

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingenierías

“Evaluación de la efectividad nutricional de la pasta de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) como sustituto de la pasta de soya en el crecimiento de codornices (*Coturnix coturnix*)”

María Gabriela Chiriboga Espín

Raúl de la Torre, Ph. D., Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Ingeniero en
Agroempresas

Quito, Diciembre 2013

Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Ciencias e Ingenierías

“Evaluación de la efectividad nutricional de la pasta de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) como sustituto de la pasta de soya en el crecimiento de codornices (*Coturnix coturnix*)”

María Gabriela Chiriboga Espín

Raúl de la Torre, Ph. D.

Director de Tesis.

Carlos Ruales, Ms. C.

Miembro del Comité de Tesis.

Antonio León, Ph. D.

Miembro del Comité de Tesis.

Eduardo Uzcátegui, Ph. D.

Coordinador de área de Agroempresas.

Ximena Córdova, Ph. D.

Decana de la escuela de Ingenierías.

Quito, Diciembre 2013

© Derechos de autor

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto a la política.

Asimismo, autorizó a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

.....

Nombre: **María Gabriela Chiriboga Espín**

C. I. **1718412479**

Fecha: **Quito, Diciembre del 2013**

Agradecimiento

A mis profesores por compartir sus valiosos conocimientos y gratos momentos, especialmente a Eduardo Uzcátegui, Raúl de la Torre y Carlos Ruales por su guía, sus consejos y ayuda en todo momento.

Resumen

Este proyecto fue un trabajo de investigación para determinar la efectividad de la sustitución de la pasta de soya por la pasta de ajonjolí en el alimento balanceado de codornices. El fin de esta investigación fue conocer los beneficios nutricionales de esta oleaginosa reflejados en el consumo y conversión de alimento, como también en el incremento de peso de las codornices.

Este experimento consistió en formular cuatro raciones con diferentes porcentajes de pasta de ajonjolí (0%,25%,50% y 75%) en sustitución de la pasta de soya. Cada tratamiento fue conformado por 50 codornices de 1 día de edad, a las cuales se les ofreció la misma cantidad de alimento balanceado que fue aumentando con el transcurso de las semanas. Se hizo uso de un diseño experimental completamente al azar (DCA) con arreglo factorial (4x5). Se midieron 3 variables: consumo de alimento promedio semanal por ave, ganancia de peso promedio semanal por ave y conversión de alimento promedio semanal por ave durante las cinco semanas que duró el experimento.

El tratamiento 2 (25% pasta de ajonjolí) presentó el mayor consumo de alimento con 108.33 gramos promedio por ave durante las cinco semanas de experimentación. El tratamiento testigo-1 (0% pasta de ajonjolí) mostró el mayor incremento de peso con 21.74 gramos por ave durante las semanas estudiadas. También, el tratamiento testigo fue el más eficiente en cuanto a la conversión de alimento-carne con 3.15 gramos por ave aunque ocupó el segundo lugar en el consumo de alimento. Finalmente, el tratamiento 3 (50% pasta de ajonjolí) y el tratamiento 4 (75% pasta de ajonjolí) ocuparon el tercer y cuarto puesto respectivamente en el consumo y conversión de alimento, como también en la ganancia de peso.

Abstract

This project was a research study to determine the effectiveness of replacing soybean meal by sesame paste in quail diets. The purpose of this research was to know the nutritional benefits of this oilseed reflected in feed intake and feed conversion, as well as in the increase of the poultry weight gain.

This experiment consisted of four portions formulated with different percentages of sesame paste (0 %, 25 %, 50 % and 75 %) to replace soybean meal. Each treatment was comprised of 50 quail (1 day old) that were offered the same quantity of meal food that was increasing over the weeks. Using a completely randomized design (DCA) with a factorial arrangement (4x5). Also, three variables were measured: feed intake, weight gain and feed conversion.

Treatment 2 (25% sesame paste) had the highest feed intake with average of 108.33 grams per bird during the five weeks of experimentation. The control treatment -1 (0 % sesame paste) showed the greatest increase in weight approximately 21.74 grams per bird during the weeks studied. Also, the control treatment was the most efficient in terms of feed - meat conversion with 3.15 grams per bird though ranked second in food intake. Finally, treatment 3(50 % sesame paste) and treatment 4 (75 % sesame paste) took third and fourth place respectively in feed intake, feed conversion and weight gain.

Índice

1. Antecedentes.....	14
2. Justificación.....	16
3. Objetivos.....	21
3.1 Objetivo general	21
3.2 Objetivos específicos.....	21
3.3 Hipótesis	21
4. Aspectos generales	22
4.1 Descripción del cultivo de ajonjolí.....	22
4.2 Componentes nutricionales de la semilla de ajonjolí.....	25
4.3 Componentes anti nutricionales de la semilla de ajonjolí.....	29
4.3.1 Modos de acción de enzimas contrarrestantes a los componentes anti nutricionales de la pasta de ajonjolí.....	29
4.4 Características nutricionales de la pasta de ajonjolí.....	30
4.5 Características nutricionales de la pasta de soya.....	32
4.5.1 Modos de acción de saponinas en la pasta de soya.....	35
5. Materiales y métodos.....	37
5.1 Caracterización del área de estudio	37
5.2 Instalaciones para la crianza de codornices.....	38
5.2.1 Condiciones ambientales de las instalaciones	39
5.3 Métodos	39
5.3.1 Factor en estudio.....	39

5.3.2	Tratamientos	40
5.3.3	Diseño experimental.....	41
5.3.4	Esquema del análisis de varianza de ADEVA	41
5.3.5	Hipótesis	42
5.3.6	Análisis funcional.....	42
5.3.7	Variables evaluadas	42
5.4	Recolección de datos	42
5.4.1	Consumo de alimento promedio semanal por ave (1-5 semanas).....	42
5.4.2	Ganancia de peso promedio semanal por ave (1-5 semanas).....	43
5.4.3	Conversión de alimento promedio semanal por ave (1-5 semanas).....	43
6.	Resultados.....	44
6.1	Consumo de alimento.....	44
6.1.1.	Consumo de alimento promedio semanal por ave (1-5 semanas).....	44
6.2	Ganancia de peso.....	47
6.2.2	Ganancia de peso promedio semanal por ave (1-5 semanas).....	47
6.3	Conversión de alimento.....	50
6.3.1	Conversión de alimento promedio semanal por ave (1-5 semanas).....	50
6.4	Mortalidad de animales.....	53
7.	Discusión.....	54
8.	Conclusiones	58
9.	Recomendaciones.....	61
10	Bibliografía.....	62
11.	Anexos.....	67
12.	Hoja de vida.....	82

Índice de tablas

Tabla 1. Superficie, producción y rendimiento de soya en el Ecuador	17
Tabla 2. Producción de ajonjolí en el Ecuador	19
Tabla 3. Clasificación taxonómica del ajonjolí	22
Tabla 4. Composición nutricional del ajonjolí	25
Tabla 5. Minerales en la semilla de ajonjolí	26
Tabla 6. Lípidos en la semilla de ajonjolí	26
Tabla 7. Vitaminas en la semilla de ajonjolí	27
Tabla 8. Aminoácidos en la semilla de ajonjolí	28
Tabla 9. Valor nutricional de la pasta de ajonjolí	31
Tabla 10. Perfil nutricional de la soya precocida y desgrasada	32
Tabla 11. Aminoácidos de la soya precocida y desgrasada	33
Tabla 12. Minerales de la soya precocida y desgrasada	33
Tabla 13. Valor nutricional de la pasta de soya	34
Tabla 14. Formulación del alimento balanceado (0%, 25%, 50%, 75% pasta de ajonjolí)	40
Tabla 15. ADEVA	41
Tabla 16. Análisis de varianza para el consumo de alimento promedio semanal por ave	45
Tabla 17. Prueba de significación de Duncan (5%)	46
Tabla 18. Análisis de varianza para la ganancia de peso semanal por ave	49
Tabla 19. Prueba de significación de Duncan (5%)	49
Tabla 20. Análisis de varianza para la conversión de alimento semanal por ave	52
Tabla 21. Animales muertos	53

Índice de gráficos

Gráfico 1. Consumo de alimento (tratamientos)	44
Gráfico 2. Consumo de alimento (semanas)	45
Gráfico 3. Ganancia de peso (tratamientos)	47
Gráfico 4. Ganancia de peso (semanas).....	48
Gráfico 5. Conversión de alimento (tratamientos).	51
Gráfico 6. Conversión de alimento (semanas).	51

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Variedades de semilla de ajonjolí.....	23
Ilustración 2. Pesaje de animales 1 día de edad comienzo del experimento.	67
Ilustración 3. Recepción de pollos de codorniz-jaulas adecuadas e identificadas.	67
Ilustración 4. Pesaje e identificación del alimento balanceado con diferentes porcentajes de ajonjolí.	68
Ilustración 5. Alimento balanceado.	68
Ilustración 6. Cambio de jaulas tercera semana.	69
Ilustración 7. Pesaje de alimento rechazado.	69
Ilustración 8. Pesaje de animales.	70
Ilustración9. Pesaje de animales 5ta semana (tratamiento 1- TESTIGO).	70
Ilustración10. Pesaje de animales 5ta semana (tratamiento 2-25% pasta de ajonjolí)..	71
Ilustración 11. Pesaje de animales 5ta semana (tratamiento 3-50 % pasta de ajonjolí). 71	
Ilustración 12. Pesaje de animales -5ta semana (tratamiento 4-75% pasta de ajonjolí).72	

Índice de anexos

Tabla 22. Consumo de alimento	primera semana (tratamiento testigo-1).....	73
Tabla 23. Consumo de alimento	segunda semana (tratamiento testigo-1).....	73
Tabla 24. Consumo de alimento	tercera semana (tratamiento testigo-1).....	74
Tabla 25. Consumo de alimento	cuarta semana (tratamiento testigo).....	74
Tabla 26. Consumo de alimento	quinta semana (tratamiento testigo-1).....	74
Tabla 27. Consumo de alimento	primera semana (tratamiento 2).....	75
Tabla 28. Consumo de alimento	segunda semana (tratamiento 2).....	75
Tabla 29. Consumo de alimento	tercera semana (tratamiento 2).....	75
Tabla 30. Consumo de alimento	cuarta semana (tratamiento 2).....	76
Tabla 31. Consumo de alimento	quinta semana (tratamiento 2).....	76
Tabla 32. Consumo de alimento	primera semana (tratamiento 3).....	76
Tabla 33. Consumo de alimento	segunda semana (tratamiento 3).....	77
Tabla 34. Consumo de alimento	tercera semana (tratamiento 3).....	77
Tabla 35. Consumo de alimento	cuarta semana (tratamiento 3).....	77
Tabla 36. Consumo de alimento	quinta semana (tratamiento 3).....	78
Tabla 37. Consumo de alimento	primera semana (tratamiento 4).....	78
Tabla 38. Consumo de alimento	segunda semana (tratamiento 4).....	78
Tabla 39. Consumo de alimento	tercera semana (tratamiento 4).....	79
Tabla 40. Consumo de alimento	cuarta semana (tratamiento 4).....	79
Tabla 41. Consumo de alimento	quinta semana (tratamiento 4).....	79
Tabla 42. Ganancia de peso	1-5 semanas (tratamiento testigo- 1).....	80
Tabla 43. Ganancia de peso	1-5 semanas (tratamiento2).....	80

Tabla 44. Ganancia de peso 1-5 semanas (tratamiento 3)	80
Tabla 45. Ganancia de peso 1-5 semanas (tratamiento 4)	81

1. Antecedentes

El ajonjolí es una planta anual que se cree tuvo origen en Etiopía (África), y que se extendió hasta Japón, India y China en sus inicios. Se dice que tiempo después del descubrimiento de América este cultivo fue llevado a México y a países de Centroamérica (FAO, 2006). En tiempos antiguos los chinos e indios obtenían del ajonjolí el “aceite de sésamo” para suavizar la piel y para consumirlo en sustitución del aceite de oliva, mientras que hoy en día el consumo de esta oleaginosa se ha expandido por el mundo para uso *gourmet*. Este cultivo se da preferiblemente en regiones cálidas del Ecuador y México; siendo Guatemala el país que produce semillas de mayor calidad (Nicaraocoop RI, 2005).

La semilla de ajonjolí posee aceite saludable que beneficia a la salud. A esta oleaginosa se le puede dar valor agregado debido a su utilización en una gran variedad de productos que van desde aceites, pastas para dietas de animales, plásticos biodegradables y biocombustibles sin dejar de mencionar su alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales, fundamentales en la nutrición (ASERCA, 2012).

Esta semilla antes de ser procesada puede ser consumida y utilizada ya sea tostada, molida o decorticada, siendo esta última forma esencial para la elaboración de perfumes, procesamiento de mantequilla (tajín), e incluso para producir alimentos para aves mejorando así la digestibilidad del alimento. Por otro lado, dicha oleaginosa puede ser aprovechada en forma de pasta, después de la extracción del aceite. La pasta de ajonjolí puede variar de composición y textura dependiendo de la variedad, como también del método de extracción del que se haga uso. Así mismo, el color de la pasta puede variar desde amarillo claro hasta gris oscuro dependiendo del color de la semilla (Abbott Laboratories, 1992).

La semilla de ajonjolí es una gran fuente de energía y proteína, debido a que contiene del 17 a 23% de proteína cruda con una gran cantidad de metionina, 42 a 50% de aceite (oléico y linoléico), de 4 a 7% de ceniza junto a altas cantidades de calcio (0.98%) y a la vez, fitatos como componente anti nutricional. De igual manera, la pasta de ajonjolí como producto de extracción, después de la obtención de aceite, es utilizado en la alimentación de ganado debido a sus propiedades nutricionales presentando así del 44 a 50% de proteína, del 10 al 12% de extracto etéreo, 5-7% de fibra cruda y del 5 al 12% de cenizas (Balderrama,2010).

En cuanto al Ecuador, el INIAP ha realizado estudios en las Estaciones Experimentales de “Boliche”, “Portoviejo” y otras regiones del Litoral como Yaguachi y Babahoyo para determinar la densidad de siembra, como también se han desarrollado dos variedades comerciales (“Portoviejo 1” y “Aceitosa”) (INIAP, 1974).

La participación del Ecuador en el total de las exportaciones de alimentos balanceados en Latinoamérica es sumamente bajo (0.61%), así como a nivel mundial (0.17%). Por otro lado, dentro de las importaciones, el Ecuador participa con una mayor dimensión a nivel regional (6.4%) y mundial (0.4%). Además, el país se ubica en el puesto 8 de 15 países exportadores, con 73 millones de dólares exportados (2007), siendo Argentina el país con mayor volumen de exportaciones de (51.45%) seguido de Chile, Brasil y Perú. En cuanto a importaciones de balanceados, el país con mayor volumen en la región es México (28.97%) ubicándose el Ecuador en sexto lugar (206.9 millones de dólares) lo que dejó como resultado un déficit comercial de 133.94 millones de dólares en el año 2007 (MIPRO, 2012).

2. Justificación

El cultivo de ajonjolí ha ido ganando espacio en el mercado nacional e internacional como también en el consumo humano, ya que en pro de mejorar la salud, las personas lo han incorporado a su dieta, debido a su alto contenido de aceite insaturado que sobrepasa el 40% sin mencionar el omega 3 que previene problemas cardiacos entre otras afecciones al corazón.

Por otro lado, la pasta de soya al ser la fuente proteica por excelencia en la formulación de raciones para aves, cerdos y vacas lecheras, hace que sea la más demandada para la alimentación de animales. Según Andrade (2010), la disponibilidad de este cultivo no satisface las demandas nacionales por lo que es importado, afectando así su accesibilidad, debido a sus costos y a que el principal objetivo no es el de obtener aceite de esta leguminosa. En el 2005, se importaron 84.067, 40 toneladas de aceite crudo proveniente de Argentina, mientras que se importaron 93.78 toneladas métricas entre semilla y pasta de soya en el mismo año (INEC, 2012).

Por esta razón, se ha puesto énfasis en buscar nuevas opciones como fuentes de proteína balanceados siempre y cuando los ingredientes cumplan con los requerimientos nutricionales de los animales, de allí que se tengan en cuenta diferentes harinas (plumas, pepa de mango) y pastas (algodón, coco, nabo, girasol, cártamo) (Avilés, 1978).

En el país el INIAP por medio de sus estudios experimentales en zonas del Litoral ha logrado cultivar el ajonjolí de forma que produzca mejores rendimientos mediante efectivas técnicas de siembra, adecuada rotación con cultivo de arroz, soya y maíz, como también el uso de variedades resistentes a plagas como gusanos cortadores y gusanos cogolleros, mosca blanca (*Bemisia tabaci*), thrips, chinches verdes, arañitas rojas, saltamontes, babosas, entre otros (IICA, 2006).

Tabla 1. Superficie, producción y rendimiento de soya en el Ecuador.

Años	Superficie (ha)	Producción (tm.)	Rendimiento (tm/ha.)
1990	71298	135466.2	1.9
1991	74500	140060	1.88
1992	79560	157528.8	1.98
1993	76300	139629	1.83
1994	78000	145860	1.87
1995	79490	107311.5	1.35
1996	32000	60800	1.9
1997	5000	6750	1.35
1998	8000	15200	1.9
1999	42100	66939	1.59
2000	70000	130200	1.86
2001	45000	77850	1.73
2002	60000	97200	1.62
2003	58273	94402.26	1.62
2004	56504	90406.4	1.6
2005	29000	51910	1.79
2006	29000	53070	1.83

Fuente: Andrade, 2010

Por esta razón, las variedades recomendadas “Aceitera” y “Portoviejo 1” permiten que la siembra de ajonjolí sea efectiva al necesitar los mismos 4 kilogramos por hectárea con una distancia entre surcos de 90 centímetros, mientras que entre plantas 12 centímetros cuando lo

necesitado para la siembra tradicional es 60 cm. Además, las técnicas de siembra y densidad hacen que las operaciones de riego, control de malezas y plagas se realicen más fácilmente. Así, en zonas de clima cálido la semilla de ajonjolí tiene rendimientos promedio de 330 a 350 kilogramos por hectárea (FAO, 2010).

De igual manera, es importante tomar en cuenta que en la actualidad debido a la baja disponibilidad del Ecuador en cuanto a pastas de semillas oleaginosas para la elaboración de balanceados, como la soya, se han buscado nuevas alternativas que provean de la misma o similar cantidad de proteína en pro de una buena nutrición animal. Lastimosamente, este cultivo es solamente utilizado en Europa para consumo en panaderías y confiterías, mientras que en Latinoamérica la harina de ajonjolí es la más conocida, así como en Norteamérica se prefiere consumir el ajonjolí sin cáscara. Por último, en países de Medio Oriente se utiliza el aceite o pasta para consumo humano nada más (Terán, 2010).

Según el MAGAP (2013), en nuestro país el MIES ha puesto de manifiesto programas de nutrición de niños en escuelas de bajos recursos donde se toma en cuenta a éste y otros cultivos como la quinua para promover su consumo en pro de una buena nutrición infantil. Además, el Gobierno por medio del INIAP exige la accesibilidad de los pequeños productores a semillas resistentes junto con capacitación con el fin de generar un alto rendimiento en sus cultivos.

Es esencial mencionar el incremento de producción de carne de ave y huevos en el Ecuador desde inicios de la década de los 70's. Así, desde el año 2006 la mayoría de planteles avícolas se encuentran ubicadas en la provincia de Pichincha y Santo Domingo de los Tsáchilas (246), El Oro (206), Manabí (127), Bolívar y Esmeraldas con 4 cada una, registrándose así en el país una producción anual de 140 millones de pollos, mientras que la de huevos es de 2.500

millones (Terán, 2010). La presente investigación permitirá determinar la efectividad de la pasta de ajonjolí en el crecimiento de codornices para promover la crianza y en un futuro la producción comercial y consumo de carne de esta pequeña ave tradicionalmente utilizada en la mayoría de casos para la producción de huevos.

Tabla2. Producción de ajonjolí en el Ecuador.

Año	Toneladas
2003	28
2004	29
2005	26
2006	26
2007	26
TOTAL	135
PROMEDIO	27

Fuente.FAO, 2010

La extracción de aceite de ajonjolí hace que la torta sobrante de este proceso pueda ser utilizada como parte de la alimentación en animales, ya que es una gran fuente de energía y proteína que puede sustituir sin ningún problema a la pasta de soya, así como también al maíz que se ha venido usando desde hace mucho tiempo. Sin embargo por el alto contenido de metionina que posee el ajonjolí, como también por el alto nivel de fitatos es recomendable usarla como máximo en un 15% en la dieta de aves (FAO, 2010).

Finalmente, según las estadísticas obtenidas en la FAO se puede concluir que la producción de ajonjolí en los últimos años ha sido estable con un promedio de 27 toneladas anuales y aunque

la subida de los precios (precios internacionales de los aceites) y el descenso (precios internacionales de las harinas) han dado lugar a una baja del 2.5 por ciento en los precios internacionales de las semillas oleaginosas (Terán, 2010).

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Determinar la viabilidad nutricional de la pasta de ajonjolí como sustituto de la pasta de soya en alimentos balanceados para el crecimiento de codornices.

3.2 Objetivos específicos

- Desarrollar una formulación de alimento para codornices a fin de sustituir el uso de pasta de soya por pasta de ajonjolí manteniendo los requerimientos nutricionales de las mismas.

- Determinar el índice de conversión alimenticia, la ganancia de peso corporal junto con la mortalidad de codornices alimentadas con pasta de ajonjolí como ingrediente sustituto de la pasta de soya y comparándola con el desempeño de codornices alimentadas con un concentrado testigo a base de torta de soya como fuente de proteína.

3.3 Hipótesis

La pasta de ajonjolí en la dieta de codornices puede sustituir satisfactoriamente a la pasta de soya.

4 Aspectos generales

4.1 Descripción del cultivo de ajonjolí.

Tabla 3. Clasificación taxonómica del ajonjolí.

Reino	Vegetal
División	<i>Tracheophyta</i>
Subdivisión	<i>Pteropsidae</i>
Clase	<i>Angiospermae</i>
Subclase	<i>Dicotyledoneae</i>
Orden	<i>Tubiflorae</i>
Familia	<i>Pedaliaceae</i>
Género	<i>Sesamum</i>
Especie	<i>Indicum (orientale)</i>
Subespecie	<i>Bicarpellatum</i>
Subespecie	<i>Tetracarpellatum</i>

Fuente: Ortiz, 1982

El ajonjolí es una planta anual con un ciclo vegetativo de 50 a 150 días aproximadamente. La altura de la planta va desde 0.6 a 3 metros. La raíz principal del tronco posee raíces secundarias que forman una red que puede alcanzar hasta 1 metro de profundidad, las que en simbiosis con hongos (micorrizas) le permiten una buena nutrición y absorción de agua. El tallo se caracteriza por tener forma cuadrangular con la presencia de muchas ramificaciones. En cuanto a peciolos estos son largos, y dependiendo de su ubicación en la planta se pueden encontrar hojas en forma lobular en la parte inferior, mientras que en la parte superior éstas poseen forma lanceolada. Las flores se dice que son gamopétalos ya que sus cinco pétalos son parte de un “tubo” que cubren a la flor, dificultando o eliminando la polinización en su

totalidad; por esta razón se dice que no hay polinización entomófila o anemófila. Por otro lado, el fruto de ajonjolí tiene una forma de “cápsula” oblonga y canículada cuyo diámetro y longitud pueden variar y diferenciarse entre cortas, intermedias y largas. La semilla es fina, de forma ovalada y de color blanco, amarillo incluso café o negro con abundante aceite en su interior (Asociación Naturland, 2010).

Ilustración 1. Variedades de semilla de ajonjolí.



Fuente: USAID, 2009

Según Ortiz (1982), este cultivo se desarrolla en climas cálidos donde haya la presencia de mínimo 400 a 500 milímetros de lluvia durante el ciclo del cultivo. La temperatura óptima es de 25 grados centígrados, con temperaturas mínimas de 10 grados y máximas de 40. El cultivo

de ajonjolí se da en suelos francos, francos-arenosos y franco arcillo-arenosos de textura ligera.

Comúnmente, el ajonjolí se siembra mediante algunos sistemas: al voleo, mateado o chorro continuo siendo este último beneficioso, debido a que se pueden escoger las mejores plantas, así como también la siembra intercalada con maíz permite un mayor control de malezas, plagas y enfermedades facilitando el manejo del cultivo. Existen dos variedades de ajonjolí una ramificada y otra que no lo es. La primera se aconseja sembrar a una distancia de 90 cm entre surcos y de 10 a más cm entre plantas, mientras que para la variedad no ramificada se aconseja sembrar a 75 cm entre surcos y de 5 a 10 cm entre plantas.

Es importante recalcar, que se deben realizar buenas prácticas de campo, ya que la semilla de ajonjolí es delicada y por lo tanto, el suelo debe ser preparado por medio del fraccionamiento para que las semillas desarrollen un buen sistema radicular y aprovechen los nutrientes del suelo. Se debe sembrar en periodos donde las lluvias no sean abundantes para evitar pudriciones radiculares y la presencia de enfermedades provocadas por hongos, como también periodos secos donde podrían aparecer ciertas plagas (INIAP, 1974).

Finalmente, la madurez y por ende el tiempo correspondiente a la cosecha de esta semilla se ve reflejada en el amarillamiento y caída de las hojas en ciertas variedades, mientras que en otras la apertura de las vainas es sinónimo de cortar las plantas haciendo manojos de 30 cm en pro de que las vainas no se pudran y puedan secarse con el solo y el viento. Estos manojos se colocan el suelo formando gavillas las cuales son atadas en la parte superior para evitar que sean tumbadas por el viento y se pierdan semillas. Por último, las gavillas se voltean para que caigan las semillas y si las vainas no se han secado lo suficientes suelen pararse de nuevo las

gravillas aproximadamente, 8 días más para que se sequen dichas vainas y aprovechar al máximo las semillas de ajonjolí (Ortiz, 1982).

4.2 Componentes nutricionales de la semilla de ajonjolí.

El ajonjolí es una semilla altamente nutritiva, ya que está compuesta de un alto nivel de proteínas, carbohidratos, hierro, magnesio, entre otros. Además, es una muy buena fuente de energía, debido a que aporta más de cinco veces su peso en calorías; es decir 565 calorías por 100 gramos de semilla.

Tabla 4. Composición nutricional del ajonjolí.

Nutrientes	Unidad	Valor por 100 gramos
Energía bruta	Kcal	573
Lípidos totales (grasa)	g	49.67
Carbohidratos por diferencia	g	23.45
Proteína	g	17.73
Fibra, dieta total	g	11.8
Agua	g	4.69
Azúcar total	g	0.3

Fuente: CEI, 2013

Tabla 5. Minerales en la semilla de ajonjolí.

Minerales		
Nutrientes	Unidad	Valor por 100 gramos
Hierro	mg	975
Fósforo	mg	629
Potasio	mg	458
Magnesio	mg	351
Calcio	mg	14.55
Sodio	mg	11
Zinc	mg	7.75

Fuente: CEI, 2013

Tabla 6. Lípidos en la semilla de ajonjolí.

Lípidos		
Nutrientes	Unidad	Valor por 100 gramos
Ácidos grasos, total insaturados	g	21.77
Ácidos grasos, total mono insaturados	g	18.75
Ácidos grasos, total saturados	g	6.95

Fuente: CEI, 2013

Tabla 7. Vitaminas en la semilla de ajonjolí.

Vitaminas		
Nutrientes	Unidad	Valor por 100 gramos
Riboflavina	mg	0.24
Vitamina E	mg	0.25
Vitamina B-6	mg	0.79
Tiamina	mg	0.79
Niacina	mg	4.51

Fuente: CEI, 2013

Según el CEI (2013), la semilla de ajonjolí posee características nutricionales favorables para la alimentación animal, sin embargo la pasta de soya es la que contiene los aminoácidos necesarios que cumplen con la exigencias nutritivas de las aves y facilitan el crecimiento, incremento de peso, postura. También, influye en el tamaño de los huevos de las gallinas ponedoras, como también en el color de su yema. Por otro lado, las dietas animales al cumplir con los requerimientos nutricionales apropiados deben tener un equilibrio de aminoácidos para que los animales puedan transformarlos en proteína. Sin embargo, el ajonjolí como otras semillas oleaginosas carece de ciertos aminoácidos que se encuentran íntimamente relacionadas con la productividad de los animales.

Tabla 8. Aminoácidos en el ajonjolí.

Aminoácidos en 93% de materia seca	%
Arginina	4.55
Glicina	3.97
Leucina	3.20
Serina	2.95
Valina	2.33
Fenilalanina	2.10
Isoleucina	1.96
Tirosina	1.87
Tremolina	1.60
Metionina	1.37
Lisina	1.27
Histidina	1.07
Triptófano	0.71
Cistina	0.39

Fuente: United States-Canadian tables of feed composition Nutritional Data, 1982

Existen dos tipos de aminoácidos: los esenciales, que deben ser integrados a la dieta animal (triptófano, cistina, leucina, entre otros); y los no esenciales que el animal los obtiene de la proteína ofrecida en la dieta. Así mismo, dentro de los aminoácidos esenciales existen dos clases: los no limitantes que se encuentran en gran cantidad en los alimentos, mientras que los limitantes poseen altos requerimientos y su cantidad es limitada. Por ejemplo: en las aves el primer aminoácido limitante es la metionina, contenido en gran cantidad en el ajonjolí; sin embargo, el segundo aminoácido limitante en la dieta de aves es la lisina, que se puede

encontrar en bajas cantidades en el ajonjolí como en otras semillas oleaginosas (Freire y Berrones, 2008).

4.3 Componentes anti nutricionales de la semilla de ajonjolí.

La pasta de ajonjolí cuenta con un alto porcentaje de calcio que es aprovechado solo en un 20% en pollos, 70% en pavos y el 40% en gallinas de postura, ya que el calcio se encuentra unido al ácido fítico que forma fitatos. Esta es la principal característica para recomendar que se agregue máximo un 15% en la dieta animal (FAO, 2010).

El ácido fítico es un ácido fosfórico derivado del mio-inotisol que tiene la capacidad de formar quelatos con minerales esenciales tales como el Calcio, Magnesio entre otros. Este ácido forma complejos solubles que son resistentes a la acción del tracto intestinal lo que determina la baja disponibilidad de estos minerales en los animales no rumiantes. La presencia de fitatos en las leguminosas es de 1 a 5% del peso seco, y en presencia de calcio se reduce la biodisponibilidad de Zinc al formarse complejos Calcio-fitatos-Zinc. También, los fitatos o sales de ácido fítico interactúan con residuos de proteínas que inhiben las enzimas digestivas como la pancreatina, pepsina y a-amilasa (Belmar y Rutilio, 2010).

4.3.1 Modos de acción de enzimas contrarrestantes a los componentes anti nutricionales de la pasta de ajonjolí.

Las enzimas son sustancias producidas por determinadas glándulas del cuerpo. Las enzimas digestivas permiten la degradación de los componentes de los alimentos. En la estructura de

las enzimas se entrelazan un grupo de aminoácidos para que se adhiera el sustrato dando lugar así la reacción. Esta reacción es única para cada tipo de sustrato lo que permite que las enzimas realicen procesos específicos y no se cometan errores (Ruales, 2007).

Hoy en día, con el fin de ahorrar costos y debido a la baja disponibilidad de ciertos alimentos favorables para la nutrición de animales, se ha hecho uso de estas enzimas como componentes en las dietas. Una de estas (B- mannanasa) fue encontrada en la soya y presenta beneficios en la mejora del crecimiento de animales, como también en la conversión de alimento. Así mismo, los estudios en pollos broilers han puesto de manifiesto que esta enzima evita el contagio de enfermedades en animales, aumenta la utilización de la energía en dieta basadas en maíz-soya, y a la vez reduce costos (Otero, 2012).

Desde el año 2000, el uso de enzimas (proteasas, galactosidasas, B- mannanasas, celulasas y fitasas) se ha maximizado en busca de mejorar las fuentes de varios nutrientes y eliminar los componentes anti nutritivos, como ciertos oligosacáridos que son parte de las leguminosas. Las enzimas administradas en el alimento mejoran su digestibilidad y permiten que los animales asimilen los nutrientes de mejor manera, ya que dichas enzimas actúan catalizando el alimento balanceado en el tracto gastrointestinal para descomponerlo fácilmente (Morales, 2008).

4.4 Características nutricionales de la pasta de ajonjolí

La pasta de esta semilla oleaginosa cuenta con propiedades nutricionales que fácilmente pueden sustituir a otros tipos de pasta; por ejemplo a la de soya que es considerada óptima para la alimentación de aves por su alto contenido y fácil disponibilidad de aminoácidos que

complementan su nutrición. El ajonjolí posee 45.5 % de proteína en comparación con la pasta de soya que posee un 49.8%. A diferencia de la pasta de soya con 4.600 kilo calorías (energía bruta), la pasta de ajonjolí posee 5.534 kilocalorías y 2.200 calorías (energía metabolizable) siendo una muy buena fuente de energía. La pasta de ajonjolí, sin embargo cuenta con 16 % de fibra a diferencia del menor porcentaje que tiene la pasta de soya (4.70%). (Subcommittee on Feed Composition – National Academy Press Washington, 1982).

Tabla 9. Valor nutricional pasta de ajonjolí.

	%	Calorías
Proteína cruda	45.5	
Energía metabolizable (Kcal/kg)	-	2.200
Fibra	16	-
Calcio	2	-
Fósforo	1.36	-
Humedad	8	-
Cenizas	10	-
Grasas	13	-
Carbohidratos	22	-

Fuente: United States-Canadian tables of Feed Composition Nutritional Data, 1982

Es importante mencionar el alto porcentaje de metionina que posee la pasta de ajonjolí (3.3%) a comparación del 1.1% que constituye la pasta de soya. Sin embargo, la pasta de ajonjolí posee un nivel menor de lisina (2.7%), que la pasta de soya que cuenta con un 6.6%, lo que hace que se busquen otros ingredientes que puedan complementar esta deficiencia; así como la de treonina. Según Ávila (1978), los estudios realizados en pavos han demostrado que el agregar lisina como suplemento a las dietas en base de ajonjolí produce un aumento

significativo en el crecimiento de dichos animales y por ende en su peso hasta cinco veces más.

4.5 Características nutricionales de la pasta de soya.

Según Hurtado (2003), la pasta de soya es un ingrediente esencial en las dietas de los animales debido a su alto nivel proteico, como también por su equilibrado aporte de aminoácidos, especialmente de metionina. Al remover el aceite de la soya, la pasta como subproducto posee una alta digestibilidad de la proteína, un buen nivel de energía metabolizable y cuenta con un 44% a 49% de proteína (Celis, 2000).

Tabla 10. Perfil nutricional de la soya precocida y de la desgrasada.

Nutrientes	Soya integral precocida	Harina de soya desgrasada
Materia seca (g/100g)	88.00	88.00
Extracto etéreo (g/100)	18.50	<1.00
Proteína (g/100g)	38.00	44.50
Fibra dietética (g/100g)	11.00	12.50
Cenizas (g/100g)	5.00	6.00
Carbohidratos totales (g/100g)	27.00	31.00
A. Linoléico (g/100g)	8.50	0.40
Lecitina (g/100g)	2.10	0.10
Energía (Cal/100g)	430	370

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Salud, Venezuela 2007

Tabla 11. Aminoácidos de la soya precocida y de la desgrasada.

Aminoácidos		
Nutrientes	Soya integral precocida	Harina de soya desgrasada
Lisina (g/100)	2.32	2.90
Metionina (g/100)	0.50	0.64
Metionina + Cistina(g/100)	1.08	1.23
Treonina(g/100)	1.43	1.79
Triptófano(g/100)	0.52	0.61
Arginina(g/100)	2.72	3.28
Leucina(g/100)	2.87	3.39
Isoleucina(g/100)	1.86	2.31
Histidina(g/100)	0.91	1.12
Valina(g/100)	1.62	2.02

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Salud Venezuela, 2007

Tabla 12. Minerales de la soya precocida y de la desgrasada.

Minerales		
Nutrientes	Soya integral precocida	Harina de soya desgrasada
Calcio (mg/100g)	235	270
Fósforo disponible(mg/100g)	130	160
Sodio(mg/100g)	30	34
Cloro(mg/100g)	38	41
Potasio(mg/100g)	980	1900
Azufre(mg/100g)	260	380
Magnesio(mg/100g)	250	260
Hierro(mg/100g)	6.3	6.8
Zinc(mg/100g)	3.8	3.9

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Salud, Venezuela 2007

De igual manera, según Celis (2000), la pasta de soya está compuesta de factores anti nutricionales como los inhibidores de quimotripsina y de tripsina, lectinas, constituyentes fenólicos, anti vitamina A, hemaglutininas entre otras. Por esta razón, la pasta de soya necesita un procesamiento especial después de la extracción del aceite; es decir la pasta es calentada para eliminar el hexano y destruir los componentes anti nutricionales manteniendo las saponinas, proteínas y factores estrogénicos.

Tabla 13. Valor nutricional pasta de soya.

Componentes	Unidades	Pasta de soya
Energía metabolizable	Kcal/kg	2300
Materia seca	%	90
Proteína	%	45.50
Fibra	%	3.40
Lisina	%	2.90
Grasa	Mcal/kg	1.50
Metionina + cistina	%	1.41
Metionina	%	0.70
Fósforo	%	0.64
Triptófano	%	0.62
Ácido linoléico	%	0.55
Calcio	%	0.30

Fuente: Garzón, 2010

Por otro lado, la pasta de soya contiene carbohidratos reductores (rafinosa, estaquiosa, verbascosa), que no pueden ser digeridos por los animales disminuyendo el valor de la energía digestible y otros factores anti nutricionales (Celis, 2000).

4.5.1 Modos de acción de saponinas en la pasta de soya

Las saponinas son sustancias solubles en agua como también en solventes orgánicos que se encuentran en las monocotiledóneas (esteroidales) y también en las dicotiledóneas (triterpenoides) como en la familia de las leguminosas. Las saponinas están compuestas por un anillo orgánico que le confiere la propiedad de ser solvente y una cadena de carbohidratos que le brinda la propiedad hidrosoluble (Zegarra, 2010). Esta composición le da una propiedad “detergente” por lo cual estas sustancias son utilizadas en la minería, en emulsiones para filmes, en bebidas espumantes, cosméticos y artículos de higiene personal (Muirragui, 2013). En 1960 se investigó y dio a conocer su utilidad en la agricultura y en 1976 los beneficios de agregarlos a la dieta animal. De aquí que diversos estudios hayan puesto de manifiesto la acción de estas sustancias que intervienen en la reducción de emisión de amoniaco en las heces de las aves entre un 12 a 30% (Ventura et al, 2010). También, intervienen en la ganancia de peso, incremento en los factores de conversión de alimento, reducción de niveles de urea en la leche y sangre, aumento de producción, actividad anti-protozoaria, incremento en la producción de leche y fortalecimiento del sistema inmune de las aves, entre otros (Otero, 2012).

Las saponinas poseen algunos beneficios como: reducir las enfermedades respiratorias, malos olores y efectos perjudiciales de la emisión de amoniaco y el sulfuro de hidrógeno. También, influyen en el incremento de índices productivos de los animales, compatibilidad de programa de alimentación con pro bióticos y antibióticos, reducción de riesgos en la salud de las personas y animales (Ruales, 2007).

Por otro lado, las saponinas en la pasta de soya pueden ser aprovechadas de manera directa sin la necesidad de agregar enzimas. Sin embargo, la pasta de ajonjolí debe ser ofrecida combinada con enzimas o aminoácidos para tener un efecto eficiente, ya que ofrecida de forma directa no puede ser asimilada completamente por las aves. Además, la semilla de ajonjolí posee fenoles y no saponinas, como también selenio que tiene efectos tóxicos (Ávila, 1978).

5 Materiales y métodos

5.1 Caracterización del área de estudio

- Ubicación del experimento:

Provincia	Santo Domingo de los Tsáchilas
Cantón	Santo Domingo
Ciudad	Santo Domingo de los Colorados km 1.5 vía al BUA

- Características climatológicas:

Temperatura promedio	25.5 °C
Altitud	500 msnm
Humedad relativa	90%
Luminosidad	12 horas/día
Precipitación anual	3000-4000 mm

Fuente: Sánchez, 2009

5.2 Instalaciones para la crianza de codornices

El experimento se realizó en un “galpón” con ventanas protegidas con malla, piso de cemento y techo de zinc. Antes de recibir a los pollos de codorniz las instalaciones fueron desinfectadas con creso (1 mililitro por 1 litro de agua) para eliminar enfermedades y bacterias.

Así mismo, se preparó una jaula circular en el piso construido con láminas de acero que albergó a los 200 pollos de codornices, separadas por planchas que se moldearon para dividir el círculo en cuatro partes destinadas a cada uno de los 4 tratamientos. En cada espacio del círculo se dispusieron dos bebedores con agua con vitaminas y dos comedores con el alimento.

El piso fue cubierto con viruta y encima se colocaron hojas de papel periódico durante los tres primeros días, los cuales fueron cambiados a diario, mientras que los bebedores fueron lavados todos los días para colocar agua limpia y fresca. Después de los tres primeros días, se retiró el papel periódico para proceder a cambiar cada semana la viruta del piso por viruta nueva con el fin de mantener a los animales en un lugar limpio.

En cuanto al horario de la alimentación, todos los días a las 8 de la mañana se procedió a lavar los bebederos, a pesar el alimento sobrante y a pesar el alimento a suministrar. También, se retiró y se registró el número de codornices muertas por cada tratamiento y se niveló el piso con viruta nueva, ya que las codornices tienden a escarbarlo. De igual manera, a las 5 de la tarde se procedió a limpiar los bebedores para eliminar la viruta humedecida por las aves, aumentar el alimento balanceado y verificar que las lámparas estuvieran prendidas para mantener el calor del galpón.

5.2.1 Condiciones ambientales de las instalaciones

Los pollos de codorniz son sumamente sensibles al cambio de temperatura durante los primeros días de vida, por esta razón es importante que el lugar donde permanezcan tenga una adecuada temperatura de aproximadamente 35 a 38° C. Las ventanas deben permanecer cerradas, sobre todo en las noches y deben ser abiertas por un tiempo determinado en las mañanas para que el lugar se ventile, debido a que el amoniaco emitido por las heces de las aves puede causar problemas respiratorios no solamente a los animales sino también a los trabajadores. El uso de lámparas durante las tres primeras semanas es esencial para mantener la temperatura de la habitación, sin embargo se debe controlar el nivel de calor emitido por las mismas, siendo un indicador de la deficiencia o exceso de calor el comportamiento de las propias aves al alejarse de las lámparas o agruparse cerca de ellas (Terán 2008).

Otros materiales

- Balanza eléctrica
- Materiales de limpieza

5.3 Métodos

5.3.1 Factor en estudio

El factor de estudio de este experimento fue la pasta de ajonjolí en sustitución de la pasta de soya en el alimento balanceado para codornices.

5.3.2 Tratamientos

Este experimento constó de 4 tratamientos. Tres tratamientos consistentes en dietas formuladas con 25.50 y 75% de pasta de ajonjolí en sustitución de la pasta de soya y un tratamiento testigo empleando pasta de soya únicamente.

Tabla 14. Formulación del alimento balanceado (0%,25%,50%,75% pasta de ajonjolí)

Ingredientes	0 % pasta de ajonjolí	25 % pasta de ajonjolí	50 % pasta de ajonjolí	75 % pasta de ajonjolí
Maíz	58.61	58.61	58.61	58.61
Soya	36.90	27.32	18.45	9.58
Ajonjolí	0.00	9.58	18.45	2.32
Carbonato de calcio	1.30	1.30	1.30	1.30
Fosfato monoamónico	1.50	1.50	1.50	1.50
Metionina	0.04	0.04	0.04	0.04
Manteca	1.00	1.00	1.00	1.00
Sal	0.30	0.30	0.30	0.30
Premix broiler	0.25	0.25	0.25	0.25
Antimicótico	0.10	0.10	0.10	0.10
TOTAL	100	100	100	100

- **Testigo- 1:** Alimento balanceado para codornices con 0% de pasta de ajonjolí.

La formulación del tratamiento testigo (0% pasta de ajonjolí) como la de los tres restantes estuvo dirigida a proveer 24% de proteína. La pasta de soya como la pasta de ajonjolí contienen entre un 44 a 49% de proteína. La pasta de soya contiene 2.300 de energía metabolizable, mientras que la pasta de ajonjolí presenta 2.200 calorías. Así, cumpliendo con

los requerimientos nutricionales de las codornices cada una de estas dietas con diferentes porcentajes de ajonjolí son isoproteicas e isocalóricas iguales.

- **Tratamiento 2:** Alimento balanceado para codornices con 25% de pasta de ajonjolí

Con el alimento usado en este tratamiento, se reemplazó la pasta de soya por pasta de ajonjolí en 25%.

- **Tratamiento 3:** Alimento balanceado para codornices con 50% de pasta de ajonjolí

En la dieta usada para este tratamiento, se reemplazó la pasta de soya por pasta de ajonjolí en 50%

- **Tratamiento 4:** Alimento balanceado para codornices con 75% de pasta de ajonjolí

En este tratamiento, se reemplazó la pasta de soya por pasta de ajonjolí en 75%.

5.3.3 Diseño experimental

Para la realización de este experimento se hizo uso de un diseño experimental completamente al azar (DCA) con arreglo factorial (4 x5): 4 tratamientos (dietas) y 5 semanas.

5.3.4 Esquema del análisis de varianza

Tabla 15. ADEVA

FV	GL
Total	19
Tratamientos	3
Semanas	4
Error experimental	12

5.3.5 Hipótesis

Ho: No existe diferencia significativa en el consumo de alimento, ganancia de peso ni conversión de alimento en las codornices debido a la sustitución de la pasta de soya en diferentes porcentajes de pasta de ajonjolí.

Ha: Existe diferencia significativa en el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión de alimento en las codornices como consecuencia de la sustitución parcial de la pasta de soya.

5.3.6 Análisis funcional

Se empleó la Prueba de Duncan para la separación de medias.

5.3.7 Variables evaluadas

Se evaluó lo siguiente:

- Consumo de alimento promedio semanal por ave (1-5 semanas)
- Ganancia de peso promedio semanal por ave durante (1-5semanas)
- Conversión de alimento promedio por ave semanal (1-5 semanas)

5.4 Recolección de datos

5.4.1 Consumo de alimento promedio semanal por ave (1-5 semanas)

El consumo del alimento balanceado se determinó pesando todos los días el alimento ofrecido menos el alimento sobrante. Los primeros quince días se ofreció 15 gramos de alimento por codorniz. Después de los primeros 15 días se aumentó a 20 gramos por codorniz para finalmente, después del día 30 aumentar el alimento a 22 gramos por codorniz. Por obvias razones el consumo de alimento no se lo midió individualmente sino en cada grupo

representativo de cada tratamiento; de la cantidad total de alimento ofrecido a las 50 aves de cada grupo durante cada período se restó la cantidad rechazada.

5.4.2 Ganancia de peso promedio semanal por ave (1-5 semanas)

Se evaluó cada semana la ganancia de peso en gramos por cada grupo correspondiente a cada uno de los cuatro tratamientos, desde la primera hasta la quinta semana.

5.4.3 Conversión de alimento promedio semanal por ave (1-5 semanas)

Esta variable fue medida dividiendo la cantidad de alimento consumido semanalmente por ave para los gramos de peso promedio ganado cada semana desde la primera hasta la quinta semana (Díaz et al, 2006).

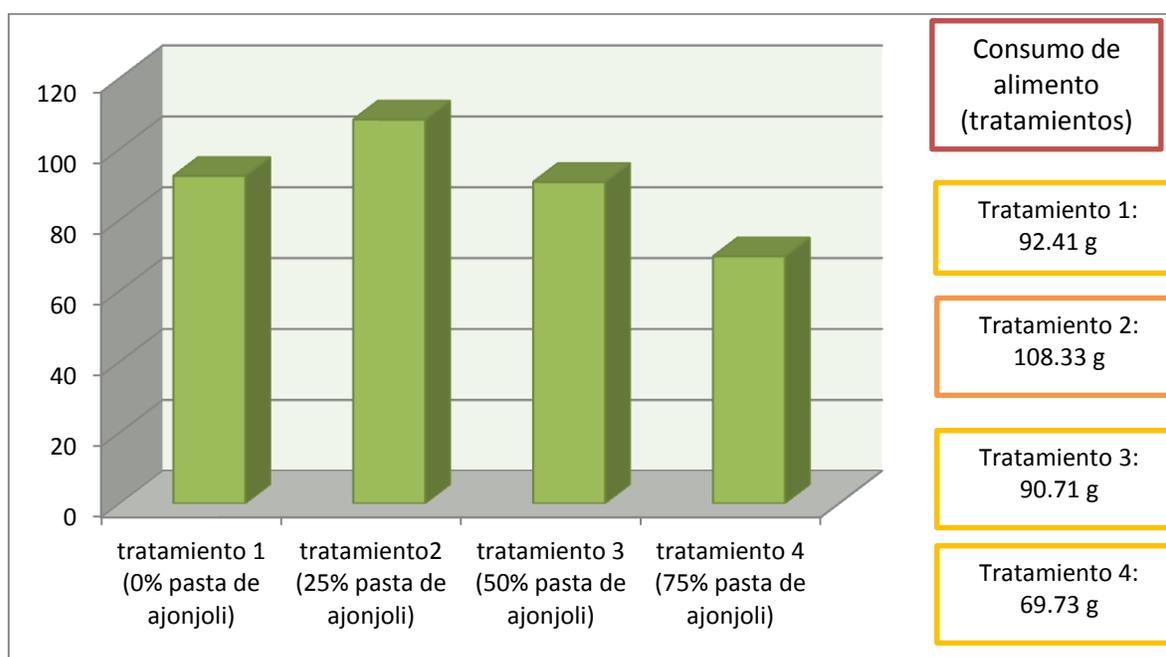
6 Resultados

6.1 Consumo de alimento.

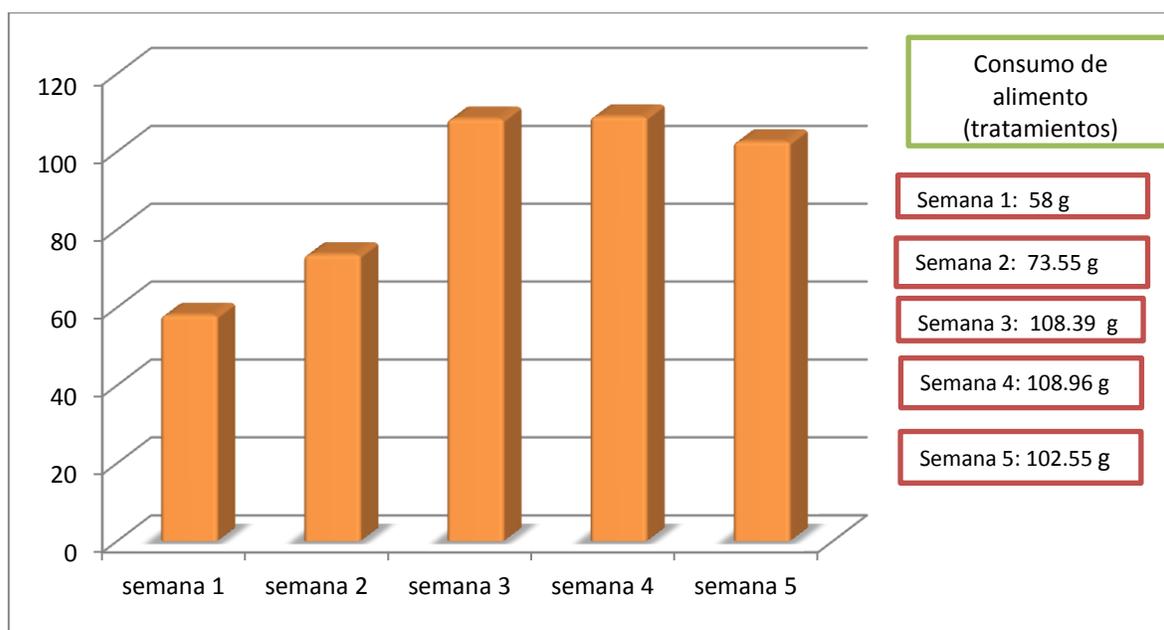
6.1.1. Consumo de alimento promedio semanal por ave (1-5 semanas).

El consumo de alimento por ave se presenta en el gráfico 1 y muestra los valores correspondientes a los cuatro tratamientos bajo estudio.

Gráfico 1. Consumo de alimento (tratamientos)



Al comparar los tratamientos, se observa que el consumo más alto se registró en las aves del tratamiento 2 (25% pasta de ajonjolí).

Gráfico 2. Consumo de alimento (semanas)

Como puede apreciarse al contrastar el consumo semanal, el valor más alto ocurrió en la quinta semana, mientras que el menor consumo alimenticio se registró durante la primera semana, aun cuando en la cuarta semana hubo una disminución notable.

Tabla 16. Análisis de varianza para el consumo de alimento promedio semanal por ave.

FV	GL	SC	CM	FC	F tab 1%
Total	19	13629.81	-	-	
Semanas	4	8598.94	2149.74	20.36**	5.41
Tratamientos	3	3763.71	1254.57	11.86**	5.95
Error	12	1267.16	105.60		

**Significativo al 1%

En el análisis de varianza para el consumo de alimento promedio semanal por ave durante las cinco semanas se observa que existen diferencias altamente significativas (1%) entre

tratamientos y también entre las semanas de experimentación. Cabe destacar que la diferencia entre semanas era previsible puesto que era lógico que las aves consumieran mayor cantidad de alimento a medida que éstas crecieran con el paso de los días. El coeficiente de variación fue de 11.38%, $s\bar{y}= 4.60$ y la media de 90.30 gramos.

Para la separación de medias de los tratamientos se aplicó la prueba de rango de Duncan (Duncan, 1955).

Tabla 17. Prueba de significación Duncan (5%).

Valores para medias				
RMD (Valores Q)	3.08	3.23	3.31	
RMS	14.17	14.86	15.23	
Tratamientos				
	4 (75%)	3 (50%)	1 (0%)	2 (25%)
Medias	69.73 (b)	90.71 (a)	92.41(a)	108.33(a)

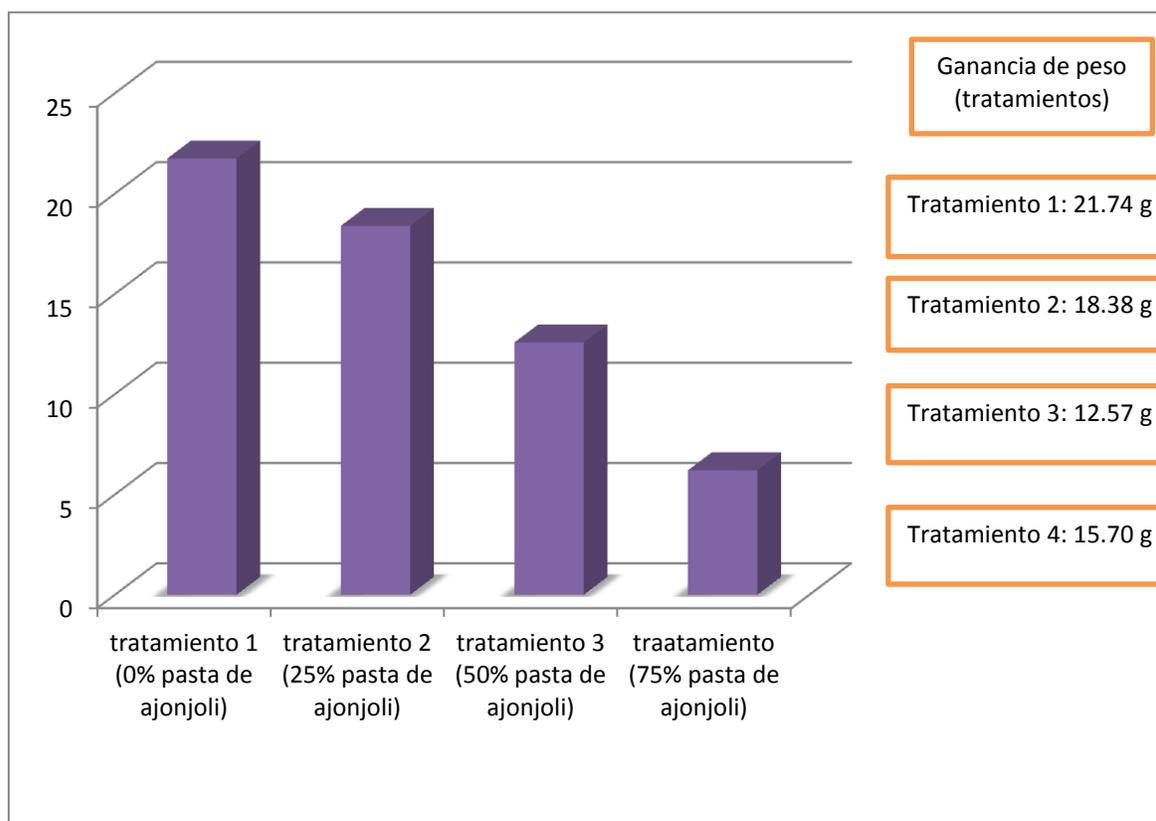
Al realizar la prueba de Duncan al 1% de probabilidad se encontró que numéricamente el tratamiento 2 (25% de ajonjolí) fue el más consumido desde el principio del experimento por los pollos de codorniz, aunque sin diferir significativamente del consumo registrado en los tratamientos 1(0% pasta de ajonjolí) y 3(50% pasta de ajonjolí), los cuales fueron estadísticamente iguales. Por otro lado, el tratamiento 4 (75% de ajonjolí) fue estadísticamente diferente de los tres anteriores, siendo el menos consumido por los animales durante las cinco semanas. Estos resultados permiten rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna de que sí hay diferencias en el consumo de alimento atribuibles a los tratamientos durante el experimento.

La prueba de Duncan para separación de las medias de los periodos (semanas) determinó, por su parte, diferencias significativas en el consumo de la primera y la segunda semanas y entre el consumo de estas dos y el consumo de la siguientes tres semanas, que resultó ser estadísticamente similar.

6.2 Ganancia de peso.

6.2.2 Ganancia de peso promedio semanal por ave (1-5 semanas).

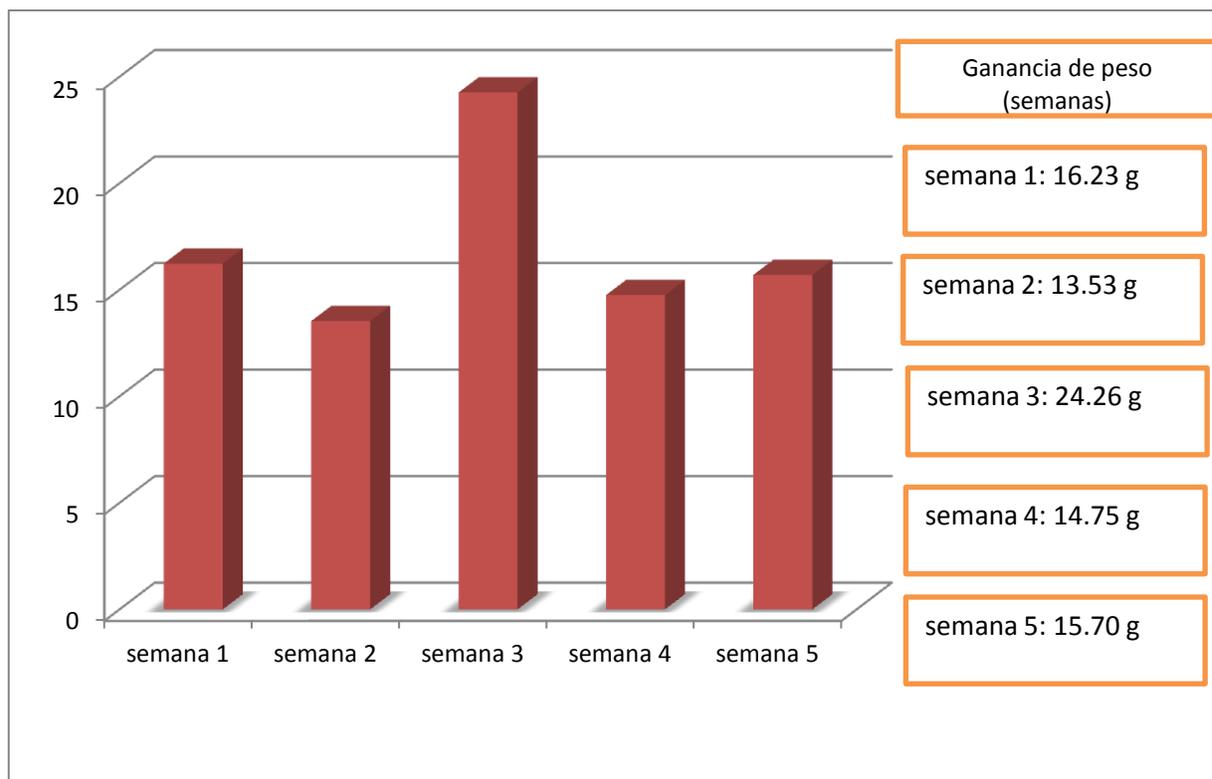
Gráfico 3. Ganancia de peso (tratamientos)



Los datos sobre el incremento de peso registrado en el experimento se presentan en el gráfico 3. Los datos correspondientes a la ganancia de peso en los distintos tratamientos exhibió una evidente variabilidad con valores extremos de 6.2 gramos por semana en las codornices del

grupo 4 (75% pasta de ajonjolí) y de 21.74 gramos en las aves del grupo testigo (0% pasta de ajonjolí). Los resultados del análisis de varianza de estos datos se muestran en la tabla 18.

Gráfico 4. Ganancia de peso (semanas)



Los datos correspondientes a las distintas semanas señalan que el mayor incremento de peso se presentó en la tercera semana, mientras que la menor ganancia de peso se registró en la cuarta semana.

Tabla 18. Análisis de varianza para la ganancia de peso promedio semanal por ave.

FV	GL	SC	CM	FC	F tab 1%
Total	19	2110.18	-	-	
Semanas	4	288.52	72.13	3.80	5.41
Tratamientos	3	1593.98	531.33	28.00**	5.95
Error	12	227.68	18.97		

**Significativo al 1%

En el análisis de varianza para la ganancia de peso promedio semanal por ave durante las cinco semanas se observan diferencias significativas al 1 % entre tratamientos es decir, las dietas evaluadas tuvieron efecto sobre la ganancia de peso durante el periodo de experimentación. Sin embargo, el estudio no presenta diferencias significativas al 1% en la ganancia de peso entre semanas aunque si lo hace levemente al 5% de probabilidad, lo cual sería predecible en razón del crecimiento progresivo de las aves a los largo de las cinco semanas de experimentación. El coeficiente de variación fue 29.59%, $S\bar{y}=1.95$ y una media de 14.72 gramos.

Tabla 19. Prueba de significación Duncan (5%).

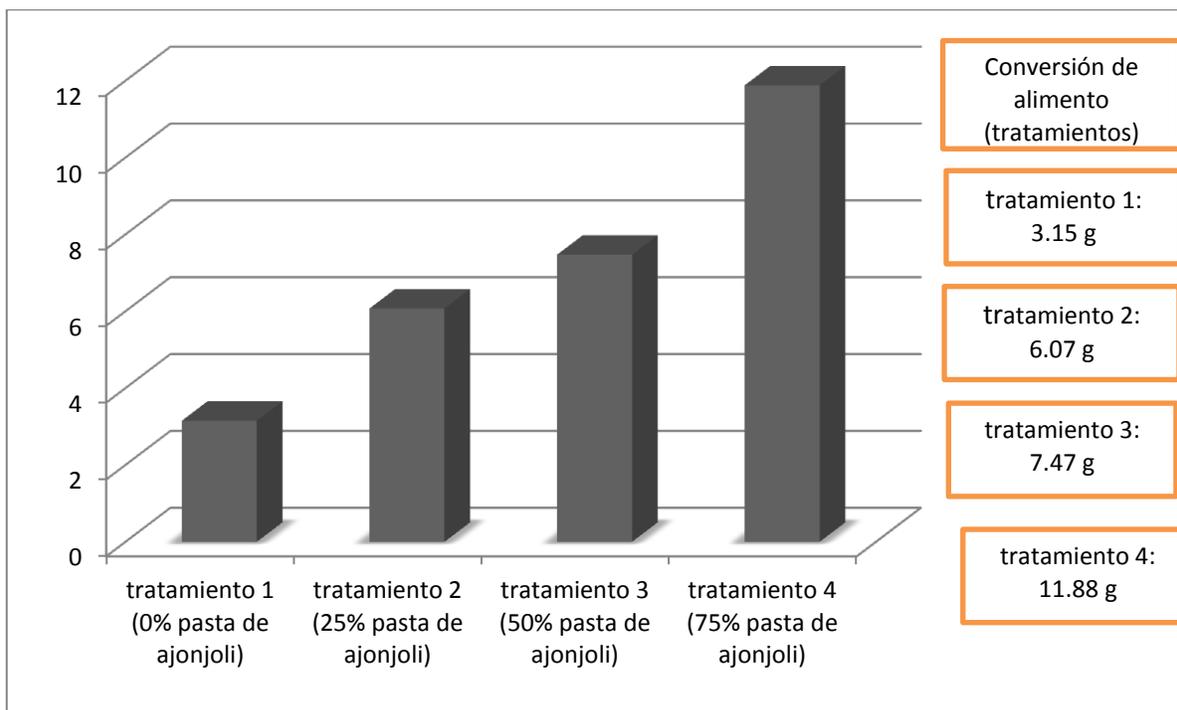
Valores para medias				
RMD (Valores Q)	3.08	3.23	3.31	
RMS	6.00	6.30	6.45	
Tratamientos				
	4 (75%)	3 (50%)	2 (25 %)	1 (0%)
Medias	6.20(c)	12.57 (b)	18.38(a)	21.74(a)

La prueba de separación de medias de Duncan permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna de que si existen diferencias significativas en la ganancia de peso de las codornices entre los cuatro tratamientos con diferentes porcentajes de ajonjolí. El tratamiento 4 (75% pasta de ajonjolí) fue el que presentó el menor incremento de peso en las codornices con una media de 6.20 gramos, valor que resultó significativamente diferente de los correspondientes a los demás tratamientos. Por otra parte, la media del tratamiento 3 (50% pasta de ajonjolí) fue significativamente menor que las de los tratamientos 2 (25% pasta de ajonjolí) y 1 (0% pasta de ajonjolí), mientras que las medias de estos dos últimos, no difirieron entre sí de los tratamientos 2 (25% pasta de ajonjolí) y 3 (50% pasta de ajonjolí) no difirieron entre sí. El tratamiento testigo 1 (0% pasta de ajonjolí) acusó el valor más alto con 21.74 gramos. Un punto importante que amerita consideración es el de la variabilidad de los datos analizados con un coeficiente de variación del 30%.

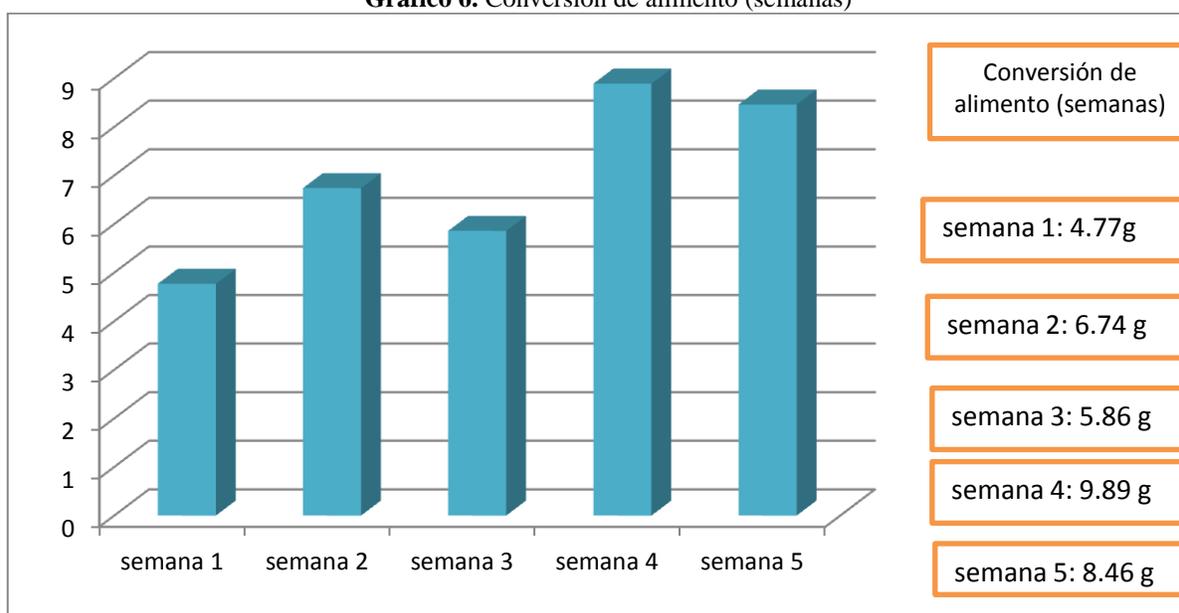
6.3 Conversión de alimento.

6.3.1 Conversión de alimento promedio semanal por ave (1-5 semanas).

Los datos de conversión alimenticia, un indicador de la eficiencia de las especies animales para convertir el alimento en el producto comercial de interés (leche, huevos, carne, y lana).

Gráfico 5. Conversión alimento (tratamientos)

En este experimento los datos exhibieron un alta variabilidad, tanto entre los tratamientos (rango de 3.15 a 11.8 gramos) como entre los periodos (semanas) considerando rangos (4.77 a 9.89 gramos), como se lo puede apreciar en el gráfico 5.

Gráfico 6. Conversión de alimento (semanas)

En el análisis de varianza realizado para detectar si existen o no diferencias significativas entre los factores estudiados se presenta en la tabla 20.

Tabla 20. Análisis de varianza para la conversión de alimento promedio semanal por ave.

FV	GL	SC	CM	FC	F tab 5%
Total	19	308.82	-	-	
Semanas	4	66.87	16.72	0.26 ns	3.26
Tratamientos	3	198.11	66.04	1.05 ns	3.49
Error	12	755.61	62.97		

ns = no significativo al 5%

En el análisis de varianza para la conversión de alimento (promedio semanal por ave durante las cinco semanas) se observó que los tratamientos no ejercieron efecto significativo sobre la variable estudiada; dicho en otras palabras, la conversión alimenticia de las aves sometidas a las cuatro dietas fue estadísticamente similar, sugiriendo con esto que el contenido de pasta de ajonjolí no afectó la eficiencia de conversión de las codornices durante el periodo de experimentación. Cabe destacar que, el coeficiente de variación fue del 111.14 %, $S\bar{y} = 3.55$ con una media general de 7.14 gramos. Tampoco se encuentran diferencias significativas en la conversión alimenticia entre las cinco semanas del experimento.

6.4 Mortalidad de animales

Tabla 21. Animales muertos (1- 5 semanas)

No. animales muertos				
	Testigo- 1 (0% pasta de ajonjolí)	Tratamiento 2 (25% pasta de ajonjolí)	Tratamiento 3 (50% pasta de ajonjolí)	Tratamiento 4 (75% pasta de ajonjolí)
1era semana (28/09/2013)	4	2	2	4
2da semana (05/10/2013)	7	5	6	8
3ra semana (12/10/2013)	7	7	9	9
4ta semana (19/10/2013)	8	8	11	11
5ta semana (26/10/2013)	10	9	11	12

Durante la primera semana algunos de los pollos de codorniz en cada uno de los tratamientos murieron al ahogarse en los bebedores, como también por la susceptibilidad al frío que presentan en los primeros días de vida. En la tercera semana, las codornices al empezar a volar, de una jaula a otra, sufrieron golpes causados por las lámparas de calor, por esta razón se construyeron jaulas de redes altas que les impidió volar y provocarse lesiones y quemaduras como ocurrió en la primera y segunda semanas. Es importante recalcar, que las codornices de los tratamientos 3 y 4 (25 y 50% pasta de ajonjolí), presentaron la mayor mortalidad, mostrando sus animales menor vigor, incluso pesando menos que al nacer durante la segunda semana.

7 Discusión

Al analizar los resultados obtenidos en la medición del consumo de alimento se encuentran diferencias significativas entre el tratamiento 4 que contenía 75% de pasta de ajonjolí y los restantes tratamientos incluido el testigo (0% pasta de ajonjolí) entre los que no se establecieron diferencias estadísticas.

Con base en estos resultados obtenidos, podría concluirse que las codornices toleran la pasta de ajonjolí en su dieta en niveles que no superen el 50%, ya que por encima de este valor ocurre una reducción marcada del consumo de alimento y el consiguiente efecto sobre la ganancia de peso. El bajo consumo de alimento por las aves del tratamiento 4 puede deberse a la textura de la mezcla ofrecida, debido a que la dieta con el 75% de pasta de ajonjolí presentaban grumos y aglutinaciones que dificultaban la aprehensión y deglución, y por otra parte, a la apariencia externa, puesto que su coloración era bastante oscura y obviamente resultaba menos atractiva que el alimento de los otros grupos.

Con respecto a las diferencias estadísticas entre semanas, como era de esperar, el menor consumo ocurrió en la primera semana, tanto por tratarse de los primeros días de vida de las aves, como por el proceso de adaptación a las instalaciones del experimento y a las condiciones que estas proveían. El consumo alimenticio aumentó progresivamente hasta la cuarta semana, pero en la quinta y última semana se produjo una pequeña disminución que, posiblemente, obedeció a las condiciones ambientales del galpón.

La ganancia de peso, por su parte fue significativamente mayor en las aves del grupo testigo, seguida por el incremento de peso de las codornices del tratamiento 2 (25% pasta de ajonjolí) aunque sin diferencia estadística entre los dos los cuales, a su vez, fueron superiores al de las aves de los grupos 3 (50% pasta de ajonjolí) y 4 (75% pasta de ajonjolí). Los valores obtenidos

en ganancia diaria de peso por ave varían de 3.1 gramos en el tratamiento testigo hasta 0.88 gramos en el tratamiento 4, ilustrando un gran variabilidad que también coincide en el coeficiente de variación (30%) de esta variable.

Estos valores difieren marcadamente del estándar empleado por Rostagno et al (2011), al determinar los requerimientos nutricionales de las codornices, que establecen un incremento diario de 1.3 gramos por ave para el periodo de edad entre las 6 y 10 semanas.

Por otro lado, Díaz (2006), menciona que los microorganismos en el tracto intestinal de las codornices, juegan un papel fundamental, ya que en la primera fase de crecimiento es cuando el consumo de alimento, la ganancia de peso y la conversión de alimento se acentúan, de tal manera que, mientras aumenta la edad de las codornices disminuye la absorción de nutrientes (N, Ca, Mg y P), y la correspondiente respuesta en términos de incremento de peso.

También, hace referencia al estancamiento del incremento de peso junto con la conversión de alimento a medida que pasa el tiempo de engorde en las codornices, aun cuando el consumo de alimento va en aumento. Por esta razón, los datos de la ganancia de peso obtenidos en la quinta semana fueron más homogéneos entre los tratamientos, que en semanas previas. Como se expuso en la sección correspondiente, la conversión de alimento de las aves pertenecientes a los cuatro tratamientos fue estadísticamente similar, lo que significa que a pesar de las apreciables diferencias numéricas éstas no alcanzaron el nivel de significancia estadística, probablemente debido a la altísima variación de los datos analizados como lo revela el coeficiente de variación de 111%. Debe recordarse que los índices de conversión alimenticia no son obtenidos como resultado de una medición directa, sino de un cálculo utilizando los datos del consumo de alimento e incremento de peso, razón por la cual, tanto la variación

como los errores que podrían haberse producido al medir estos parámetros, se acumulan y se reflejan al calcular este índice.

Al revisar los valores obtenidos, se encuentra que los índices de conversión del tratamiento testigo (0% pasta de ajonjolí) se asemejan a los obtenidos por del Valle (2006), quien compara sus resultados con los valores reportados por Panda y Andújar, quienes encontraron en sus estudios alimentando a codornices con alimento balanceado que contenía de 2.500 a 3.300 calorías/gramo de materia seca, valores de 3.05, 2.80 y 2.53, respectivamente. Sin embargo, estos resultados varían con los obtenidos en los tratamientos 2 (25% pasta de ajonjolí), 3(50% pasta de ajonjolí) y 4 (75% pasta de ajonjolí) de este experimento que son notoriamente altos e indicativos de una baja eficiencia de conversión.

Así mismo, según Terán (2008), las dietas basadas en harina de amaranto y quinua dieron como resultado un índice de conversión de alimento de entre 4.59 y 4.13 gramos, mientras que Muirragui (2013), compara el índice de conversión de alimento obtenido con el uso de sachu inchi en su experimento (1.70 a 3.35) con los índices de Ayala y Vega de 1.78 a 2.09. No obstante, aunque el presente experimento presenta índices de conversión sumamente altos que discrepan con los resultados obtenidos en otros estudios, se puede concluir que estos índices se deben a que en la formulación de las dietas con la pasta de ajonjolí, a medida que aumenta el porcentaje de ajonjolí y se reduce el contenido de torta de soya, la eficiencia alimenticia disminuye notablemente. Por último, la carencia de saponinas esteroideas en la pasta de ajonjolí que se encuentran en la soya, y por ende en el tratamiento testigo (0% pasta de ajonjolí), probablemente hizo que las codornices que conformaban este tratamiento tuvieran menor índice de mortalidad desde el comienzo del estudio, ya que se conoce que la pasta de

soya disminuye el nivel de amoniaco en la heces de los animales, reduciendo la producción de gases que pueden afectar respiratoriamente a las aves.

8 Conclusiones

1. El tratamiento 4(75% pasta de ajonjolí) fue el menos consumido con 69.73 gramos, valor que fue significativamente diferente al de las medias de los tratamientos restantes. El tratamiento 2(25% pasta de ajonjolí) fue el más consumido por las codornices durante las cinco semanas que duró el experimento con 108.33 gramos en promedio aunque sin diferir significativamente de los tratamientos 1(0% pasta de ajonjolí), 2(25% pasta de ajonjolí) y 3(50% pasta de ajonjolí) cuyas medias resultaron ser estadísticamente iguales. Es importante recalcar, que no se realizó el “sexado” o separación de aves por sexo durante la tercera semana, y debido a que en el experimento los animales fueron asignados al azar, no hubo ninguna garantía de que en cada tratamiento hubieran el mismo número de machos como de hembras lo que podría haber afectado el consumo de alimento.
2. Los tratamientos testigo-1 (0% pasta de ajonjolí) y 2 (25% pasta de ajonjolí) registraron la mayor ganancia de peso durante el periodo experimental, siendo ésta significativamente diferente de los otros dos tratamientos. Por su parte, el tratamiento 3 (50 % pasta de ajonjolí) y 4 (75 % pasta de ajonjolí) no difirieron entre sí, siendo el tratamiento 4 (75% pasta de ajonjolí) el que registró el menor incremento de peso.
3. Los índices de conversión de alimento obtenidos fueron considerablemente altos y las medias obtenidas en los tratamientos estudiados no mostraron diferencias significativas. Numéricamente, el tratamiento testigo- 1 (0% pasta de ajonjolí exhibió el mejor índice de conversión alimenticia (3.15 gramos), mientras que el tratamiento 4 (75% pasta de ajonjolí) fue aquel en el que se obtuvo el índice más elevado (11.88 gramos). Estos resultados sugieren que la inclusión de pasta de ajonjolí en dietas de

codornices reduce la eficiencia de conversión alimenticia, siendo mayor su efecto a medida que su porcentaje en la dieta aumenta.

4. Todos los tratamientos a excepción del tratamiento 3(50% pasta de ajonjolí) exhibieron en la semana 5 incremento de peso apreciablemente menor al correspondiente a la tercera semana, lo cual podría sugerir la presencia de algún problema que afectó negativamente el comportamiento de las aves y ocasionó una pérdida de peso.
5. También, es importante resaltar la superioridad del tratamiento testigo durante las cinco semanas experimentales con incrementos de peso que, sobre todo, en las semanas 1 y 3 fueron mucho más altos que los de los tratamientos restantes. Sin embargo, debido a que el análisis de varianza no mostró significación estadísticamente para la interacción tratamientos por semanas, estas diferencias no pasan de ser sino diferentes numéricas.
6. El mantenimiento de las adecuadas condiciones ambientales, como también el trato que se les da a las aves juega un papel fundamental en la eficiencia de los parámetros productivos como consumo de alimento, ganancia de peso, y por ende conversión de alimento. De igual manera, los componentes nutricionales de los ingredientes de una dieta animal es crucial en la producción comercial, por esta razón, la disminución del consumo de alimento y la ganancia de peso en las codornices durante la cuarta y quinta semana se vieron afectadas por estos factores viéndose reflejados en la debilidad de los animales mientras aumentaba el porcentaje de pasta de ajonjolí en el alimento balanceado. De igual manera, las condiciones ambientales del galpón al presentarse temperaturas bajas y lluvia

junto con la errónea manipulación de las lámparas en las jaulas pueden haber sido determinantes en la mortalidad de las aves.

7. La diferencia de lisina puede explicar la menor ganancia de peso y conversión alimenticia de las aves alimentadas con pasta de ajonjolí.

9 Recomendaciones

1. Utilizar en experimentos próximos un mayor número de codornices para que los resultados sean más exactos, ya que estos animales suelen tener una tasa de mortalidad mayor en los primeros días de vida, debido a las condiciones del ambiente u otras causas.
2. Realizar estudios en los que se puedan determinar el tipo y la cantidad de enzimas que pueden agregarse a la pasta de ajonjolí para eliminar los componentes anti nutricionales de esta oleaginosa, y a la vez mejorar la capacidad de asimilar los nutrientes de los ingredientes.
3. Suplementar con lisina sintética las dietas a base de ajonjolí con el fin de equilibrar la deficiencia de aminoácidos de esta oleaginosa, que influyen el crecimiento e incremento de peso de las aves, como también en la presencia de niveles eficientes de conversión alimenticia.
4. Conducir estudios que determinen el uso efectivo de otros tipos de pastas y harinas en la alimentación de codornices que sean accesibles a los productores beneficiando y maximizando la relación beneficio-costos al tener mayor disponibilidad en el país que la pasta de soya y la de ajonjolí.
5. Ejercer los máximos cuidados en el manejo de futuros experimentos a fin de garantizar condiciones óptimas para las aves: a) Hacer uso de bebederos automáticos para evitar la muerte de los pollos de codorniz al ahogarse en bebederos manuales durante los primeros días de nacidos. b) Sustituir con frecuencia la viruta de las jaulas para evitar la acumulación de heces y la producción de amoníaco, c) Verificar que las condiciones ambientales del galpón sean las adecuadas, es decir que las lámparas de calor estén funcionando correctamente. d) Modificar el diseño de las jaulas para prevenir que las codornices vuelen de un tratamiento a otro, lo que puede afectar la exactitud de las mediciones.

10 Bibliografía

1. **Abbott Laboratories.** 1992. Proceso para la obtención de un aislado proteico de ajonjolí mediante solubilización, ultra filtrado y precipitación. Estados Unidos.
2. **Andrade, Valdemar.** 2010. Presente y Futuro de las Oleaginosas en el Ecuador. Cultivos energéticos alternativos. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra. Proyecto Centro Iberoamericano de Investigación y Transferencia de Tecnología en oleaginosas.
3. **ASERCA (Apoyos y servicios a la comercialización agropecuaria).** 2012. Oleaginosas. Boletín ASERCA regional peninsular. Estados Unidos Mexicanos.
4. **Asociación Naturland.** 2010. Ajonjolí: Agricultura Orgánica en el Trópico y Subtrópico- Guías de 18 cultivos.
5. **Ávila, E.**1978. Fuentes de energía y proteínas para la alimentación de las aves. Instituto de Nacional de Investigaciones Pecuarías SARH. Palo Alto, México, D.F.
6. **Balderrama, Víctor.**2010. Digestibilidad ideal estandarizada de la proteína de pastas de ajonjolí y de soya en lechones. Volumen 11. Veracruz- México.
7. **Belmar, Roberto y Rutilio Nava.** 2010. Factores anti nutricionales en la alimentación de animales monogástricos. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México.
8. **CEI (Centro de Exportaciones e Inversiones Nicaragua).** 2013. Estudio de Mercado de Japón para la semilla de Ajonjolí Nicaragüense. Boletín agronómico. Nicaragua.
9. **Celis, Alberto.** 2000. Calidad de pastas de soya mexicanas y su relación con el síndrome de transito rápido en pollos de engorda. Universidad de Colima- Faculta de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México.

10. **Cumpa, Marcial y Donato Cueva.** 1997. Crianza y manejo de codornices. UNALM.
11. **Del Valle, Eurimar.** 2006. Evaluación de alimentos concentrados comerciales y densidad de aves en la producción de huevos de codornices (*Coturnix coturnix japónica*). Universidad de Oriente- Escuela de Zootecnia. Maturín.
12. **Díaz, C; Doraida, R; Briceño, R; Rosa V y Cabrera Héctor.** 2006. Comportamiento productivo de la codorniz para engorde (*Coturnix coturnix japónica*) suplementada con harina de lombriz. Técnico Superior Pecuario del “Núcleo Universitario Rafael Rangel (NURR). Universidad de los Andes (ULA)- Estado Trujillo de Venezuela.
13. **Duncan.** D.B. 1955. Multiple Ranges and multiple F test. “Biometrics Vol. 11”
14. **FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura)** 2012. Ajonjolí (*Sesamum indicum L.*). Ecuador
15. **FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura)** 2010. Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo- Alimentos alternativos para su uso en formulaciones de alimentos para aves de corral. Monogastric Research Centre, Institute of Food, Nutrition and Human Health, Massey University. Palmerston North, Nueva Zelandia
16. **Freire, María Augusta y Ángel Berrones.** 2008. Efecto de diferentes relaciones lisina: energía sobre parámetros zootécnicos de pollo de engorde en altura. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolqui-Ecuador.
17. **Garzón, Vitaliano.** 2010. La soya, principal fuente de proteína de alimentación de especies menores. CORPOICA, C.I. (Programa de procesos agroindustriales). Colombia.

18. **Guamán, Ricardo y Eduardo Calero.**1974. Mejores rendimientos con una nueva densidad de siembra en el cultivo de ajonjolí. INIAP. Ecuador.
19. **Hurtado, Nery.** 2003. Gran o de soya integral tostado en la alimentación de las codornices. Universidad de los Llanos- Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Colombia.
20. **IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Representación del IICA en Nicaragua).** 2006. Guía práctica para la exportación a EE.UU – Ajonjolí. Managua- Nicaragua.
21. **INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos).** 2012. Sistema agroalimentario de la soya. Análisis del Sistema Agroalimentario de la Soya en el Ecuador.
22. **MAGAP (Ministerio de Agricultura Ganadería, Acuacultura y Pesca).** 2013. Expositores presentaron propuestas para enfrentar el cambio climático que influye en los cultivos de quinua. Ecuador.
23. **Martínez, Raymundo.** 2007. Proyecto de inversión para el establecimiento de una granja de codorniz productora de huevo. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo- Facultad de Veterinaria y Zootecnia. México.
24. **Ministerio del Poder Popular para la Salud.** 2007. La soya. Gobierno Bolivariano de Venezuela. Caracas- Venezuela.
25. **MIPRO (Ministerio de Industrias y Productividad).** 2012. Boletín mensual de análisis sectorial de MIPYMES. Elaboración de balanceados para exportación. FLACSO-MIPRO Centro de Investigaciones Económicas y de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa. Ecuador.

26. **Morales, Carlos.** 2008. Suplementación de enzimas exógenas y su efecto en la producción de huevos de codorniz. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Facultad de Ciencias Pecuarias. Riobamba-Ecuador.
27. **Muirragui, Carlos Manuel.** 2013. Estudio de factibilidad del uso de la pasta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en dietas para aves. Universidad San Francisco de Quito. Ecuador.
28. **Nicaraocoop RI.** 2005. Ajonjolí. Revista de Comercio Exterior. Nicaragua
29. **Ortiz, José Rubén.** 1982. Evaluación de variedades de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) en tres localidades en el departamento de Jutiapa. Universidad de San Carlos de Guatemala.
30. **Otero, Whitney.** 2012. Efecto de la saponina Hibotek (Quillaja saponaria) en los alimentos de cerdos en las etapas de crecimiento y engorde. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Riobamba- Ecuador.
31. **Rostagno, H.S.; Texeira, L.F.; Donzele, J.; Gomes, P.C.; Oliveira, R.; Lopes, D.C.; Ferreira, A.; Barreto, S. L. y Euclides, R.F.** 2011. Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos. Requerimientos Nutricionales d codornices japonesas. Universidad Federal de Visosa. Brasil
32. **Ruales, Diego.** 2007. Efecto de la adición de saponinas esteroidales en la alimentación de la codorniz. Universidad técnica del Norte. Ibarra-Ecuador.
33. **Sánchez, Renato.** 2009. Diagnóstico y recomendación de políticas técnicas ambientales para el consejo provincial de Santo Domingo de los Tsáchilas. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. Quito-Ecuador.

34. **Subcommittee on Feed Composition -National Academy Press Washington, 1982.**
United States- Canadian Tables of Feed Composition Nutritional Data for United States and Canadian Feeds. Third revision. Washington D.C.
35. **Terán, Karina.** 2009-2010. Estudio de factibilidad para la exportación de semillas de ajonjolí desde Ecuador hasta el mercado alemán período 2009-2018. Universidad Tecnológica Equinoccial. facultad de ciencias económicas y negocios-Escuela de comercio exterior e integración Quito- Ecuador.
36. **USAID (Unites States Agency International Development).**2009. Sésamo: innovación en agronegocios. Paraguay vende: promoviendo crecimiento económico.
37. **Ventura, Carlos; Martínez, Nalelly; Basurto, Moisés y Ramona, Pérez.** 2010. Los compuestos esteroidales o saponinas en la palma del desierto (*Yuca schidigera*) y sus aplicaciones. Universidad Autónoma de Chiguagua- Facultad de Ciencias Agro tecnológicas. Aventuras del Pensamiento.
38. **Zegarra, Graciela.** 2010. Actividad deterrente y acaricida de principios activos de quinuas amargas, aceites esenciales y tarwi. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima- Perú.

11. Anexos

- Ilustraciones

Ilustración 2. Pesaje de animales 1 día d edad comienzo del experimento.



Ilustración 3. Recepción de pollos de codorniz-Jaulas adecuadas e identificadas.



Ilustración 4. Pesaje e identificación del alimento balanceado con diferentes porcentajes de ajonjolí.



Ilustración 5. Alimento balanceado.



Ilustración 6. Cambio de jaulas tercera semana.



Ilustración 7. Pesaje de alimento rechazado.



Ilustración 8. Pesaje de animales.



Ilustración 9. Pesaje de animales 5ta semana (tratamiento 1- TESTIGO).



Ilustración10. Pesaje de animales 5ta semana (tratamiento2- 25% pasta de ajonjolí).



Ilustración 11. Pesaje de animales -5ta semana (tratamiento 3- 50 % pasta de ajonjolí).

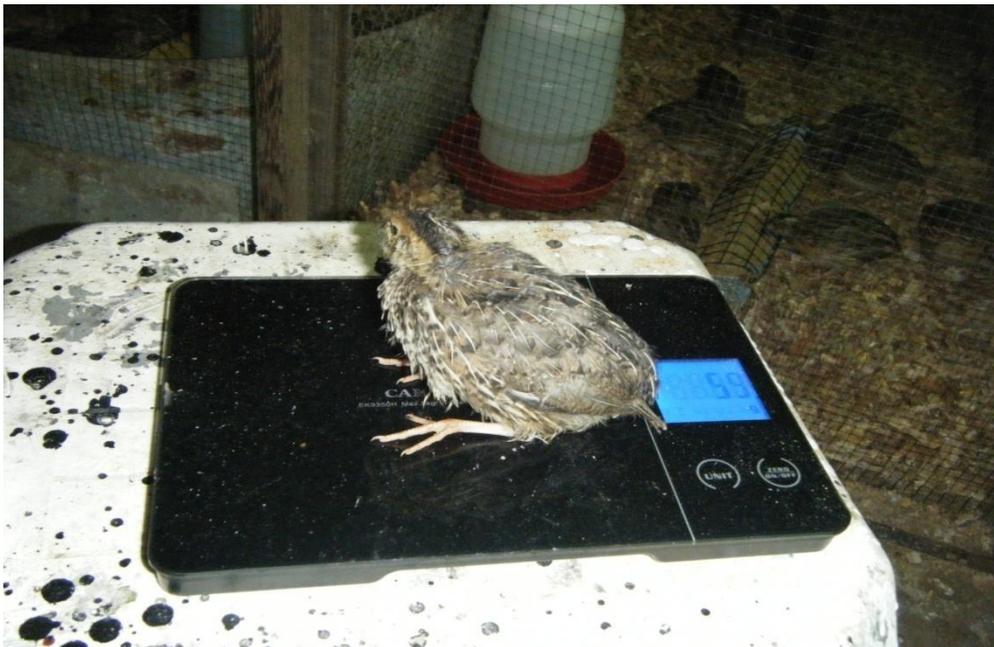


Ilustración 12. Pesaje de animales -5ta semana (tratamiento 4- 75% pasta de ajonjolí).



Tablas de resultados.

Consumo de Alimento

Tratamiento No. 1 (testigo-0% pasta de ajonjolí).

Tabla 22. Semana 1

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	TOTAL (g)
Total alimento ofrecido (g)	750	750	750	750	750	750	750	
Total alimento rechazado (g)	384	366	372	387	361	352	373	
Total alimento consumido (g)	366	384	378	363	389	398	377	2655
No. de aves	49	48	48	47	47	47	46	

Tabla 23. Semana 2

	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	TOTAL (g)
Total alimento ofrecido (g)	750	750	750	750	750	750	750	
Total alimento rechazado (g)	382	379	244	285	170	243	191	
Total alimento consumido (g)	368	371	506	465	580	507	559	3356
No. de aves	45	45	45	45	43	43	43	

Tabla 24. Semana 3

	Día 15	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20	Día 21	TOTAL (g)
Total alimento ofrecido (g)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
Total alimento rechazado (g)	50	325	479	326	400	125	252	
Total alimento consumido (g)	950	675	521	674	600	875	748	5043
No. de aves	43							

Tabla 25. Semana 4

	Día 22	Día 23	Día 24	Día 25	Día 26	Día 27	Día 28	TOTAL(g)
Total alimento ofrecido(g)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
Total alimento rechazado(g)	217	223	196	229	386	535	472	
Total alimento consumido(g)	783	777	804	771	614	465	528	4742
No. de aves	43	43	42	42	42	42	42	

Tabla 26. Semana 5

	Día 29	Día 30	Día 31	Día 32	Día 35	Día 34	Día 35	TOTAL (g)
Total alimento ofrecido (g)	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	
Total alimento rechazado(g)	512	330	612	573	567	421	598	
Total alimento consumido(g)	588	770	488	527	533	679	502	4087
No. de aves	42	41	41	41	40	40	40	

Tratamiento No. 2 (25% pasta de ajonjolí).

Tabla 27.Semana 1

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	TOTAL (g)
Total alimento ofrecido (g)	750	750	750	750	750	750	750	
Total alimento rechazado(g)	372	352	347	352	325	303	285	
Total alimento consumido(g)	378	398	403	398	425	447	465	2914
No. de aves	50	50	48	48	48	48	48	

Tabla 28.Semana 2

	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	TOTAL (g)
Total alimento ofrecido (g)	750	750	750	750	750	750	750	
Total alimento rechazado (g)	279	267	269	272	143	129	141	
Total alimento consumido (g)	471	483	481	478	607	621	609	3750
No. de aves	48	47	47	47	45	45	45	

Tabla 29.Semana 3

	Día 15	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20	Día 21	TOTAL (g)
Total alimento ofrecido (g)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
Total alimento rechazado(g)	90	240	229	160	146	24	174	
Total alimento consumido(g)	910	760	71	840	854	976	826	5937
No. de aves	45	45	44	44	44	43	43	

Tabla 33.Semana 2

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	TOTAL (g)
Total alimento ofrecido (g)	750	750	750	750	750	750	750	
Total alimento rechazado (g)	279	160	313	293	244	254	238	
Total alimento consumido (g)	471	590	437	457	506	496	512	3069
No. de aves	46	46	46	44	44	44	44	

Tabla 34.Semana 3

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	TOTAL (g)
Total alimento ofrecido(g)	1000							
Total alimento rechazado(g)	104	497	457	350	447	174	456	
Total alimento consumido(g)	896	503	543	650	553	826	544	4515
No. de aves	44	44	44	44	42	42	41	

Tabla 35. Semana 4

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	TOTAL (g)
Total alimento ofrecido(g)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
Total alimento rechazado(g)	336	422	415	436	437	439	518	
Total alimento consumido(g)	664	578	585	564	563	561	482	3997
No. de aves	41	41	40	40	40	40	39	

Tabla 36.Semana 5

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	TOTAL (g)
Total alimento ofrecido(g)	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	
Total alimento rechazado(g)	473	376	593	415	583	553	585	
Total alimento consumido(g)	627	724	507	685	517	547	515	4122
No. de aves	39							

Tratamiento No. 4 (75% pasta de ajonjolí).

Tabla 37. Semana 1

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	TOTAL (g)
Total alimento ofrecido (g)	750	750	750	750	750	750	750	
Total alimento rechazado (g)	419	393	453	433	412	362	372	
Total alimento consumido (g)	331	357	297	317	338	388	378	2406
No. de aves	50	50	48	48	48	48	46	

Tabla 38.Semana 2

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	TOTAL (g)
Total alimento ofrecido (g)	750	750	750	750	750	750	750	
Total alimento rechazado (g)	382	354	348	334	400	423	434	
Total alimento consumido (g)	368	396	402	416	350	327	316	2575
No. de aves	45	45	45	43	42	42	42	

Tabla 39. Semana 3

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	TOTAL (g)
Total alimento ofrecido (g)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
Total alimento rechazado (g)	394	570	649	639	594	527	467	
Total alimento consumido (g)	606	430	351	361	406	473	533	3160
No. de aves	42	42	42	41	41	41	41	

Tabla 40. Semana 4

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	TOTAL (g)
Total alimento ofrecido (g)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
Total alimento rechazado (g)	443	436	452	474	583	523	536	
Total alimento consumido (g)	557	564	548	526	417	477	464	3553
No. de aves	41	41	40	40	40	39	39	

Tabla 41. Semana 5

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	TOTAL (g)
Total alimento ofrecido(g)	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	
Total alimento rechazado(g)	584	563	678	649	659	723	709	
Total alimento consumido(g)	416	437	322	451	441	377	391	2835
No. de aves	39	39	39	39	38	38	38	

Ganancia de peso

Tratamiento 1 (testigo-0% pasta de ajonjolí).

Tabla 42. Semana 1-5

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	TOTAL (g)
Peso inicial (g)	446/8.9	1817/ 39.5	2663/61.93	4604/107	5553/132.2	
Peso final(g)	1817/ 39.5	2663/61.93	4604/107	5553/132.2	6444/161.1	
Ganancia de peso(g)	1371	846	1941	949	891	5998
No. de aves	50/46	46/43	43/43	43/42	42/40	

Tratamiento No. 2 (25% pasta de ajonjolí).

Tabla 43. Semana 1-5

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	TOTAL (g)
Peso inicial(g)	447/8.9	1030/21.5	1730/38.4	2921/67.9	3598/85.7	
Peso final(g)	1030/21.5	1730/38.4	2921/67.9	3598/85.7	4134/100.8	
Ganancia de peso(g)	583	700	1191	677	536	3687
No. de aves	50/48	48/45	45/43	43/42	42/41	

Tratamiento No. 3 (50% pasta de ajonjolí).**Tabla 44.** Semana 1-5

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	TOTAL (g)
Peso inicial(g)	448/8.97	1187/24.7	1480/33.6	1933/47.1	2274/58.3	
Peso final(g)	1187/24.7	1480/33.6	1933/47.1	2274/58.3	2799/71.8	
Ganancia de peso(g)	739	293	453	341	525	2351
No. de aves	50/48	48/44	44/41	41/39	39/39	

Tratamiento No. 4 (75% pasta de ajonjolí).**Tabla 45.** Semana 1-5

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	TOTAL (g)
Peso inicial(g)	444/8.8	683/14.8	868/20.7	1218/29.7	1345/34.5	
Peso final(g)	683/14.8	868/20.7	1218/29.7	1345/34.5	1511/39.8	
Ganancia de peso(g)	239	185	350	127	166	1067
No. de aves	50/46	46/42	42/41	41/39	39/38	

12. Hoja de vida

MARIA GABRIELA CHIRIBOGA ESPIN

Email: paty_cris@hotmail.com, maria.chiriboga@estud.usfq.edu.ec • Tel: 593 3442736 •
Celular: 0983010268

PERFIL



Mi nombre es Gabriela Chiriboga Responsable, trabajadora y emprendedora que mira los retos diarios como oportunidades para crecer como ser humano, cambiar aspectos de la personalidad y aprender cosas nuevas. Soy una persona tranquila que le gusta mantener relaciones armoniosas.

Idiomas: Inglés

Programas de Computación: Hoja de Cálculo, Presentaciones, Mensajería Instantánea, Navegador Web, Redes Sociales, Videoconferencia, Sistemas Operativos, Contabilidad, Economía, Estadística

Ciudades de preferencia laboral: Quito, Guayaquil, Cuenca, Manta, Portoviejo, Machala, Ibarra, Ambato, Santo Domingo, Tulcán, Latacunga

EDUCACION

Universidad San Francisco de Quito (Ecuador)
Ingeniería en Agroempresa

Enero 2007 – Mayo 2012

Montgomery College (Estados Unidos) Septiembre 2008 – Diciembre 2008
Reading and writing 4

Colegio John Davison Rockefeller (Ecuador) Agosto 2003 – Julio 2005
5to y 6to curso -Bachillerato en Ciencias

Liceo "San Francisco del Alba" (Santiago de Chile) Abril 2002 – Agosto 2003
4to y 5to curso

Colegio de América (Ecuador) Septiembre 1993 – Febrero 2002
1er grado- 2do curso

EXPERIENCIA LABORAL

LONGPORT-Proyecto American Airlines Abril 2013 -Julio 2013
Aeropuerto Mariscal Sucre- Tababela
Cargo: PSR (Passenger Service Representative)
Funciones: Chequeo de Pasajeros en el counter, seguridad de la aerolínea, servicio al cliente.

PERSONAL

Participé en la construcción de casas de emergencia en Quito y en Manabí por medio de la fundación "Techo para mi país" También, fui parte de la fundación "CAE" y "semillas de esperanza" - MIES.