000 ^a
	Tratamiento 3	10	,00000 ^a
	Tratamiento 4	10	,00000 ^a
	Tratamiento 5	10	,00000 ^a
	Tratamiento 6	10	,00000 ^a
	Tratamiento 1	10	,01000 ^a
	Sig.		,136
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			



Anexos 3. Prueba estadística paramétrica: ANOVA, postura semanal.

			Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Postura 1	semana	Entre grupos	,017	5	,003	1,005	,424
		Dentro de grupos	,185	54	,003		
		Total	,203	59			
Postura 2	semana	Entre grupos	,016	5	,003	1,456	,220
		Dentro de grupos	,117	54	,002		
		Total	,133	59			
Postura 3	semana	Entre grupos	,015	5	,003	,928	,470
		Dentro de grupos	,176	54	,003		
		Total	,191	59			
Postura 4	semana	Entre grupos	,008	5	,002	,504	,772
		Dentro de grupos	,174	54	,003		
		Total	,182	59			
Postura 5	semana	Entre grupos	,018	5	,004	1,244	,302
		Dentro de grupos	,159	54	,003		
		Total	,178	59			
Postura 6	semana	Entre grupos	,012	5	,002	,811	,547
		Dentro de grupos	,161	54	,003		
		Total	,173	59			
Postura 7	semana	Entre grupos	,008	5	,002	,633	,676
		Dentro de grupos	,131	54	,002		
		Total	,138	59			
Postura 8	semana	Entre grupos	,015	5	,003	1,247	,300
		Dentro de grupos	,127	54	,002		
		Total	,141	59			
Postura 9	semana	Entre grupos	,017	5	,003	1,494	,207
		Dentro de grupos	,123	54	,002		
		Total	,140	59			
Postura 10	semana	Entre grupos	,020	5	,004	1,413	,234
		Dentro de grupos	,151	54	,003		
		Total	,170	59			
Postura 11	semana	Entre grupos	,011	5	,002	1,084	,380
		Dentro de grupos	,113	54	,002		
		Total	,124	59			
Postura 12	semana	Entre grupos	,010	5	,002	1,402	,238
		Dentro de grupos	,073	54	,001		
		Total	,083	59			
Postura 13	semana	Entre grupos	,004	5	,001	,306	,907
		Dentro de grupos	,157	54	,003		
		Total	,161	59			
Postura 14	semana	Entre grupos	,004	5	,001	,348	,881
		Dentro de grupos	,126	54	,002		
		Total	,130	59			



Anexos 4. Prueba estadística de Duncan: postura semanal.

Postura semana 1			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 2	10	,85270 ^a
	Tratamiento 6	10	,85870 ^a
	Tratamiento 5	10	,87130 ^a
	Tratamiento 1	10	,87560 ^a
	Tratamiento 4	10	,89280 ^a
	Tratamiento 3	10	,90010 ^a
	Sig.		,119
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			

Postura semana 2				
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Duncan ^a	Tratamiento 1	10	,87000 ^a	
	Tratamiento 2	10	,88990	,88990 ^{ab}
	Tratamiento 5	10	,89280	,89280 ^{ab}
	Tratamiento 4	10	,89410	,89410 ^{ab}
	Tratamiento 3	10	,90700	,90700 ^{ab}
	Tratamiento 6	10		,92300 ^b
	Sig.		,119	,163
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.				
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.				



Postura semana 3			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 1	10	,85790 ^a
	Tratamiento 2	10	,86560 ^a
	Tratamiento 5	10	,87590 ^a
	Tratamiento 4	10	,88440 ^a
	Tratamiento 3	10	,89950 ^a
	Tratamiento 6	10	,90010 ^a
	Sig.		,155
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			

Postura semana 4			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 2	10	,86430 ^a
	Tratamiento 1	10	,87420 ^a
	Tratamiento 6	10	,87870 ^a
	Tratamiento 5	10	,87950 ^a
	Tratamiento 4	10	,88000 ^a
	Tratamiento 3	10	,90300 ^a
	Sig.		,189
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			



Postura semana 5			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 1	10	,86110
	Tratamiento 2	10	,86140
	Tratamiento 5	10	,88100
	Tratamiento 6	10	,89380
	Tratamiento 3	10	,90140
	Tratamiento 4	10	,90380
	Sig.		,130
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			

Postura semana 6			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 2	10	,85650
	Tratamiento 1	10	,86080
	Tratamiento 5	10	,86160
	Tratamiento 6	10	,87100
	Tratamiento 3	10	,88950
	Tratamiento 4	10	,89260
	Sig.		,203
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			



Postura semana 7			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para
			alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 5	10	,84710
	Tratamiento 2	10	,85530
	Tratamiento 1	10	,85600
	Tratamiento 3	10	,87200
	Tratamiento 4	10	,87290
	Tratamiento 6	10	,87810
	Sig.		,226
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			

Postura semana 8			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para
			alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 2	10	,85990
	Tratamiento 5	10	,87300
	Tratamiento 1	10	,87350
	Tratamiento 4	10	,89230
	Tratamiento 6	10	,89940
	Tratamiento 3	10	,90260
	Sig.		,089
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			



Postura semana 9			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 1	10	,86890
	Tratamiento 2	10	,87790
	Tratamiento 5	10	,88250
	Tratamiento 3	10	,90450
	Tratamiento 6	10	,91040
	Tratamiento 4	10	,91180
	Sig.		,083
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			

Postura semana 10				
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Duncan ^a	Tratamiento 1	10	,87590	
	Tratamiento 2	10	,88390	,88390
	Tratamiento 5	10	,88750	,88750
	Tratamiento 3	10	,89070	,89070
	Tratamiento 6	10	,90570	,90570
	Tratamiento 4	10		,93100
	Sig.		,269	,080
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.				
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.				



Postura semana 11			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para
			alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 1	10	,88730
	Tratamiento 5	10	,88950
	Tratamiento 3	10	,90420
	Tratamiento 2	10	,90570
	Tratamiento 4	10	,91610
	Tratamiento 6	10	,92630
	Sig.		,100
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			

Postura semana 12			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para
			alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 5	10	,86840
	Tratamiento 1	10	,87190
	Tratamiento 6	10	,88870
	Tratamiento 3	10	,89330
	Tratamiento 4	10	,89880
	Tratamiento 2	10	,90100
	Sig.		,088
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			



Postura semana 13			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para
			alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 1	10	,86490
	Tratamiento 3	10	,87520
	Tratamiento 5	10	,87910
	Tratamiento 4	10	,88170
	Tratamiento 6	10	,88720
	Tratamiento 2	10	,89170
	Sig.		,339
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			

Postura semana 14			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para
			alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 1	10	,84500
	Tratamiento 6	10	,84570
	Tratamiento 3	10	,85210
	Tratamiento 2	10	,86070
	Tratamiento 4	10	,86180
	Tratamiento 5	10	,86650
	Sig.		,392
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			



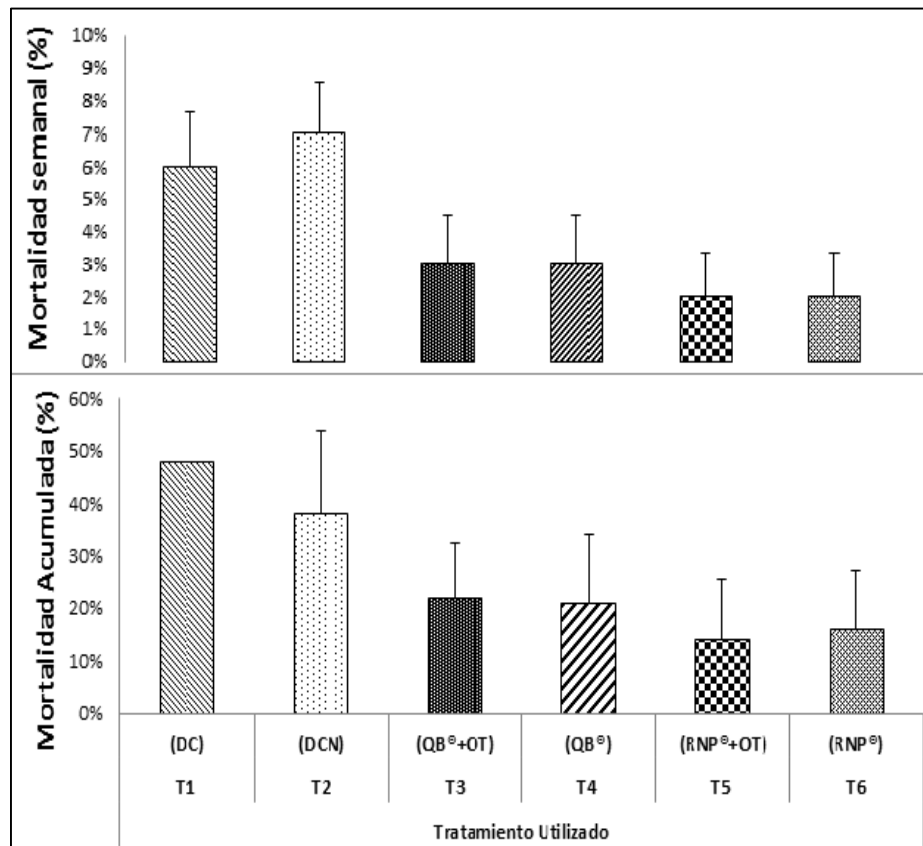
Anexos 5. Prueba estadística paramétrica: ANOVA, producción.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Mortalidad Acumulada	Entre grupos	,023	5	,005	2,072	,083
	Dentro de grupos	,119	54	,002		
	Total	,142	59			
Huevos Rotos	Entre grupos	,000	5	,000	1,477	,213
	Dentro de grupos	,002	54	,000		
	Total	,003	59			
Huevos Fárfara	Entre grupos	,000	5	,000	,763	,580
	Dentro de grupos	,004	54	,000		
	Total	,004	59			
Postura Viables	Entre grupos	,008	5	,002	1,689	,153
	Dentro de grupos	,051	54	,001		
	Total	,059	59			

Anexos 6. Prueba estadística de Duncan: mortalidad acumulada.

Mortalidad Acumulada				
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Duncan ^a	Tratamiento 5	10	,0200 ^a	
	Tratamiento 6	10	,0200 ^a	
	Tratamiento 3	10	,0300	,0300 ^{ab}
	Tratamiento 4	10	,0300	,0300 ^{ab}
	Tratamiento 1	10	,0600	,0600 ^{ab}
	Tratamiento 2	10		,0700 ^b
	Sig.			,094
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.				
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.				

Anexos 7. Mortalidad semanal (%) y mortalidad acumulada (%) en estudio.



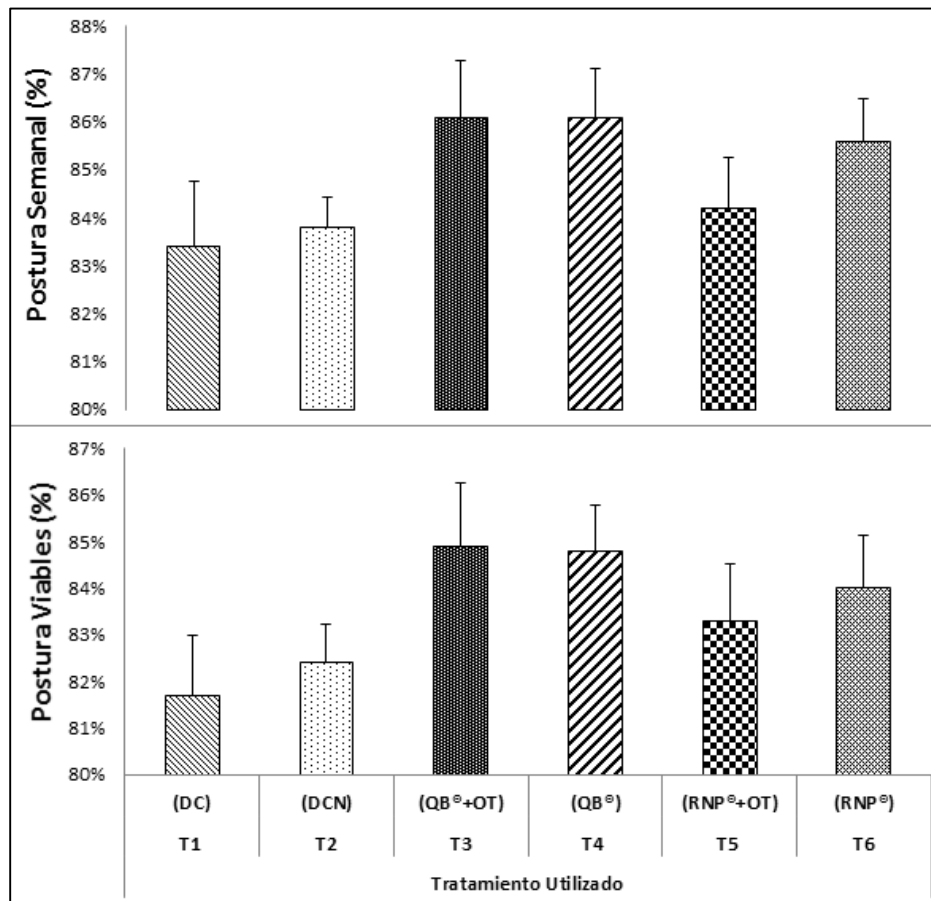
Anexos 8. Prueba estadística de Duncan: postura viable.

Postura Viables				
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Duncan ^a	Tratamiento 1	10	,8500 ^a	
	Tratamiento 2	10	,8580	,8580 ^{ab}
	Tratamiento 5	10	,8640	,8640 ^{ab}
	Tratamiento 6	10	,8740	,8740 ^{ab}
	Tratamiento 4	10	,8790	,8790 ^{ab}
	Tratamiento 3	10		,8820 ^b
	Sig.			,063

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

Anexos 9. Postura semanal (%) y postura viable (%) en estudio.



Anexos 10. Prueba estadística de Duncan: huevos rotos.

Huevos Rotos				
Tratamiento utilizado	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	
Duncan ^a	Tratamiento 3	10	,0100 ^a	
	Tratamiento 6	10	,0110	,0110 ^{ab}
	Tratamiento 5	10	,0120	,0120 ^{ab}
	Tratamiento 2	10	,0140	,0140 ^{ab}
	Tratamiento 4	10	,0140	,0140 ^{ab}
	Tratamiento 1	10		,0170 ^b
	Sig.		,234	,073

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

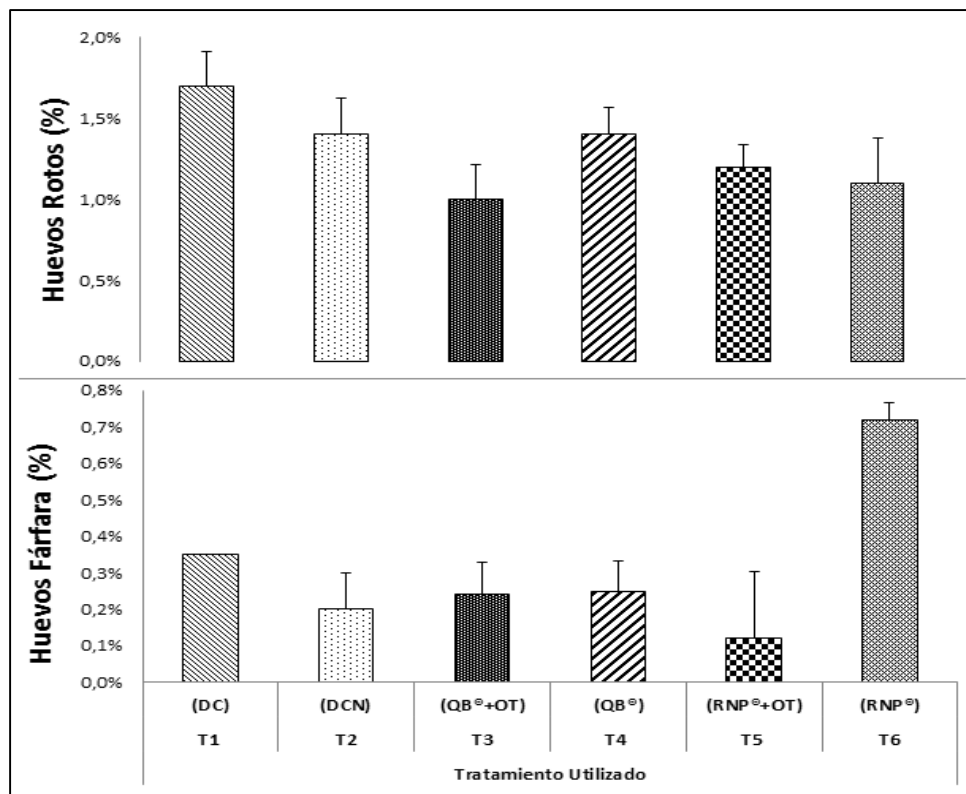
Anexos 11. Prueba estadística de Duncan: huevos fárfara.

Huevos Fárfara			
Tratamiento utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 2	10	,0010 ^a
	Tratamiento 3	10	,0010 ^a
	Tratamiento 5	10	,0012 ^a
	Tratamiento 4	10	,0020 ^a
	Tratamiento 1	10	,0035 ^a
	Tratamiento 6	10	,0069 ^a
	Sig.		,175

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

Anexos 12. Huevos rotos (%) y huevos fárfara (%) en estudio.



**Anexos 13.** Prueba estadística de Duncan: peso de los huevos.

Tratamiento Utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05			
			1	2	3	4
Duncan ^a	Tratamiento 1	10	12.01 ^a			
	Tratamiento 2	10		12.25 ^b		
	Tratamiento 4	10		12.36	12.36 ^{bc}	
	Tratamiento 5	10			12.45	12.45 ^{cd}
	Tratamiento 6	10			12.46	12.46 ^{cd}
	Tratamiento 3	10				12.53 ^d
	Sig.			1.00	0.15	0.24

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

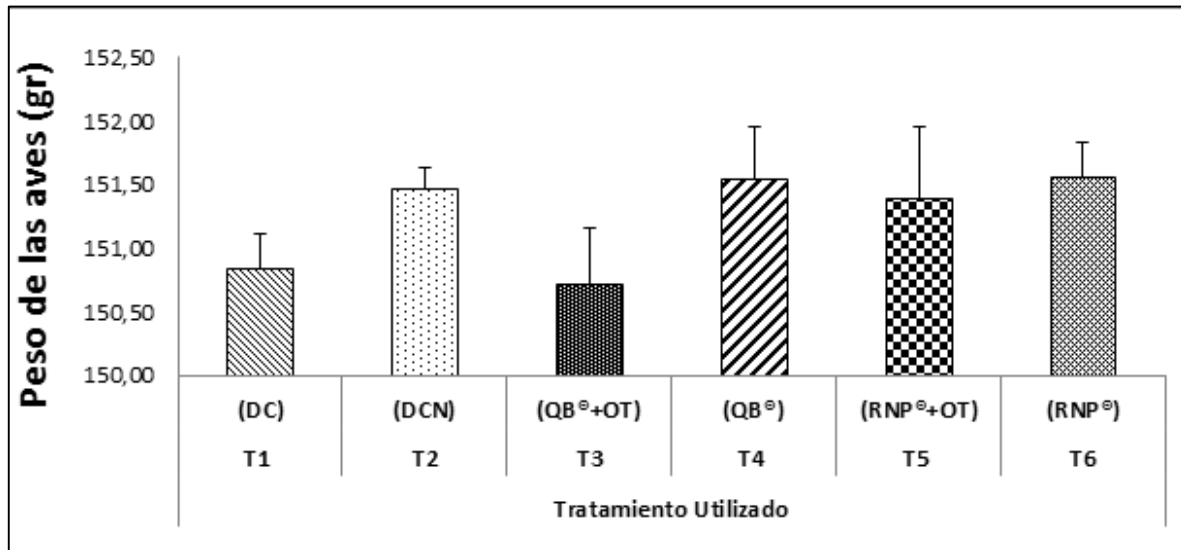
Anexos 14. Prueba estadística de Duncan: peso de las aves.

Tratamiento Utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Duncan ^a	Tratamiento 3	10	150.72 ^a
	Tratamiento 1	10	150.85 ^a
	Tratamiento 5	10	151.39 ^a
	Tratamiento 2	10	151.47 ^a
	Tratamiento 4	10	151.55 ^a
	Tratamiento 6	10	151.55 ^a
	Sig.		

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

Anexos 15. Peso de las aves (gr) en estudio.



Anexos 16. Prueba estadística paramétrica: ANOVA, calidad de huevo.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Grosor de la cáscara	Entre grupos	,041	5	,008	1033,838	,000
	Dentro de grupos	,000	54	,000		
	Total	,042	59			
Índice de yema	Entre grupos	,003	5	,001	8,688	,000
	Dentro de grupos	,003	54	,000		
	Total	,006	59			
Índice Morfológico	Entre grupos	4,630	5	,926	3,857	,005
	Dentro de grupos	12,967	54	,240		
	Total	17,597	59			
Pigmentación de la yema	Entre grupos	,000	5	,000	.	.
	Dentro de grupos	,000	53	,000		
	Total	,000	58			

**Anexos 17.** Prueba estadística de Duncan: grosor de la cáscara.

Tratamiento Utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Duncan ^a	Tratamiento 1	10	0.2044 ^a		
	Tratamiento 2	10	0.2046 ^a		
	Tratamiento 5	10		0.2571 ^b	
	Tratamiento 4	10		0.2592 ^b	
	Tratamiento 3	10		0.2597 ^b	
	Tratamiento 6	10			0.2636 ^c
	Sig.		0.875	0.055	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

Anexos 18. Prueba estadística de Duncan: índice de yema.

Tratamiento Utilizado		N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Duncan ^a	Tratamiento 6	10	,4402		
	Tratamiento 3	10	,4407		
	Tratamiento 5	10	,4441		
	Tratamiento 4	10	,4465		
	Tratamiento 2	10		,4539	
	Tratamiento 1	10		,4576	
	Sig.		,098	,284	

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.



Anexos 19. Prueba estadística de Duncan: índice morfológico.

Tratamiento Utilizado	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Duncan ^a Tratamiento 3	10	76.72 ^a		
Tratamiento 6	10	76.88	76.88 ^{ab}	
Tratamiento 4	10	77.10	77.10	77.10 ^{abc}
Tratamiento 2	10	77.15	77.15	77.15 ^{abc}
Tratamiento 5	10		77.31	77.31 ^{bc}
Tratamiento 1	10			77.57 ^c
Sig.		0.08	0.08	0.05

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

Anexos 20. Prueba estadística paramétrica: ANOVA, relación B/C.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Ingresos	Entre grupos	66.08	5.00	13.22	4.84	0.00
	Dentro de grupos	147.56	54.00	2.73		
	Total	213.64	59.00			
Egresos	Entre grupos	6.67	5.00	1.33	486.26	0.00
	Dentro de grupos	0.15	54.00	0.00		
	Total	6.82	59.00			
Relación B/C	Entre grupos	0.03	5.00	0.01	5.31	0.00
	Dentro de grupos	0.07	54.00	0.00		
	Total	0.10	59.00			

**Anexos 21.** Prueba estadística de Duncan: ingresos.

Beneficio-Costo Tratamientos		N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Duncan ^a	Beneficio-Costo T1	10	51.39 ^a	
	Beneficio-Costo T2	10	51.72 ^a	
	Beneficio-Costo T5	10		53.60 ^b
	Beneficio-Costo T4	10		53.80 ^b
	Beneficio-Costo T3	10		53.82 ^b
	Beneficio-Costo T6	10		53.84 ^b
	Sig.		0.66	0.78

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

Anexos 22. Prueba estadística de Duncan: egresos.

Beneficio-Costo Tratamientos		N	Subconjunto para alfa = 0.05				
			1	2	3	4	5
Duncan ^a	Beneficio-Costo T2	10	45.82 ^a				
	Beneficio-Costo T4	10		45.92 ^b			
	Beneficio-Costo T6	10			46.27 ^c		
	Beneficio-Costo T1	10				46.56 ^d	
	Beneficio-Costo T3	10					46.63 ^e
	Beneficio-Costo T5	10					46.64 ^e
	Sig.		1.00	1.00	1.00	1.00	0.93

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

**Anexos 23.** Prueba estadística de Duncan: Relación B/C.

Beneficio-Costo Tratamientos		N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Duncan ^a	Beneficio-Costo T1	10	1.10 ^a		
	Beneficio-Costo T2	10	1.13	1.13 ^{ab}	
	Beneficio-Costo T5	10		1.15	1.15 ^{bc}
	Beneficio-Costo T3	10		1.15	1.15 ^{bc}
	Beneficio-Costo T6	10			1.17 ^c
	Beneficio-Costo T4	10			1.17 ^c
	Sig.		0.11	0.12	0.18

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

Anexos 24. Fórmula balanceada.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Materia prima	%	%	%	%	%	%
Maíz Molido	42,200	44,790	42,278	44,868	42,191	45,506
Pasta de Soya	44,165	41,685	44,075	41,595	44,165	43,070
Carbonato de Calcio	7,300	7,430	7,300	7,430	7,300	7,350
Afrecho de Trigo	-	2,860	-	2,860	-	-
Aceite de Palma	3,300	1,550	3,300	1,550	3,300	1,750
Fosfato Dicálcico	1,780	0,630	1,780	0,630	1,780	1,060
Cloruro de Sodio	0,350	0,300	0,350	0,300	0,350	0,360
Metionina DL 99%	0,330	0,280	0,330	0,280	0,330	0,320
Secuestrante de Micotoxinas	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
Premezcla Mineral	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sesquicarbonado de Sodio	0,100	-	0,100	-	0,100	0,100
Antifúngico	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Promotor de Crecimiento Orgánico	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix Vitamínico	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Antioxidante	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Ronozyme NP (CT)	-	-	-	-	0,009	0,009
Quantum Blue ®	-	-	0,012	0,012	-	-
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000



Premix Vitamínico	Aporte por dosis	Unidad
Vitamina A	12000000	UI
Vitamina D3	5000000	UI
Vitamina E	50000	UI
Vitamina K	3	g
Vitamina B1 (Tiamina)	2	g
Vitamina B2 (Rivoflavina)	8	g
Vitamina B6 (Piridoxina)	3	g
Vitamina B12 (Cianocobalamina)	16	mg
Nicotinamida (Niaciana)	50	g
Pantotenato de Calcio(Ac.Pantoténico)	13	g
Biotina (vitamina H)	120	mg
Ácido fólico	2	g

Premix Mineral	Aporte por dosis	Unidad
Hierro	40	g
Manganeso	120	g
Cobre	16	g
Zinc	100	g
Iodo	1250	mg
Selenio*	350	mg
*100% orgánico		

Anexos 25. Perfil nutricional de las dietas.

Proteína Cruda	23,500
Calcio	3,300
Fósforo disponible	0,420
Sodio	0,200
EM (Kcal/Kg)	2.800,000
Lisina Digestible	1,150
Metionina + Cistina digestible	0,950
Treonina digestible	0,690



Anexos 26. Valores de la matriz para Quantum Blue ® para gallina de postura.

	600 ftu/kg (120 g/t)
Fósforo disponible	1625
(%) Calcio (%)	1790
Sodio (%)	375
Lisina (%)*	190
Metionina (%)*	42
Cisteína (%)*	375
Metionina + Cisteína (%)*	417
Treonina (%)*	367
Triptófano (%)*	208
Glicina + Serina (%)*	617
Arginina (%)*	142
Valina (%)*	250
Isoleucina (%)*	279
Proteína Cruda (%)*	4567
EM (MJ/kg)	2367
EM (kcal/kg)	566670

*Valores de digestibilidad ideal aparente.

Anexos 27. Valores de la matriz Ronozyme NP ® para gallina de postura.

Ponedoras y matrices pesadas		Matriz nutricional de la enzima y niveles en la ración final 90 g/ton	
		Ronozyme NP(CT)	Ración
Efecto Principal de la enzima: Considerar apenas los minerales cuando se añade otra enzima			
Calcio total	%	1.600	0,144
P disp.	%	1.378	0,124
Efecto secundario de la enzima: Considerar los demás nutrientes cuando se usa			
Energía Metab.	kcal	444.444	40
Proteína Bruta	%	2.222	0,200
Lisina total e. dig	%	100	0,009
Metionina total e.	%	33	0,003
Met+Cist total e.	%	56	0,005
Treonina total e. dig	%	56	0,005
Triptófano total e.	%	24	0,002
Arginina total e. dig	%	100	0,009
Valina total e. dig	%	67	0,006
Isoleucina total e.	%	89	0,008



Anexos 28. Manejo experimental de las aves.

Manejo experimental de las aves	
Semana 1	Previo a la recepción de las aves; se realizó la limpieza de la codornaza, recepción de las aves se le; administro Vitaminas (Mayvit), peso de las aves, peso de los huevos, el programa de iluminación se realizó con la suplementación de luz artificial, controlado mediante la utilización de un Timer (16 horas de luz). Control de T° (termómetro ambiental)
Semana 2	Peso de los huevos, aplicación de cal y tamo de arroz.
Semana 3	Lavado del tanque de agua, peso de las aves, peso de los huevos.
Semana 4	Control de plagas (ratones, moscas), peso de los huevos, aplicación de cal y tamo de arroz.
Semana 5	Peso de los huevos, revisión de extractores de aire
Semana 6	Peso de los huevos, aplicación de cal y tamo de arroz.
Semana 7	Peso de los huevos, peso de las aves, lavado del tanque de agua.
Semana 8	Peso de los huevos, aplicación de cal y tamo de arroz.
Semana 9	Peso de los huevos, peso de las aves, control de plagas (moscas)
Semana 10	Peso de los huevos, aplicación de cal y tamo de arroz, revisión de extractores de aire.
Semana 11	Peso de los huevos, peso de las aves, lavado del tanque de agua.
Semana 12	Peso de los huevos, aplicación de cal y tamo de arroz.
Semana 13	Peso de los huevos, peso de las aves.
Semana 14	Peso de los huevos, peso de las aves, aplicación de cal y tamo de arroz.
Labores diarias: <ol style="list-style-type: none">1. Utilización de fosa de desinfección2. Administración de agua, servir alimento3. Revisión del termómetro ambiental y del timer4. Limpieza de los comederos5. Revisar cada bebedero, comedero y tuberías de agua6. Recolección de huevos7. Conteo y empacado de huevos8. Limpieza del galpón9. Regulación de temperatura a través del manejo de cortinas	
Observación: se obvio la vacunación de las codornices debido a que estas fueron vacunadas en la incubadora	

Anexos 29. Unidades experimentales.



Anexos 30. Pesaje del alimento.



Anexos 31. Recolección de huevos.



Anexos 32. Recolección de datos.



Anexos 33. Almacenamiento de las muestras.



Anexos 34. Pesaje de las aves en estudio.



Anexos 35. Huevos en fáfara.



Anexos 36. Huevos rotos.

