



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA
AGRICULTURA**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: EFECTO DEL USO DE DIFERENTES TIPOS DE FORRAJES EN
ALIMENTACIÓN DE GALLINAS PRODUCTORAS DE HUEVO
COMERCIAL**

AUTORES: CEVALLOS ALULEMA, GINO ALEXANDER

TUFIÑO RUALES, KATHERINE ALEJANDRA

DIRECTOR: ING. ORTIZ MANZANO, MARIO LEONARDO

SANGOLQUÍ

2019



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “*EFECTO DEL USO DE DIFERENTES TIPOS DE FORRAJES EN ALIMENTACIÓN DE GALLINAS PRODUCTORAS DE HUEVO COMERCIAL*”, fue realizado por los señores *Cevallos Alulema, Gino Alexander y Tufiño Ruales, Katherine Alejandra* el mismo que ha sido revisado conjuntamente en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustenten públicamente.

Sangolquí, 29 de Julio del 2019

Firma:

Ing. Mario Ortiz Manzano

C.C.: 0602065435



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, *Cevallos Alulema, Gino Alexander y Tufiño Ruales, Katherine Alejandra* declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: *Efecto del uso de diferentes tipos de forrajes en alimentación de gallinas productoras de huevo comercial* es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 29 de Julio del 2019

Firmas

Cevallos Alulema Gino Alexander

C.C.: 1804617205

Tufiño Ruales Katherine Alejandra

C.C.: 1726316274



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

Nosotros, *Cevallos Alulema, Gino Alexander y Tufiño Ruales, Katherine Alejandra* autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: *Efecto del uso de diferentes tipos de forrajes en alimentación de gallinas productoras de huevo comercial* en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad

Sangolquí, 29 de Julio del 2019

Firmas

Cevallos Alulema Gino Alexander

C.C.: 1804617205

Tufiño Ruales Katherine Alejandra

C.C.: 1726316274

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, porque Él ha sido el motor de nuestras vidas, nos ha permitido llegar hasta donde estamos, por la fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad y guiarnos en todo este proceso para culminar una meta más de nuestras vidas.

A nuestros padres, por su amor, trabajo, entrega y sacrificio, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos, porque han sido un gran ejemplo a seguir, han sido nuestra inspiración. Es un orgullo y un gran privilegio ser sus hijos, son los mejores.

A nuestros hermanos por estar siempre presentes, acompañándonos, por su apoyo y amor incondicional que nos brindaron a lo largo de este proceso.

A nuestras abuelitas que siempre nos han llenado de amor y han permanecido con nosotros a lo largo de esta carrera, han sido una pieza fundamental ya que son muestra de fortaleza, valentía y amor a ustedes muchas gracias.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos profesores que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por sus bendiciones a lo largo de todos estos años, por habernos dado la sabiduría y la fortaleza para que fuera posible alcanzar este triunfo. Gracias a nuestros padres: Fabián y Jeaneth; Patricio y Eliana, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE - IASA, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al Ing. Mario Ortiz, tutor de nuestro proyecto de investigación quien nos ha guiado con paciencia, y rectitud como amigo y docente, a nuestros amigos por su apoyo, consejos, por acompañarnos en el largo proceso de este trabajo y muchos de ustedes han sido un gran soporte y han permanecido con nosotros en todo momento. Les agradecemos infinitamente por estar y compartir la felicidad de haber culminado otra etapa más en nuestras vidas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación	2
1.3 Planteamiento del problema	4
1.3.1 El problema	4
1.3.2 Los efectos.....	5
1.3.3 Las causas.....	5
1.4 Objetivo	5
1.4.1 Objetivo General	5
1.4.2 Objetivos Específicos	5
1.5 Hipótesis.....	6

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Avicultura en el Ecuador	7
2.1.1 Producción de huevos en el Ecuador.....	8
2.1.2 Consumo per cápita de huevos	9
2.2 Requerimientos nutricionales de las aves ponedoras	10
2.3 Fisiología de la formación del huevo	11
2.4 Calidad del huevo.....	13
2.4.1 Color de Yema	13
2.4.2 Unidades Haugh	13
2.4.3 Peso	15
2.4.4 Altura de albúmina	15
2.4.5 Espesor de Cáscara.....	15
2.4.6 Calidad de acuerdo a las normas INEN.....	16

2.5	Pruebas bioquímicas séricas y hematológicas.....	18
2.5.1	Calcio sérico.....	18
2.5.2	Colesterol.....	18
2.5.3	Fosfatasa alcalina (TGP).....	19
2.6	Tipos de forrajes para la dieta de gallinas ponedoras.....	20
2.6.1	Alfalfa.....	20
2.6.2	Zanahoria.....	21
2.6.3	Remolacha.....	22
2.7	Pigmentos.....	24
2.8	Características productivas de LOHMANN BROWN-CLASSIC.....	29

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOLOGIA

3.1	Ubicación del lugar de investigación.....	30
3.1.1	Ubicación Política.....	30
3.1.2	Ubicación Geográfica.....	30
3.1.3	Ubicación Ecológica.....	31
3.2	Materiales de campo.....	31
3.2.1	Equipos.....	31
3.2.2	Reactivos.....	32
3.2.3	Programas Informáticos.....	32
3.3	Manejo del experimento.....	32
3.3.1	Métodos Específicos de Manejo del Experimento.....	32
3.3.2	Instalaciones.....	33
3.3.3	Elaboración del balanceado.....	33
3.3.4	Suministro de alimento.....	34
3.3.5	Muestra de sangre.....	35
3.3.6	Obtención de suero.....	35
3.3.7	Pruebas bioquímicas sanguíneas.....	35
3.4	Diseño experimental.....	38
3.4.1	Factor en estudio.....	38
3.4.2	Niveles en estudio.....	38
3.4.3	Tipo de diseño.....	38
3.4.4	Croquis experimental.....	38
3.4.5	Análisis estadístico.....	39
3.4.6	Esquema de análisis de varianza.....	39
3.4.7	Coeficiente de variación.....	40
3.5	Variables a medir.....	40
3.5.1	Consumo de alimento.....	40
3.5.2	Conversión alimenticia.....	40
3.5.3	Análisis Económico.....	41
3.5.4	Valoración económica de las Dietas.....	41
3.5.5	Costos de Producción.....	41
3.5.6	Análisis de la Calidad de Huevos.....	41
3.5.7	Calidad de la cáscara.....	42

3.5.8	Calidad interna	42
3.5.9	Color de Yema	42
3.5.10	Índice de frescura	42
3.5.11	Espesor de la cáscara	43

CAPÍTULO IV

RESULTADOS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN

4.1	Consumo de alimento g/ave/día.....	44
4.1.1	Análisis de Varianza - consumo de alimento.....	44
4.2	Conversión alimenticia.....	45
4.3	Porcentaje de postura.....	47
4.3.1	Análisis de Varianza – Porcentaje de postura	47
4.4	Calidad del Huevo	48
4.4.1	Peso	50
4.4.2	Altura de la albumina (Ht) en milímetros	52
4.5	Color de la Yema - YF	54
4.6	Unidades Haugs.....	55
4.7	Resistencia de la cáscara	58
4.8	Grosor de la cáscara	59
4.9	Colesterol	62
4.10	Calcio	63
4.11	Fosfata Alcalina.....	65
4.12	Análisis económico	67

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	69
5.2	Recomendaciones.....	72
5.3	Bibliografía.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Calidad proteínica del huevo según las Unidades Haugh</i>	14
Tabla 2	<i>Clasificación de huevos de acuerdo a su masa unitaria (g)</i>	16
Tabla 3	<i>Categorización de huevos de acuerdo a su calidad</i>	17
Tabla 4	<i>Constantes séricas y hematológicas en gallinas ponedoras</i>	18
Tabla 5	<i>Valor nutricional en M. S. de la alfalfa</i>	21
Tabla 6	<i>Valor nutricional en MS de zanahoria</i>	22
Tabla 7	<i>Valor nutricional en MS de remolacha</i>	23
Tabla 8	<i>Comparación de los valores nutricionales entre: remolacha, alfalfa y zanahoria</i>	24
Tabla 9	<i>Características de la raza LOHMAN BROWN CLASSIC</i>	29
Tabla 10	<i>Formulación de la dieta para gallinas ponedoras</i>	34
Tabla 11	<i>Procedimiento para obtención calcio sérico</i>	36
Tabla 12	<i>Esquema de pipeteo para obtención de colesterol en suero</i>	37
Tabla 13	<i>Procedimiento para obtención de fosfatasa alcalina en suero</i>	37
Tabla 14	<i>Croquis experimental</i>	39
Tabla 15	<i>Análisis de varianza para un DCA con 4 tratamientos y 10 repeticiones</i>	39
Tabla 16	<i>Calidad del huevo y su relación con las unidades Haugh</i>	43
Tabla 17	<i>Espesor de la cáscara</i>	43
Tabla 18	<i>Análisis de Varianza para los consumos, según su tratamiento</i>	44
Tabla 19	<i>Estadístico Tukey para tratamientos de acuerdo al consumo diario</i>	44
Tabla 20	<i>Valores de la conversión alimenticia en los diferentes tratamientos</i>	46
Tabla 21	<i>Análisis de Varianza para porcentaje de postura, según los tratamientos</i>	47
Tabla 22	<i>Estadístico Tukey para tratamientos en el porcentaje de postura</i>	47
Tabla 23	<i>Comparación de medias para la calidad del huevo según el tratamiento</i>	49
Tabla 24	<i>Análisis de Varianza para el peso de los huevos, según tratamiento.</i>	50
Tabla 25	<i>Estadístico Tukey para tratamientos en el peso del huevo.</i>	51
Tabla 26	<i>Análisis de Varianza para la altura de la albúmina, según tratamiento.</i>	52
Tabla 27	<i>Estadístico Tukey para tratamientos en la altura de la albúmina</i>	52
Tabla 28	<i>Análisis de Varianza para la coloración de la yema, según tratamiento.</i>	54
Tabla 29	<i>Estadístico Tukey para tratamientos en la coloración de la yema</i>	54

Tabla 30	<i>Análisis de Varianza para las unidades Haugh, según tratamiento</i>	56
Tabla 31	<i>Estadístico Tukey para tratamientos en las unidades Haugs</i>	56
Tabla 32	<i>Análisis de Varianza para la resistencia de la cáscara, según tratamiento</i>	58
Tabla 33	<i>Prueba Tukey para la resistencia de la cáscara</i>	58
Tabla 34	<i>Análisis de Varianza para el grosor de la cáscara, según tratamiento</i>	59
Tabla 35	<i>Estadístico Tukey para tratamientos para el grosor de la cáscara</i>	59
Tabla 36	<i>Análisis de Varianza para la presencia de colesterol, según tratamiento.</i>	62
Tabla 37	<i>Prueba Tukey para tratamientos en la presencia de colesterol</i>	62
Tabla 38	<i>Análisis de Varianza para la presencia de calcio, según tratamiento</i>	63
Tabla 39	<i>Estadístico Tukey para tratamientos en la presencia de Calcio</i>	64
Tabla 40	<i>Análisis de Varianza para la presencia de fosfata alcalina, según tratamiento.</i>	65
Tabla 41	<i>Prueba Tukey para la Fosfatasa alcalina</i>	65
Tabla 42	<i>Análisis económico de los diferentes tratamientos</i>	67
Tabla 43	<i>Beneficio/Costo según los tratamientos</i>	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Censo del número de aves criadas en el campo.....	7
Figura 2	Censo del número de aves criadas en planteles avícolas.....	8
Figura 3	Producción en planteles avícolas en el año 2016.....	9
Figura 4	Producción en campo en el año 2016.....	9
Figura 5	Consumo per cápita de huevos anual.....	10
Figura 6	Requerimientos nutricionales de gallinas ponedoras.....	11
Figura 7	Esquema de formación del huevo.....	12
Figura 8	Clasificación de los pigmentos en función de los tratamientos.....	25
Figura 9	Ubicación geográfica de la Hacienda El Prado - IASA I.....	30
Figura 10	Agrupación de tratamientos por promedios, según el consumo.....	45
Figura 11	Conversión alimenticia de los diferentes tratamientos.....	46
Figura 12	Efecto del uso de diferentes forrajes sobre el porcentaje de postura.....	48
Figura 13	Matriz de dispersión, histograma y correlación de variables.....	49
Figura 14	Agrupación de tratamientos por promedios, según el peso.....	51
Figura 15	Agrupación de tratamientos por promedios de la altura de albúmina.....	53
Figura 16	Agrupación de tratamientos por promedios, según la coloración de la yema.....	55
Figura 17	Agrupación de tratamientos por promedios, según las unidades Haugh.....	57
Figura 18	Agrupación de tratamientos por promedios, según el grosor de la cáscara.....	60
Figura 19	Matriz de dispersión, histograma y correlación de variables en análisis de sangre.....	61
Figura 20	Agrupación de tratamientos por promedios, según la presencia de colesterol.....	63
Figura 21	Agrupación de tratamientos por promedios, según la presencia de calcio.....	64
Figura 22	Agrupación de tratamientos por promedios, según la presencia de fosfatasa.....	66

RESUMEN

Esta investigación se centra en la determinación del efecto del uso de diferentes productos forrajeros: alfalfa (*Medicago sativa*), zanahoria (*Daucus carota*) y remolacha (*Beta vulgaris*) como una alternativa en la dieta de gallinas productoras de huevo comercial (Lohman Brown - Classic), ya que su valor nutricional en vitaminas, minerales y pigmentos (xantofilas, alfa carotenos y beta carotenos) son deseables para la alimentación de gallinas productoras, mejoran la calidad de huevo e influyen en la producción de yemas con un color más comercial. Este estudio se realizó en el proyecto avícola de la Hacienda El Prado, IASA I, los tratamientos que se usaron fueron inclusión al 5% de remolacha, zanahoria y alfalfa respectivamente, bajo un diseño completamente al azar (DCA). Adicionalmente se evaluó un testigo generando un total de 10 repeticiones por tratamiento, donde las variables a medir fueron porcentaje de postura, consumo de alimento, parámetros sanguíneos (calcio, fósforo y colesterol) e índices de calidad del huevo (peso, color de la yema, altura de albúmina, unidades Haugh, espesor y grosor de cáscara); el tratamiento de inclusión al 5% de remolacha presentó excelentes y significativos resultados en la medición de las variables y obtuvo la mejor rentabilidad en comparación con los otros tratamientos.

PALABRAS CLAVES:

- **LOHMAN BROWN – CLASSIC**
- *Daucus carota*
- *Beta vulgaris*
- **CALIDAD DEL HUEVO**
- **PIGMENTOS**

ABSTRACT

This research focuses on determining the effect of the use of different fodder products: alfalfa (*Medicago sativa*), carrot (*Daucus carota*) and beet (*Beta vulgaris*) as an alternative in the diet of commercial egg producing hens (Lohman Brown - Classic), since their nutritional value in vitamins, minerals and pigments (xanthophylls, alpha carotenes and beta carotenes) are desirable for the feeding of producing hens, improve egg quality and influence the production of yolks with a more commercial color. This study was carried out in the poultry project of the Hacienda El Prado, IASA I, the treatments that were used were included at 5% beet, carrot and alfalfa respectively, under a completely random design (DCA). In addition, a control was evaluated generating a total of 10 repetitions per treatment, where the variables measured percentage of position, food consumption, blood parameters (calcium, phosphorus and cholesterol) and egg quality indices (weight, yolk color, height albumin, Haugh units, shell thickness); the 5% inclusion treatment of the removal of results obtained and relevant results in the measurement of the variables and the best profitability compared to the other treatments.

KEYWORDS:

• **LOHMAN BROWN - CLASSIC**

• *Daucus carota*

• *Beta vulgaris*

• **EGG QUALITY**

• **PIGMENTS**

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En la actualidad el sector agropecuario enfrenta una gran demanda de alimentos de la población mundial siendo uno de los principales el consumo de huevo (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), para satisfacer esta gran necesidad la actividad avícola desarrolla un complejo proceso de producción para lograr una alimentación balanceada y que cubra los requerimientos nutricionales obteniendo productos finales de excelencia, en el año 2014 se ha registrado un consumo nacional de maíz importado de 114,043 TM y maíz nacional de 1,600,588 TM y de soya importada 758,177 TM y soya nacional 30,000 TM (AFABA, 2014), por lo tanto, los altos costos de producción de alimentos balanceados en los países tercer mundistas como el nuestro ha creado una necesidad de generar nuevas estrategias alimenticias que disminuyan los costos de producción sin afectar los rendimientos de las gallinas. Un análisis estadístico arroja que cada ecuatoriano consume en promedio una docena de huevos al mes, que representa 3 huevos a la semana (CONAVE, 2016), siendo el huevo un alimento básico de la dieta del ser humano, ya que contribuye con una gran cantidad de micronutrientes (minerales y vitaminas) y una excelente fuente de xantofilas (Cuevas, Díaz, Molina, & Retamal, 2003)

Una de las fuentes alternativas de pigmentación es la remolacha, zanahoria y alfalfa ya que proporcionan xantofilas y carotenos con el fin de disminuir el uso de colorantes sintéticos, que cada vez es más estricto la forma de obtención del pigmento relacionándolo con la toxicidad que puede generar por lo que se busca la sustitución por pigmentos naturales (Coutts & Wilson, 2007).

Dada la gran cantidad de desperdicios procedentes de la remolacha, zanahoria y alfalfa y la poca información de aprovechamiento de las propiedades de estos en las dietas de los animales como fuente nutritiva, en base a ello este estudio busca crear nuevas alternativas nutricionales que mejoren la calidad del huevo y disminuyan los costos de producción.

1.2 Justificación

Según INEC se ha registrado que el consumo nacional de huevos ha aumentado debido al crecimiento de la población. Dicho consumo es de 140 huevos por persona en un año; esto significa que las producciones avícolas en el país deben crecer y ser más rentables y eficientes en los procesos, con el objetivo de abaratar costos y obtener más ganancias; así como incrementar la producción y brindar un producto con valor agregado (INEC, 2016).

La dependencia de insumos tradicionales como el maíz y la soya para la alimentación animal en el Ecuador, (maíz importado de 114,043 TM y maíz nacional de 1,600,588 TM y soya importada 758,177 TM y soya nacional 30,000 TM) (AFABA, 2014), ha afectado directamente en los precios de los balanceados y consecuentemente los costos productivos se han elevado, los productores están en constante búsqueda de materia prima alternativa para disminuir los costos en sus explotaciones. Adicionalmente, estos productores también buscan productos que puedan ser extraídos en sus mismas fincas y producidos a nivel local.

Dentro de las alternativas que se han estudiado, está la utilización de materias primas orgánicas, con el fin de disminuir la cantidad de balanceado administrado y por lo tanto el costo de alimentación; así como brindar un valor agregado al huevo. Sin embargo, a la hora de indagar por información de los desempeños de los animales con dicha alternativa, no se encuentran datos técnicos productivos. Por esta razón se ha planteado una alternativa de alimentación, a base de zanahoria, remolacha y alfalfa ya que poseen grandes ventajas dentro de los parámetros

productivos, la alfalfa contiene xantofilas, que incorporadas a la dieta darán el color característico a la yema sin la necesidad de adicionar colorantes o pigmentos comerciales debido a que las diferencias en el color, consistencia y composición de la yema están directamente relacionadas con la alimentación de la gallina; por otro lado según (Cuevas, Díaz, Molina, & Retamal, 2003) se ha demostrado que la adición en la dieta de esteroides vegetales provenientes de la alfalfa consiguen una disminución considerable del contenido de colesterol en el huevo. La zanahoria contiene altos niveles de vitaminas importantes para la mantención y producción normal de las gallinas, la vitamina A presente en la zanahoria estimula la ingestión de alimento y mejora la absorción de nutrientes y la vitamina C en condiciones adversas mejora la calidad del huevo; de la misma forma la zanahoria dentro de su estructura posee pigmentos naturales como el caroteno y las antocianinas que permitirán fijar un color más comercial a la yema mejorando al mismo tiempo la palatabilidad del huevo. Finalmente la remolacha es una fuente de vitaminas y pigmentos naturales muy significativa, su principal componente utilizado en la avicultura es la betaína, la misma que está considerada como aditivo nutricional dentro del mismo grupo que la colina y metionina, su efecto ha sido evaluado en pollos de engorde teniendo resultados altamente significativos, ya que la betaína es un donador excelente de grupos metilo siendo éstos indispensables para la síntesis endógena de la metionina y de otros compuestos esenciales mejorando el rendimiento de los animales y abaratando la dieta en su formulación, por otro lado, los pigmentos naturales presentes en la remolacha incidirán positivamente en la coloración de la yema de huevo (Kidd, Ferket, & Garlich, 1997).

Con estos argumentos y debido a la importancia de mejorar los parámetros productivos en aves de postura, este trabajo busca al sustituir parcialmente el concentrado, reducir costos productivos sin afectar los parámetros productivos y la condición corporal de las aves de postura,

así como brindar un producto con valor agregado. Consecuentemente, brindará a los productores una opción para disminuir la cantidad de balanceado administrado y como resultado tener un sistema de producción más eficiente, con un bienestar animal, garantizando la sostenibilidad y sustentabilidad de las granjas destinadas a la producción de huevo comercial.

1.3 Planteamiento del problema

1.3.1 El problema

La avicultura en el país se ha visto afectada directamente en las últimas décadas debido a la dependencia de insumos importados y el uso cada vez más amplio de aditivos con precios altos; el maíz y la soya, destinados a la producción de concentrado para la alimentación animal, este problema se ve reflejado directamente en el incremento del precio del balanceado y consecuentemente los costos productivos se han elevado, lo cual convierte al avicultor en poco competitivo, especialmente al pequeño productor, como resultado los productores avícolas están en constante búsqueda de materias primas alternativas para disminuir los costos de producción en sus explotaciones. La alternativa nutricional del uso parcial y reemplazo del balanceado por forrajes (zanahoria, remolacha y alfalfa) cumple con el fin de contar con materias primas alternativas disponibles a precios módicos lo cual implica una menor dependencia de materias primas tradicionales muchas veces producto de importaciones como es el caso de pigmentos sintéticos, consecuentemente se abarataría el costo de alimentación, sin afectar el aporte de nutrientes destinados a satisfacer los requerimientos diarios de las gallinas; así como brindar un valor agregado al huevo. Sin embargo, a la hora de indagar por información sobre el desempeño productivo de los animales bajo esta propuesta de producción, no se encuentra información técnica para un sistema de producción orgánico y productos con valor agregado.

1.3.2 Los efectos

La falta de alternativas nutricionales en aves de postura, materias primas importadas y aditivos, como pigmentos sintéticos, provocan un incremento en los costos de producción, generando una disminución en las ganancias de los productores avícolas, por otro lado, la competitividad se ve afectada negativamente al no ofrecer un producto con valor agregado.

1.3.3 Las causas

Los productores avícolas del país dependen del maíz y soya como fuente principal de nutrientes, obteniendo como resultado un producto común por lo que al implementar alternativas nutricionales se disminuyen los costos de producción, y se obtiene un producto diferenciado con valor agregado.

1.4 Objetivo

1.4.1 Objetivo General

Determinar el efecto del uso de diferentes productos forrajeros (alfalfa, zanahoria y Remolacha) como una alternativa nutricional en gallinas productoras de huevo comercial para abaratar costos de producción y mejorar la calidad de huevo.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de la inclusión de diferentes productos forrajeros en un sistema de producción animal por medio de parámetros zootécnicos: porcentaje de postura (PP), consumo alimenticio (CA), peso vivo (PV), conversión alimenticia (ECA), mortalidad (M), viabilidad (V), margen bruto (MB), costos de producción.
- Evaluar el efecto de diferentes productos forrajeros en aves de postura por medio de parámetros sanguíneos (calcio sérico, colesterol y fosfatasa alcalina)

- Evaluar la calidad de huevo en los diferentes tratamientos (peso, color de yema, calidad de cáscara, calidad interna, altura de albúmina, resistencia, unidades haugh, calificación de calidad según norma INEN y espesor de cáscara).
- Valorar la viabilidad económica del uso de dietas a base de materia prima alternativa en la producción de huevo comercial.

1.5 Hipótesis

Ho: El uso de diferentes forrajes (zanahoria, alfalfa y remolacha), en la alimentación de gallinas ponedoras de huevo comercial, mejora el desempeño productivo y calidad de huevo.

Ha: El uso de diferentes forrajes (zanahoria, alfalfa y remolacha), en la alimentación de gallinas ponedoras de huevo comercial, no mejora el desempeño productivo y calidad de huevo.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Avicultura en el Ecuador

La industria avícola tiene gran importancia en el sector agropecuario ecuatoriano porque ha sido un motor fundamental para el sustento económico de miles de pequeños y medianos productores agrícolas y avícolas ya que engloba una cadena de producción íntegra desde el maíz, soya hasta balanceados. Según el censo avícola, el 47,86% de las aves criadas en el campo corresponden a la producción de pollos y pollitos, mientras que las gallinas y gallos ocupan el 44.73% y en menor producción se encuentran los patos con el 6.74% y los pavos con 0.66% (INEC, 2016) (Figura 1).

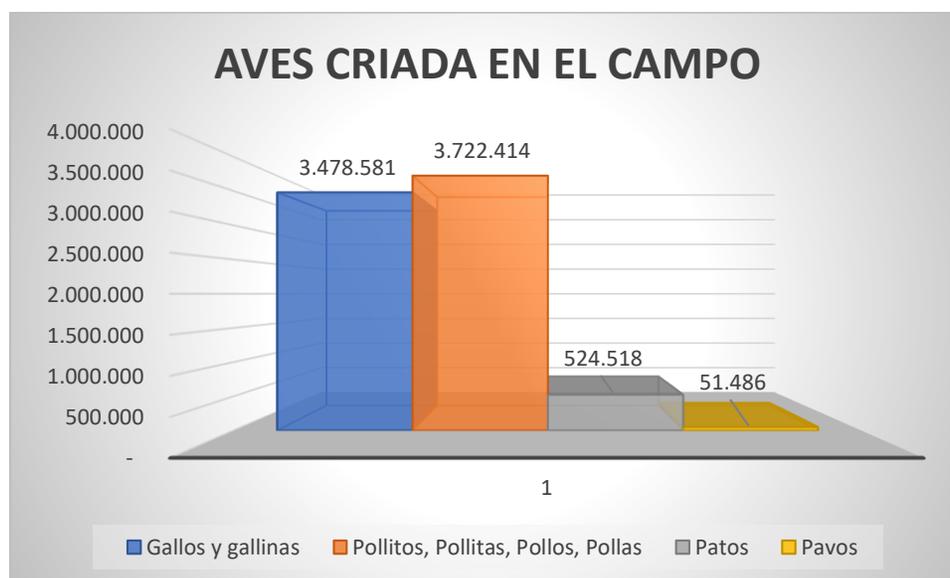


Figura 1. Censo del número de aves criadas en el campo

Fuente: (INEC, 2016)

Por otro lado, el análisis estadístico arroja que el 73,66% de aves criadas en planteles avícolas corresponden a los pollos de engorde, seguido por las gallinas ponedoras con el 22.03%, mientras

que las gallinas reproductoras corresponden al 3.50% y por último las avestruces, pavos y codornices siendo el 0,88% en relación al total (Figura 2).

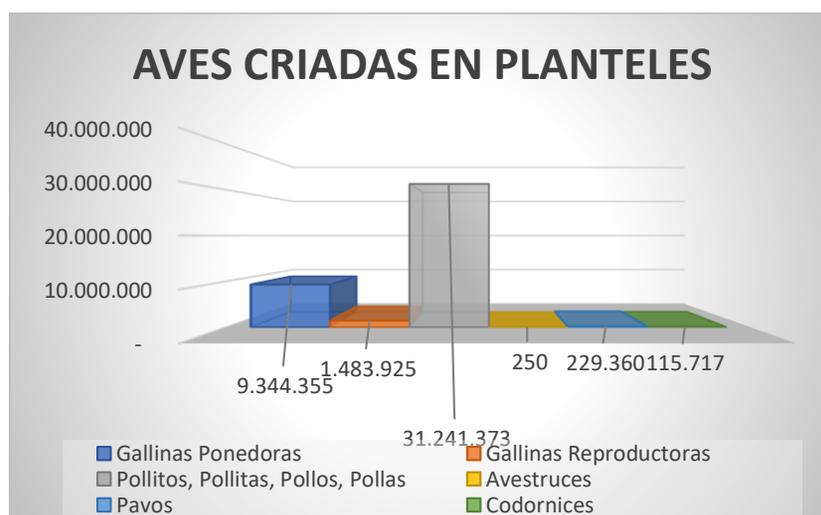


Figura 2. Censo del número de aves criadas en planteles avícolas

Fuente: (INEC, 2016)

2.1.1 Producción de huevos en el Ecuador

La distribución de la producción de huevos en el país en el año 2017 fue del 90,81% en planteles avícolas y del 9,19% en el campo. La mayor concentración de la producción se encuentra en la región Sierra con 50,24 millones de huevos, lo que significa un 84,90% del total producido nacionalmente, en segundo lugar, está la región Costa con 13,96% y por último con el 1,14% el Oriente (INEC, 2016)

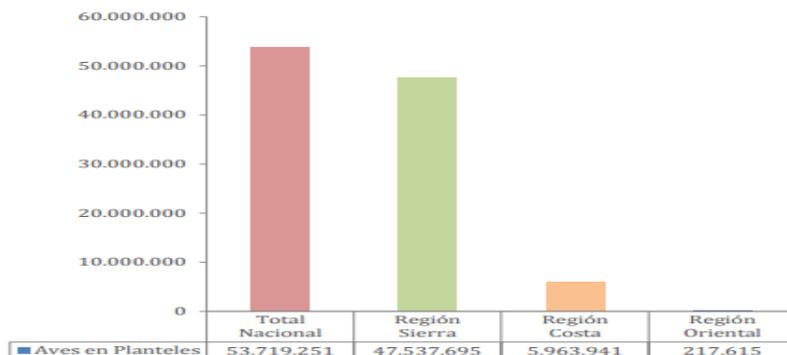


Figura 3. Producción en planteles avícolas en el año 2016

Fuente: (INEC, 2016)

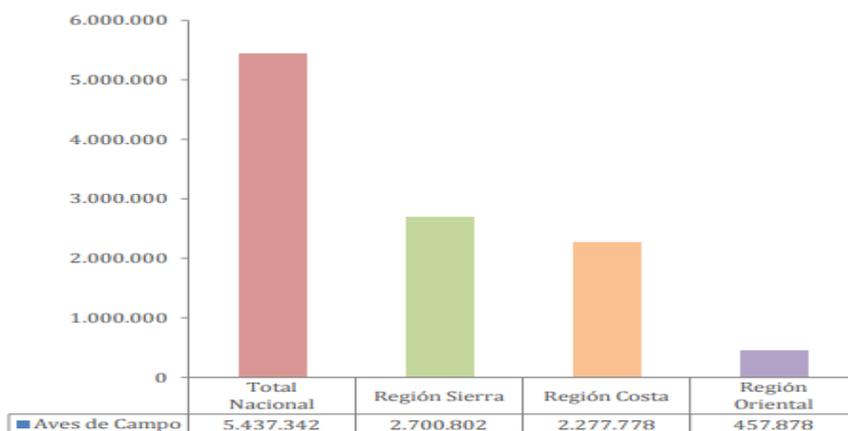


Figura 4. Producción en campo en el año 2016

Fuente: (INEC, 2016)

2.1.2 Consumo per cápita de huevos

El consumo anual de huevo tuvo mayor incremento en estos últimos años, por su bajo precio en el mercado, alto valor nutricional, facilidad de acceso y consumo ya que puede ser de forma directa o en un sin número de platillos culinarios.

El análisis estadístico realizado por la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE), arrojó que cada ecuatoriano consume en promedio una docena de huevos al mes que representa 3 huevos a la semana, se evidencia que el crecimiento de la producción avícola de

gallinas ponedoras se ha incrementado notablemente, este crecimiento se atribuye a las campañas realizadas por las instituciones como CONAVE, ya que se ha mejorado la producción y calidad.

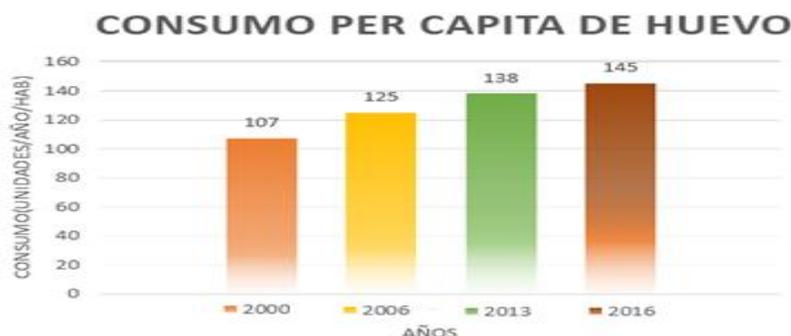


Figura 5. Consumo per cápita de huevos anual

Fuente: (CONAVE, 2016)

2.2 Requerimientos nutricionales de las aves ponedoras

En el transcurso de los últimos años los mejoramientos genéticos en la avicultura y los valores de la proteína y la energía en el concentrado para ponedoras han dado como resultado aumentos en la eficiencia de la producción de huevos. Por consiguiente, el resultado de un bajo consumo de alimento hace imperativo el hecho de que las raciones sean más concentradas, enfocadas especialmente en aminoácidos, calcio y fósforo. Si el alimento consumido por cada gallina en un día contiene los nutrientes necesarios para la producción de un huevo, resultará en una mayor eficiencia productiva y al mismo tiempo se cuidará el bienestar animal y su condición física (Kidd, Ferket, & Garlich, 1997).

Por lo tanto, para obtener un máximo de eficiencia debemos estar seguros que en la formulación de la alimentación se cubran las necesidades diarias de energía, proteína, aminoácidos esenciales, minerales y vitaminas; estas necesidades incluyen el mantenimiento de tejidos del cuerpo y la producción de huevos (Páez & Quimbay, 2016) los nutrientes necesarios

para la producción de huevos vienen determinados por el nivel de producción y composición de los huevos.

Nutriente	Ponedoras de Huevos Marrones					
Proteína Bruta	17,0					
Cálcio	4,2					
Fósforo Disponible	0,375					
Potasio	0,590					
Sodio	0,230					
Cloro	0,210					
Acido Linoléico	1,210					
Peso Corporal, kg	1,600	1,800	1,900			
Ganancia Peso, g/día	2,00	1,00	0			
Masa de Huevo, g/día	55	50	45			
Aminoácido ¹	Dig.	Total	Dig.	Total	Dig.	Total
Lisina	0,815	0,916	0,750	0,843	0,679	0,763
Metionina	0,408	0,449	0,375	0,413	0,340	0,374
Metionina + Cistina	0,742	0,824	0,683	0,759	0,618	0,687
Triptófano	0,187	0,211	0,173	0,194	0,156	0,175
Treonina	0,538	0,623	0,495	0,573	0,448	0,519
Arginina	0,815	0,879	0,750	0,809	0,679	0,732
Glicina + Serina	-	0,733	-	0,674	-	0,610
Valina	0,734	0,894	0,675	0,759	0,611	0,687
Isoleucina	0,676	0,760	0,623	0,700	0,564	0,633
Leucina	0,994	1,090	0,915	1,003	0,828	0,908
Histidina	0,236	0,256	0,218	0,236	0,197	0,214
Fenilalanina	0,530	0,577	0,488	0,531	0,441	0,481
Fenilalanina + Tirosina	0,962	1,053	0,885	0,969	0,801	0,877

Figura 6. Requerimientos nutricionales de gallinas ponedoras

Fuente: (Rostagno, 2017)

2.3 Fisiología de la formación del huevo

El tiempo estimado para la formación de huevo en el oviducto es de 24 a 28 horas, desde la ovulación hasta la postura, es importante tomar en cuenta los requerimientos nutritivos, porque cuando existe una alimentación baja en proteína afecta directamente en el tamaño y cantidad de huevos puestos, también hay una disminución del peso de la gallina (Campaña, 2010).

La formación del huevo se inicia en el ovario donde se forma la yema (óvulo), ésta es capturada por el infundíbulo en el instante de la ovulación, donde se secreta la primera capa

gruesa de albúmina que rodea a la yema, el tiempo que el huevo se encuentra en el infundíbulo es de 15 a 30 minutos. Después en la parte más grande del oviducto llamado magnum, la albúmina o también llamada clara de huevo se dispone alrededor de la yema, ésta se encuentra formada por 4 capas distintas: albúmina delgada o acuosa (capas interna y externa) y albúmina gruesa o semisólida (interna y externa), esto ocurre en un periodo de tiempo de 2 a 3 horas. Posteriormente llega al istmo donde las membranas de la cáscara se añaden al huevo en formación, es 1 a 2 horas, luego pasa al útero donde las membranas se compactan a través de un procedimiento llamado estructuración para formar la cáscara, en esta etapa la albúmina aumenta de volumen obteniendo como resultado la forma elíptica del huevo y por último el huevo se conserva en la vagina hasta que la gallina anide y esté lista para poner (Anderson, 2013).

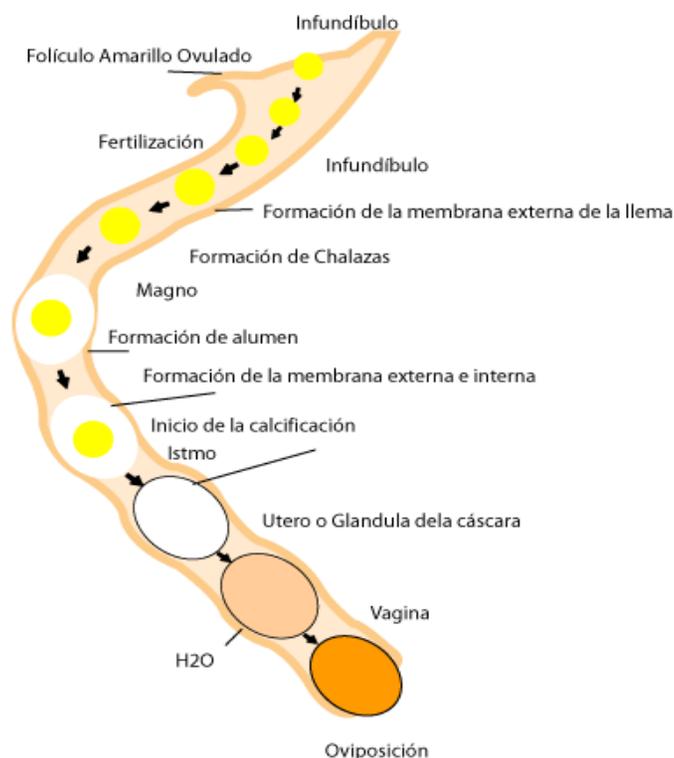


Figura 7. Esquema de formación del huevo

Fuente: (Anderson, 2013)

2.4 Calidad del huevo

La calidad del huevo es un término que agrupa las características que influyen en la aceptabilidad del consumidor hacia el producto, las principales normas se dividen en la calidad interna y externa.

Los factores externos tales como: forma, textura, color y del cascaron, son constituyentes que no prescinden del uso de aparatos de medición en la clasificación comercial. Mientras que los factores internos como es el peso, color de la yema, altura de albúmina, resistencia, unidades Haugh y espesor del huevo son factores que está regidos por algunas normas (Ortiz & Mallo, 2009).

2.4.1 Color de Yema

La intensidad del color de la yema varía dependiendo del mercado de producción, en el mejor de los casos presentará un tono que va desde amarillo brillante hasta el naranja, siendo este uniforme, una forma para evaluarlo es a través del abanico de color DSM (Instituto de estudios del huevo, 2017) Además, el huevo debe estar libre de malos olores y de contaminaciones especialmente microbianas.

2.4.2 Unidades Haugh

Es un indicador de calidad proteínica del huevo, se ha demostrado que es una de las medidas más precisa y objetiva. La técnica de Raymond Haugh propuesta en 1937 consiste en obtener el peso total del huevo y la altura de la clara teniendo en cuenta la temperatura y tiempo de almacenamiento, además de la edad de las gallinas, línea genética, alimentación y enfermedades tales como la Bronquitis infecciosa y medicamentos utilizados (Nabel Co, 2016).

Las unidades Haugh se expresan numéricamente, mientras mayor puntuación se obtenga mayor calidad proteínica existe, si el resultado es < 60 UH, el huevo será rechazado por el consumidor (Tabla 1).

Tabla 1
Calidad proteínica del huevo según las Unidades Haugh

Unidades HAUGH	Descripción Cualitativa
100	Ideal
90	Excelente
80	Muy Bueno
70	Aceptable
65	Marginal
60	Resistencia del consumidor
55	Potable
50	Inaceptable

Fuente: (Coutts & Wilson, 2007)

Para obtener la altura de la clara densa se debe tomar en cuenta el déficit de agua por evaporación y el envejecimiento por licuefacción ya que reducen los valores de la altura. Estos factores pueden ser afectados por la raza y edad del ave, su nutrición a pesar de que el huevo sea fresco, las condiciones de almacenamientos también tienen gran importancia ya que tienden a disminuir la altura de clara densa al ser almacenados por mucho tiempo en altas temperaturas dando como resultado un huevo de baja calidad al tener una apariencia de caduco y con mal olor (Nabel Co, 2016).

2.4.3 Peso

El peso del huevo se mide a través de escalas de alta precisión, se debe obtener el porcentaje de materia seca de muestras individuales separando los componentes del huevo (cáscara, membrana, yema y albúmina). Se pesa cada elemento, después las muestras de albúmina y yema deben ser secadas.

El porcentaje de materia seca se mide en muestras individuales de huevos separando del huevo sus componentes principales: cáscara más membranas, yema y albúmina. Se pesa cada componente y luego se hace un proceso de secado a las muestras de albúmina y yema. Este proceso es una excelente herramienta para evaluar y monitorear los productos comerciales para el contenido total de sólidos de huevo (Instituto de estudios del huevo, 2017).

2.4.4 Altura de albúmina

La altura de albúmina es de gran importancia en los mercados donde existe mayor consumo de huevo como materia prima se mide en una fracción media de la albúmina gruesa, es decir entre el borde de la albúmina y la membrana de la yema, se suele usar un dispositivo de sensor electrónico. (Nabel Co, 2016)

2.4.5 Espesor de Cáscara

Se entiende por cáscara resistente a aquella que puede soportar y absorber mayor impacto físico sin fisurarse. La cáscara es un complejo proteo-cerámica y su integridad está relacionada directamente con su estructura, como el calcio se encuentra distribuido para formar las capas de la cáscara, es por esto que no tiene mayor importancia el espesor de cáscara ya que desde la perspectiva de la reproducción, no es suficiente seleccionar un huevo por su espesor.

2.4.6 Calidad de acuerdo a las normas INEN

En el Ecuador la entidad que supervisa la calidad del huevo es el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), donde la clasificación se da de acuerdo a su tamaño, peso y algunos otros indicadores que determinan su calidad (Tabla 2). Es importante categorizar a los huevos porque existe uniformidad y beneficia la comercialización. El INEN se basa en la siguiente clasificación de calidad interior de los huevos: calidad AA (mayor calidad), seguida por la calidad A, B, C; y los de calidad X, no son aceptables para el consumo. Además, las cubetas de huevos que contengan mal olor no se deben clasificar (Tabla 3).

Tabla 2

Clasificación de huevos de acuerdo a su masa unitaria (g)

Tipo	Tamaño	Masa unitaria en gramos	
		Mínimo	Máximo
I	Supergigante	76	
II	Gigante	70	76
III	Extragrande	64	70
IV	Grande	58	64
V	Mediano	50	58
VI	Pequeño	46	50
VII	Inicial		46

Fuente: (INEN, 2016)

Tabla 3
Categorización de huevos de acuerdo a su calidad

	GRADO A	GRADO B
Cáscara	Normal, intacta, limpia.	Normal e intacta, manchas mínimas no propias del producto
Cámara de aire	Su altura no excederá de los 19 mm, inmóvil	Su altura no excederá de los 15 mm, inmóvil
Clara	Transparente, limpia de consistencia gelatinosa exenta de cuerpos extraños.	Transparente, limpia de consistencia gelatinosa. Se admiten manchas de sangre o carne hasta 3 mm.
Yema	Visible a la luz bajo de sombra solamente, sin contorno aparente, no separándose sensiblemente de la posición central en caso de rotación del huevo. Exenta de cuerpos extraños.	Visible a la luz bajo de sombra solamente, pequeña separación en caso de rotación del huevo. Se admiten manchas de sangre o carne hasta 3 mm.
Olor y Sabor	Exenta de olores y sabores extraños	Exenta de olores y sabores extraños

Fuente: (INEN, 2016)

2.5 Pruebas bioquímicas séricas y hematológicas

Tabla 4

Constantes séricas y hematológicas en gallinas ponedoras

Prueba	Rango	Unidad	Muestra
Calcio sérico	4,8 – 10	mg.dl ⁻¹	Suero
Colesterol	100 – 200	mg.dl ⁻¹	Suero
Fosfatasa Alcalina (ALP)	482,5	u.L ⁻¹	Suero

Fuente: (AgroMarket, 2017)

2.5.1 Calcio sérico

El calcio sérico es un examen de laboratorio para medir la cantidad de calcio en la sangre. Todas las células necesitan este mineral para funcionar. Las funciones principales del calcio son mantenimiento, producción, calidad del huevo y cascarón; así como contribuir con la buena formación y mantenimiento del sistema óseo, debido a que cada huevo contiene al menos el 10% del calcio corporal, una disminución de las fuentes de calcio en la dieta supondría una descalcificación corporal del ave de postura reduciendo su vida productiva y su bienestar; por lo tanto, si existe un déficit de calcio conlleva a pérdidas económicas ya que existiría un mayor porcentaje de huevos rotos o con fisuras en el cascarón. Igualmente, es importante para la función cardíaca y ayuda con la contracción muscular, las señales nerviosas y la coagulación sanguínea. Este examen muestra la asimilación de calcio total que poseen los animales y como se ve afectado su aportación en la dieta (Florez, 2013).

2.5.2 Colesterol

El colesterol se encuentra en todos los tejidos animales, siendo el componente principal de todas las membranas, además es precursor de hormonas esteroideas, la vitamina D y ácidos

biliares. Los ésteres de colesterol predominan en el plasma sanguíneo. El colesterol se sintetiza a partir del colesterol que se ingiere en la ración, y se absorbe en el intestino, el hígado es el principal lugar donde se sintetiza, también tiene lugar en la pared intestinal, paredes arteriales y otros tejidos (Bondi & Sanz, 1989). El colesterol es el esteroide más común en los tejidos corporales y actúa como precursor en la síntesis de hormonas esteroideas y de sales biliares, y como principal componente estructural de las membranas celulares y de las vainas de mielina. El colesterol circula en el plasma en forma libre y esterificada, esta última forma es producto del metabolismo hepático.

El efecto del colesterol de la dieta sobre el colesterol plasmático está influenciado por la cantidad de las grasas saturadas e insaturadas de la dieta. Un exceso de colesterol añadido a la dieta de gallinas incrementa particularmente el colesterol plasmático, así como otros lípidos (Bell & Sturkie, 1968). Las concentraciones de colesterol son mayores cuando se dan dietas altas en energía

2.5.3 Fosfatasa alcalina (TGP)

La fosfatasa alcalina se encuentra presente en casi todos los tejidos del cuerpo, especialmente, en epitelio intestinal, túbulo renales, hueso, hígado y placenta. Su localización celular es la membrana. El fósforo es de gran importancia para la integridad esquelética y el crecimiento, razón por la que siempre se garantiza un margen de seguridad más elevado en las raciones. Sin embargo, al tener en cuenta que el fósforo excretado es parte del fósforo total ingerido, las dietas actuales de las aves deben contener una mínima cantidad de fósforo que sustente el óptimo comportamiento productivo en reconocimiento con los aspectos ambientales. No obstante, esto no siempre se cumple, ya que este elemento está relacionado directamente con el metabolismo

del calcio que tiene como resultado la formación del cascarón, por lo que una deficiencia o abundancia de uno puede interferir con la utilización del otro.

La prueba de fosfatasa alcalina mide los niveles de fosfatasa alcalina en la sangre. La fosfatasa alcalina es una enzima que está en todo el cuerpo, pero principalmente en el hígado, los huesos, los riñones y el aparato digestivo. Cuando el hígado está dañado, la fosfatasa alcalina puede filtrarse al torrente sanguíneo. Los niveles elevados de fosfatasa alcalina pueden indicar daño en el hígado o enfermedades de los huesos (Darly & Osorio, 2013).

2.6 Tipos de forrajes para la dieta de gallinas ponedoras

2.6.1 Alfalfa

La alfalfa (*Medicago sativa*) es una planta herbácea que pertenece a la familia de las leguminosas que se utilizan ampliamente para alimentación animal. Esta planta es capaz de sintetizar el nitrógeno atmosférico y aportar una gran cantidad de fibra y proteína de alta calidad, así como vitaminas y minerales esenciales como calcio, fósforo, potasio, magnesio, azufre y elevados niveles de B-carotenos (precursor de la vitamina A), estudios demuestran que la alfalfa contiene xantofilas, que incorporadas a la dieta darán el color característico a la yema sin la necesidad de adicionar colorantes o pigmentos comerciales debido a que las diferencias en el color, consistencia y composición de la yema están directamente relacionadas con la alimentación de la gallina.

Por otro lado, según la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, se ha demostrado que la adición en la dieta de esteroides vegetales provenientes de la alfalfa consigue una disminución considerable del contenido de colesterol en el huevo. En la tabla 5 se pueden observar los valores nutricionales de mayor relevancia de la alfalfa. (FEDNA, 2016)

Tabla 5
Valor nutricional en M. S. de la alfalfa

Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Humedad	%	9,2
EM	kcal/kg	1780
Proteína	%	20
Fibra	%	25
Grasa	%	3
Calcio	mg	1750
Fósforo	mg	250
Potasio	mg	2000
Vitamina A	UI	44000
Colina	mg/kg	1480
Vitamina E	mg/kg	105
Xantófilas	mg/kg	25

Fuente: (FEDNA, 2016)

2.6.2 Zanahoria

La zanahoria (*Daucus carota*) es una planta que pertenece a la familia de las umbelíferas, también denominadas apiáceas, desde un punto de vista nutricional es un alimento excelente ya que tiene altos contenidos de vitaminas y minerales (Tabla 6), por lo que es una fuente importante de energía. El color naranja característico es fijado debido a la presencia de carotenos (beta-caroteno o pro-vitamina A). Asimismo, es una considerable fuente de vitaminas y minerales importantes en la nutrición como: vitamina E y vitaminas del grupo B como los folatos y la vitamina B3 o niacina; potasio, y cantidades discretas de fósforo, magnesio, yodo y calcio. Los niveles de vitaminas en la zanahoria son importantes y complementan una nutrición para la mantención y producción de huevos normal de las gallinas, la vitamina A presente en la zanahoria estimula la ingestión de alimento y mejora la absorción de nutrientes y la vitamina C en condiciones adversas mejora la calidad del huevo; de la misma forma los pigmentos de la

zanahoria (caroteno y antocianinas) permitirán fijar un color más comercial a la yema mejorando al mismo tiempo la palatabilidad del huevo (Moreiras, Carbajal, Cabrera, & Cuadrado, 2013)

Tabla 6
Valor nutricional en MS de zanahoria

Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Humedad	%	85
EM	Kcal/kg	39,40
Proteína	g	1,25
Fibra	g	2,9
Grasa	%	3
Calcio	mg	27,24
Fósforo	mg	19
Potasio	mg	321
BetaCaroteno	mg	8,3
AlfaCaroteno	mg	3,5
Vitamina C	mg	5,9
Colina	mg	8,8

Fuente: (Moreiras, Carbajal, Cabrera, & Cuadrado, 2013)

2.6.3 Remolacha

La remolacha (*Beta vulgaris*) es una planta herbácea perteneciente a la familia amaranthaceae, alimento totalmente nutricional debido a su alto nivel de vitaminas y minerales, su principal componente utilizado en la avicultura es la betaína, la misma que está considerada como aditivo nutricional dentro del mismo grupo que la colina y metionina, su efecto ha sido evaluado en pollos de engorde teniendo resultados altamente significativos, ya que la betaína es un donador excelente de grupos metilo siendo éstos indispensables para la síntesis endógena de la metionina y de otros compuestos esenciales; también se ha demostrado que la betaína inhibe la apoptosis

celular y reduce el gasto energético de las células del sistema gastrointestinal (Kidd, Ferket, & Garlich, 1997).

Por otro lado, los pigmentos naturales presentes en la remolacha incidirán positivamente en la coloración de la yema de huevo. En la tabla 7 se pueden observar los valores nutricionales de mayor relevancia de la remolacha.

Tabla 7
Valor nutricional en MS de remolacha

Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Humedad	%	87,58
EM	kcal/kg	41
Proteína	g	1,3
Fibra	g	3,1
Calcio	mg	23
Betacaroteno	mg	8
Betaína	mg	8,4
Vitamina C	mg	10
Vitamina A	mg	3,5

Fuente: (García, 1970)

Tabla 8*Comparación de los valores nutricionales entre: remolacha, alfalfa y zanahoria*

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	UNIDAD	REMOLACHA	ZANAHORIA	ALFALFA
		Cantidad	Cantidad	Cantidad
Humedad	%	87,58	85	9,2
EM	kcal/kg	41	39,4	1780
Proteína	g	1,3	1,25	20
Fibra	g	3,1	2,9	25
Grasa	%	0,2	3	3
Calcio	mg	23	27,24	1750
Fósforo	mg	31	19	250
Potasio	mg	300	321	2000
Betacaroteno	mg	8	8,3	-
Alfacaroteno	mg	-	3,5	-
Betaína	mg	8,4	-	2
Xantófilas	mg/kg	-	-	25
Vitamina c	mg	10	5,9	-
Vitamina a	mg	3,5	-	44
Vitamina e	mg/kg	-	-	105
Colina	mg/kg	-	8,8	1480

Fuente: (FEDNA, 2016); (García, 1970); (Moreiras, Carbajal, Cabrera, & Cuadrado, 2013)

2.7 Pigmentos

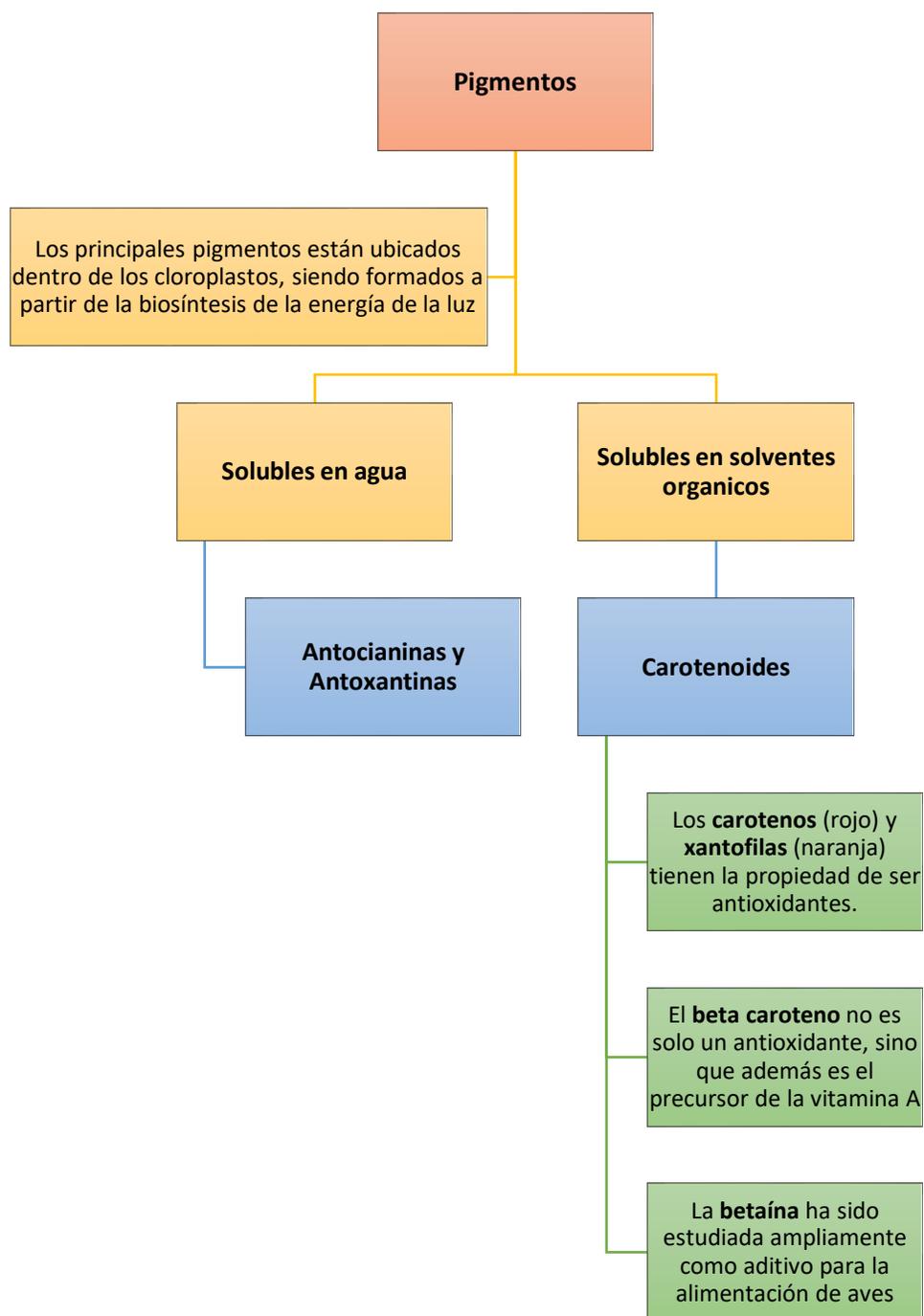


Figura 8. Clasificación de los pigmentos en función de los tratamientos

Autor: (Lallana, 2003)

Los principales pigmentos en los vegetales están ubicados en su mayoría dentro de los cloroplastos, siendo formados a partir de la biosíntesis de la energía de la luz, pero son mucho más visibles y en mayor cantidad en raíces, frutas y flores. Los animales no pueden sintetizar sustancias de este tipo, pero si pueden transformar una en otra, aunque con bastantes limitaciones. Se clasifican en dos grandes grupos, en base a su solubilidad

- Solubles en agua: Antocianinas y antoxantinas
- Solubles en solventes orgánicos: Clorofilas “a” y “b” y carotenoides (rojo, naranja y amarillo), además muchas plantas contienen los plastidios, que son pigmentos adicionales tales como clorofila (c,d,e), fucoxantinas (amarilla pardo) y ficocianina. En los carotenoides se encuentran los carotenos (anaranjados) y las xantofilas (amarillas u ocre) (Lallana, 2003).

Principales pigmentos en remolacha alfalfa y zanahoria:

Los principales pigmentos que van tener lugar dentro de este estudio son: betacarotenos (remolacha y zanahoria), alfacarotenos (zanahoria), xantófilas (alfalfa) y betaínas (remolacha y alfalfa en menor cantidad). Los carotenos son los principales responsables de proveer la gran mayoría de pigmentos amarillos, anaranjados o rojos presentes en los vegetales (Cuevas, Díaz, Molina, & Retamal, 2003).

Los carotenos son una familia de compuestos químicos que se caracteriza por su coloración que oscila entre rojo, naranja y amarillo. Dichas moléculas están constituidas de una cadena corta hidrocarbonada (moléculas que contienen átomos de carbono e hidrogeno). El compuesto más conocido dentro de esta familia es el betacaroteno (β -caroteno), el cual puede ser encontrado en

numerosas frutas y vegetales como la zanahoria, pimiento rojo, remolacha y camote. (Burns, 2003).

Por otro lado, las xantófilas, son compuestos químicos parecidos a los carotenos, y a diferencia de estos últimos además de contener carbono e hidrógeno contienen uno o más átomos de oxígeno dentro de la molécula, pero al igual que los carotenos, presentan colores llamativos (rojo, naranja y amarillo) (Piccaglia, 1998).

Funciones de los carotenos y xantófilas:

- Los carotenos y xantófilas tienen la propiedad de ser antioxidantes, es decir principalmente evitan el daño a material genético de la célula y formación de células cancerosas.
- El beta caroteno no es solo un antioxidante, sino que además es el precursor de la vitamina A o también llamado retinol, el cual tiene un rol importante en los procesos relacionados con la visión.

La betaína ha sido estudiada ampliamente como aditivo para la alimentación de aves (Metzler-Zebeli, 2009). Está clasificada como aditivo nutricional, dentro del Grupo Funcional de las “Vitaminas, provitaminas y sustancias químicas definidas de efecto análogo” –dentro del mismo grupo que la colina- y ha sido notificada bajo el Reglamento (CE) N° 1831/2003 del Parlamento Europeo y el Consejo sobre aditivos para el uso en alimentación animal

Por un lado, la betaína es un donador excelente de grupos metilo siendo éstos indispensables para la síntesis endógena de la metionina y de otros compuestos esenciales. La betaína participa en el ciclo de la metionina (principalmente en el hígado) y puede ser usada en reacciones de

transmetilación para la síntesis de sustancias esenciales, como la carnitina y la creatinina (Kidd, Ferket, & Garlich, 1997)

Por otro lado, como osmolito, la betaína aumenta la retención de agua intracelular, y por lo tanto protege a las enzimas intracelulares contra la inactivación inducida por ósmosis.

Se demostró que entre el 30 y el 80% de la metionina suplementaria se puede sustituir por betaína sin efectos negativos sobre el rendimiento. Del mismo modo, varias publicaciones científicas han señalado que la betaína puede utilizarse para contrarrestar el estrés por calor.

- Efecto de los pigmentos en la yema:

Las diferencias en el color, la consistencia y la composición de la yema pueden deberse a la alimentación de la gallina. Dado que la yema tiene un alto porcentaje de lípidos en su composición, la asimilación de pigmentos liposolubles modificará el color de la yema. Así, encontraremos yemas de colores que van desde el amarillo pálido hasta el anaranjado intenso. Algunas materias primas como el maíz o la alfalfa contienen xantofilas, que darán el color característico a la yema, pero también es posible suministrar pigmentos carotenos adecuados en el pienso para obtener el color deseado. La pigmentación de la yema de huevo ha sido una característica de suma importancia a la hora de su comercialización. Actualmente el consumidor exige colores más intensos en este producto debido a que asocia una pigmentación más alta con animales sanos y un huevo de mejor calidad comparado con uno que tenga el color de la yema pálida (Rodríguez, 2006)

Los carotenos y vitamina A que aparecen en algunos piensos en gran cantidad dan una yema pálida, mientras que las xantofilas dan yemas muy subidas de color.

En contraste los pigmentos ayudan a mejorar atributos de calidad del huevo como el color de la yema. Los carotenos y vitamina A que aparecen en algunos piensos en gran cantidad dan una yema pálida, mientras que las xantofilas dan yemas muy subidas de color (Cuevas, Díaz, Molina, & Retamal, 2003).

2.8 Características productivas de LOHMANN BROWN-CLASSIC

Tabla 9

Características de la raza LOHMAN BROWN CLASSIC

Producción de huevos	
Edad al 50 % de producción	150 – 160 días
Pico de producción	92 – 94 %
Huevos por gallina alojada	
hasta 85 semanas	378 – 383 (380)
Masa de huevo por gallina alojada	
hasta 85 semanas	24,0 – 25,0 kg (24,40 kg)
Peso medio del huevo	
hasta 85 semanas	64,0 – 65,0 g (64,2 g)
Cáscara	
Color de la cascara	Marrón uniforme
Resistencia de la cascara	> 40 Newton
Consumo de alimento	
1a – 20a semana	7,4 – 7,8 kg
Producción	115 – 125 g/día

Fuente: (LOHMANN TIERZUCHT, 2019)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOLOGIA

3.1 Ubicación del lugar de investigación

3.1.1 Ubicación Política

El presente estudio se realizó en la provincia de Pichincha, cantón Rumiñahui, parroquia San Fernando, Universidad De Las Fuerzas Armadas – ESPE, Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I, Hacienda el Prado, instalaciones del proyecto Avícola.

3.1.2 Ubicación Geográfica

La Hacienda el Prado - Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I, está ubicada en las coordenadas UTM WGS 84 ZONA 17 SUR M 787833.19 m E, 99957478.26 m S.

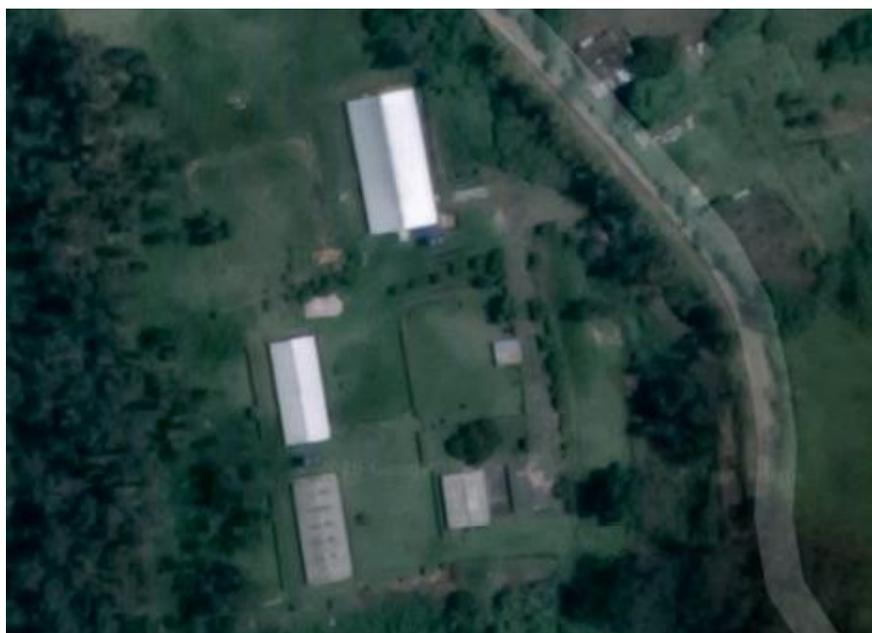


Figura 9. Ubicación geográfica de la Hacienda El Prado - IASA I

3.1.3 Ubicación Ecológica

Altitud:	2748 m.s.n.m.
Temperatura promedio anual:	13.88 °C
Precipitación:	1286 mm/ año
Humedad relativa:	70.01%

3.2 Materiales De campo

- Gallinas (Lohman Brown – Classic)
- Galpón Experimental
- Sistema de jaulas en pisos suspendidos
- Sistema de bebederos tipo niple
- Sistema de comederos
- Sistema de ventilación
- Libreta de campo
- Cubetas de huevos
- Alimento concentrado
- Materia prima alternativa

3.2.2 Equipos

- Cámara fotográfica
- Computadora
- Vehículo
- Balanza Analítica
- Calibrador Pie de rey

- Termómetro Max-Min
- Analizador de ORP
- Medidor de Cloro
- Analizador de calidad de Huevos NABBEL DTE 6000

3.2.3 Reactivos

- Hipo clorito de sodio al 5%
- Kit Calcio Sérico Liquicolor
- Kit Fosfatasa Alcalina Liquicolor
- Kit Colesterol con FAL
- Desinfectantes Stock

3.2.4 Programas Informáticos

- Software de formulación Nutrión 5 pro.
- Software estadístico Infostat

3.3 Manejo del experimento

3.3.1 Métodos Específicos de Manejo del Experimento

La presente investigación fue de tipo experimental y aplicada, con el objetivo de valorar la respuesta productiva de la inclusión de diferentes tipos de forrajes en dietas alimenticias de gallinas de postura.

Primero se identificó el espacio físico donde se distribuyó a las gallinas según el tratamiento, luego se procedió a realizar una desinfección para evitar patógenos que puedan interferir en los resultados. Se colocó a las aves y se etiquetaron las jaulas para identificar cada tratamiento.

Finalmente, los datos se tomaron diariamente y sus tabulaciones fueron semanales según la variable a medir. Para la formulación y elaboración del alimento se utilizó el programa de software NUTRIÓN 5 PRO.

En este caso, se utilizaron 200 gallinas Lohmann Brown a partir de la semana 100 (aves sometidas a proceso de muda forzada) de producción, con un peso promedio de 1900 gramos, distribuidas en cuatro tratamientos (50 aves cada uno), con 10 repeticiones. El tamaño de la Unidad Experimental estuvo compuesto de 5 aves por jaula.

3.3.2 Instalaciones

El experimento se llevó a cabo en el galpón experimental del Proyecto Avícola de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria – IASA I, con aves de la línea genética Lohman Brown de 100 semanas de edad alojadas en jaulas metálicas y pisos suspendidos. La nave cuenta con 3 bloques de baterías de 3 pisos, con una capacidad total para 2500 gallinas ponedoras en donde, de manera aleatoria se asignó 40 jaulas correspondientes a los cuatro tratamientos y 10 repeticiones con un tamaño de unidad experimental de 5 aves por jaula. Las dimensiones de cada jaula son de 61 cm de longitud, 46 cm de anchura y 50 cm de altura, lo que indica que las jaulas tienen una superficie de 2806 cm² y que las gallinas contaron con 562,1 cm² por ave.

3.3.3 Elaboración del balanceado

La elaboración del alimento se realizó en la planta de balanceado de la Hacienda “El Prado” perteneciente a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria – IASA I, fueron formulados en el software Nutrión 5 pro y ajustados a los requerimientos nutricionales según recomendaciones emitidas por Rostagno (2017) para aves y cerdos 2017, siendo estas Iso calóricas, Iso Proteicas e Iso fosfóricas, para suministrar 120 gramos ave/día.

Tabla 10
Formulación de dieta para gallinas ponedoras

Nutriente	Unidad	Valor
Energía M.	Mc/ kg	2,80
Proteína	%	17,50
Lisina Dig.	%	0,83
Metionina Dig.	%	0,32
M+C Dig.	%	0,56
Trip. Dig.	%	0,19
Treon. Dig.	%	0,56
Isole. Dig.	%	0,66
Feni. Dig.	%	0,78
Calcio	%	2,00
Fósforo Total	%	0,65
Sodio	%	0,16
Balance Elect.	%	234,38

Fuente: Nutrión 5 PRO

3.3.4 Suministro de alimento

El manejo de la alimentación se realizó una vez al día con 120 gramos/ave/día de alimento concentrado, la misma que fue una dieta isoproteica, isoenergética e isofosfórica elaborada en la planta de alimentos perteneciente al IASA I. La zanahoria (*Daucus carota*), alfalfa (*Medicago sativa*) y remolacha (*Beta vulgaris*) fueron finamente picados, para ser incorporados a la dieta elaborada, en una cantidad de 30 gramos por tratamiento y por jaula respectivamente se adicionó al alimento concentrado, previos a una valoración nutricional, la misma que sirvió para complementar los requerimientos nutricionales de las aves, debiendo indicar que se realizó una semana de adaptación para el ajuste de consumo voluntario y cálculo de alimento a ser suministrado a las aves. El suministro de agua fue ad libitum.

Diariamente se recolectó y registró la producción en cada uno de los tratamientos por el lapso de 10 semanas. La determinación de la calidad del huevo se realizó con el equipo NABBEL DET-6000 de forma semanal, en cada tratamiento se tomaron muestras de 30 huevos para realizar las respectivas determinaciones de los siguientes parámetros: peso (g), resistencia (Kg/f), altura de albúmina (mm), color de yema (escala DSM), unidades Haugh y espesor de cáscara (mm), y con esta información se realizaron las respectivas comparaciones entre tratamientos.

3.3.5 Muestra de sangre

Se obtuvieron las muestras de sangre mediante el método de punción alar, para el cuál se debe extender el ala, apartando las plumas para tener mayor visibilidad de la vena, además se debe limpiar la zona y punzar con una aguja estéril # 27 en la membrana, para finalizar, la sangre obtenida se la coloca en tubos con anticoagulante y sin anticoagulante con la etiqueta respectiva.

3.3.6 Obtención de suero

Se usaron las muestras de suero sin anticoagulante, se colocaron los tubos con la misma cantidad de sangre en la centrifugadora a 5000 RPM durante 5 minutos. Se extrajo con un gotero cuidadosamente el suero y se colocó en tubos eppendorf. (Muñoz & Morente, 2009).

3.3.7 Pruebas bioquímicas sanguíneas

Se procedió a la determinación y cuantificación de los minerales presentes en cada uno de los tratamientos mediante el uso de Kits especializados (HUMAN Diagnostics Worldwide) para determinación de calcio, colesterol y fosfatasa alcalina en suero sanguíneo, por medio del uso de un espectrofotómetro (BOECO Modelo MP-44).

- Parámetros del ensayo para obtención de calcio sérico:

Tipo de muestra

Suero con EDTa o heparina

Estabilidad: 3 días entre 2- 10 °C

Meses a: -20 °C

Parámetros de ensayo

Long. de onda: 570 nm.

Paso de luz: 1 cm.

Temperatura: 15-25 °C

Medición: Frente a un blanco de reactivo

*Nota: Se requiere un blanco de reactivo por serie.

Tabla 11

Procedimiento para obtención calcio sérico

Pipetear en cubetas	Standard	Desconocido
Reactivo A	50 ul	50 ul
Reactivo B	3,5 ul	3,5 ul

Fuente: (HUMAN Diagnostics Worldwide, 2018)

- Parámetros del ensayo para obtención de colesterol en suero sanguíneo:

Tipo de muestra

Suero con EDTa o heparina

Parámetros de ensayo

Long. de onda: 546 nm.

Paso de luz: 1 cm.

Temperatura: 15-25 °C

Medición: Frente a un blanco de reactivo

*Nota: Se requiere un blanco de reactivo por serie.

Tabla 12*Esquema de pipeteo para obtención de colesterol en suero*

Pipetear en las cubetas	Blanco de reactivo	STD o muestra
STD o muestra	-----	10 ul
RGT	1000 ul	1000 ul

Fuente: (HUMAN Diagnostics Worldwide, 2018)

- Parámetros del ensayo para obtención de fosfatasa alcalina en suero:

Tipo de muestra

Suero con EDTa o heparina

Estabilidad: 3 días entre 2- 10 °C

Meses a: -20 °C

Parámetros de ensayo

Long. de onda: 520 nm.

Paso de luz: 1 cm.

Temperatura: 37 °C

Medición: Frente a un blanco de reactivo

*Nota: Se requiere un blanco de reactivo por serie.

Tabla 13*Procedimiento para obtención de fosfatasa alcalina en suero*

Pipetear en las cubetas	Blanco	Standard	Desconocido
Reactivo A reconstituido	0,5 ml	0,5 ml	0,5 ml
Suero	-	-	50 ul
Standard	-	50 ul	-
Reactivo C	2,5 ml	2,5 ml	2,5 ml

Fuente: (HUMAN Diagnostics Worldwide, 2018)

3.4 Diseño experimental

3.4.1 Factor en estudio

- Efecto del uso de diferentes productos vegetales sobre parámetros zootécnicos y calidad de huevos.

3.4.2 Niveles en estudio

- To: Tratamiento testigo solo alimento concentrado
- T1: 6 g. de adición de alfalfa sobre el concentrado (5%)
- T2: 6 g. de adición de zanahoria sobre el concentrado (5%)
- T3: 6 g. de adición de remolacha sobre el concentrado (5%)

Previo al arranque del experimento se realizó una prueba en blanco por el lapso de una semana para acondicionar a las aves a los diferentes tratamientos y poder determinar el consumo voluntario de cada vegetal, con esa información se ajustó la cantidad de forrajes que fueron suministrados durante el periodo experimental.

3.4.3 Tipo de diseño

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), donde se probaron 4 tratamientos con 10 repeticiones y un tamaño de unidad experimental de 5 aves, cada ave recibió 120 g/día/alimento más los 6 gramos de cada forraje objeto del ensayo.

3.4.4 Croquis experimental

Tabla 14
Croquis experimental

T0	T2	T0	T1	T3	T2	T3	T1	T3	T0
T1	T0	T2	T3	T0	T3	T1	T0	T2	T1
T3	T2	T1	T0	T3	T1	T2	T3	T0	T3
T2	T0	T2	T1	T2	T1	T3	T0	T1	T2

3.4.5 Análisis estadístico

El modelo matemático que se ajusta al análisis es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}; \text{ donde:}$$

Y_{ij} = Variable de respuesta

μ = Media general

T_i = Efecto del i-ésima alternativa alimenticia

e_{ij} = Error experimental

3.4.6 Esquema de análisis de varianza

Tabla 15
Análisis de varianza para un DCA

Fuentes de varianza	GL
Total	39
Tratamientos	3
Error	36

3.4.7 Coeficiente de variación

Para calcular el coeficiente de variación se utilizó la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} * 100C$$

CV: Coeficiente de Variación

CME: Cuadrado Medio del Error

X: Media

3.5 Variables a medir

Se establecieron curvas de crecimiento (TUKEY) para medir las variables en estudio: peso corporal, ganancia de peso diario, consumo de alimento, mortalidad, viabilidad, costos de dietas, costos de producción, valoración de la calidad del huevo en sus diferentes parámetros y el factor de eficiencia productiva.

3.5.1 Consumo de alimento

Se registró a diario totalizando el consumo por tratamiento al final del estudio, por medio de este resultado se identificaron los niveles de inclusión en cada tratamiento y el total de alimento consumido.

$$Consumo = \frac{\textit{Alimento ofrecido} - \textit{alimento rechazado}}{\textit{número de aves}}$$

3.5.2 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia se obtuvo a partir de la relación entre el consumo total del alimento y la cantidad de huevos producidos expresados en docenas de huevos.

$$CA = \frac{\text{Alimento consumido (kg)}}{\text{Producción de huevos (docenas)}}.$$

3.5.3 Análisis Económico

En el análisis económico se usó el indicador llamado Margen de utilidad; el cuál analiza la capacidad de generar ganancias.

Este indicador se obtiene dividiendo el resultado o utilidad bruta del negocio por el monto total de las ventas. El resultado del proyecto se obtiene restando las ventas menos el costo de producción sobre las ventas, este tipo de indicador no toma en cuenta ciertos gastos indirectos (Banco Galicia, 2019)

$$\text{Margen bruto} = \frac{(\text{ventas} - C.\text{producción})}{\text{Total ventas}}$$

$$\text{Rentabilidad de ventas}(\%) = \left(\frac{\text{Margen bruto}}{\text{ventas totales}} \right) * 100$$

3.5.4 Valoración económica de las Dietas

Se lo obtuvo al sumar todos los costos de la materia prima que compone cada tratamiento.

3.5.5 Costos de Producción

Al final se determinó los costos de producción de cada tratamiento en relación a los parámetros evaluados y se informó cuáles fueron los más efectivos.

3.5.6 Análisis de la Calidad de Huevos

Se recogieron huevos de cada repetición dentro de los tratamientos para medir:

- Peso (g)
- Resistencia a la ruptura (kg fuerza)

- Color de yema (escala DSM)
- Altura de albúmina (mm)
- Unidades Haugs
- Grosor de cáscara (mm)

3.5.7 Calidad de la cáscara

El primer paso en el proceso de control de calidad es la separación de huevos con defectos obvios. La técnica utilizada para medir la calidad fue mediante el empleo del equipo NABBET DET 600. En este proceso, los huevos se pasan por una luz brillante que muestran grietas, manchas y defectos de calcificación, como depósitos de cal y calcificaciones defectuosas. Se evaluó el total de la producción en forma diaria.

3.5.8 Calidad interna

Los defectos internos frecuentemente detectados por miraje incluyen manchas de carne y sangre, cámaras de aire aumentadas de tamaño y albúminas muy fluidas.

3.5.9 Color de Yema

El color de la yema se chequea con un estándar de coloración, para lo cual se utilizó el Abanico Colorimétrico de DSM.

3.5.10 Índice de frescura

También se tomó muestras de huevos para asegurarse de la frescura de la yema. Estos huevos se romperán en una superficie plana y con un micrómetro se medirá la altura de la albúmina. Cuanto más fresco es el huevo, mayor es el valor de la unidad Haugh.

Tabla 16
Calidad del huevo y su relación con las unidades Haugh

Unidades HAUGH	Descripción Cualitativa
100	
90	Excelente
80	Muy Bueno
70	Aceptable
65	Marginal
60	Resistencia del consumidor
55	Potable
50	Inaceptable

Fuente: (Coutts & Wilson, 2007)

3.5.11 Espesor de la cáscara

Una vez abierto el huevo se midió con el pie de rey el espesor de la cáscara. Para una mejor determinación se realizó dos o tres medidas de la cáscara en distintas zonas, huevos de menos de 0,35 mm son poco apropiados para la comercialización por su fragilidad.

Tabla 17
Espesor de la cáscara

Tipos de cáscara de huevo	
Cáscara fina y muy porosa	Pierde peso rápidamente, huevos de baja calidad
Cáscara gruesa y poco porosa	No pierden peso con facilidad, huevos con calidad media a alta

Fuente: (Coutts & Wilson, 2007)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN

4.1 Consumo de alimento g/ave/día

El consumo de alimento diario se determinó por diferencia entre el ofrecido y el sobrante encontrado en los comederos del bloque respectivo: Este valor se dividió para el número de aves contenidas en cada jaula de los diferentes tratamientos en estudio, con el fin de determinar el consumo de alimento por tratamiento y repetición.

4.1.1 Análisis de varianza – consumo de alimento

Tabla 18

Análisis de Varianza para los consumos, según su tratamiento

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. valor
Total	39	60,26			
Trat.	3	58,53	19,51	406,57	<0,0001
Error	36	1,73	0,05		
CV %			0,18		
Media			118,65		

Se encontró un efecto significativo del consumo de alimento. ($F_{3,36} = 7,14$; $p = < 0,0001$); el coeficiente de variación fue 0,18 y presentaron un consumo promedio de 118,65 gramos.

Tabla 19

Estadístico Tukey para el consumo diario

Trat.	Media	Grupo
T0	119,023	ab
T1	117,819	b
T2	119,179	ab
T3	119,795	a

En la tabla 19 se reportan los valores promedio de 119,023 g, 117,819, 119,179 g, 119,795 g del consumo de alimento (g/ave/día) por tratamiento T0 (testigo), T1 (alfalfa), T2 (zanahoria) y T3 (remolacha) respectivamente.

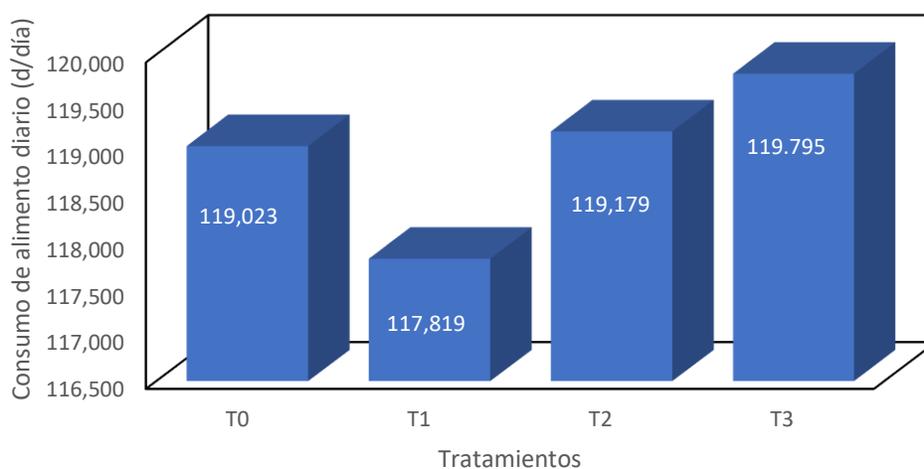


Figura 10. Agrupación de tratamientos por promedios, según el consumo

Se determinó que los tratamientos utilizados no influenciaron en el consumo de alimento diario, pero se encontró que el T1 (alfalfa) produce una disminución en el consumo, pudiendo deberse a la cantidad de fibra contenida en la materia prima. Al respecto, Apolaya (2010) señala que la fibra tiene una gran relevancia en la productividad animal debido a que incrementa la sensación de saciedad, lo cual proporciona una disminución del consumo de alimentos, sin que se afecte el desarrollo. Sobre las propiedades de la alfalfa, que respaldan el resultado, se conoce que es capaz de sintetizar el nitrógeno atmosférico y aportar una gran cantidad de fibra (Clavijo & Cadena, 2011).

4.2 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia se obtuvo de la relación entre el consumo total del alimento y la cantidad de huevos producidos expresados en docenas de huevos obtenidos semanalmente.

Tabla 20

Conversión alimenticia en los tratamientos

Tratamientos	Conversión
T0 (control)	1,49
T1 (alfalfa)	1,51
T2 (zanahoria)	1,54
T3 (remolacha)	1,46

En la tabla 20 se reportan los valores promedios de la conversión alimenticia de 1.49, 1.51, 1.54 y 1.46 por tratamiento T0 (testigo), T1 (alfalfa), T2 (zanahoria) y T3 (remolacha) respectivamente.

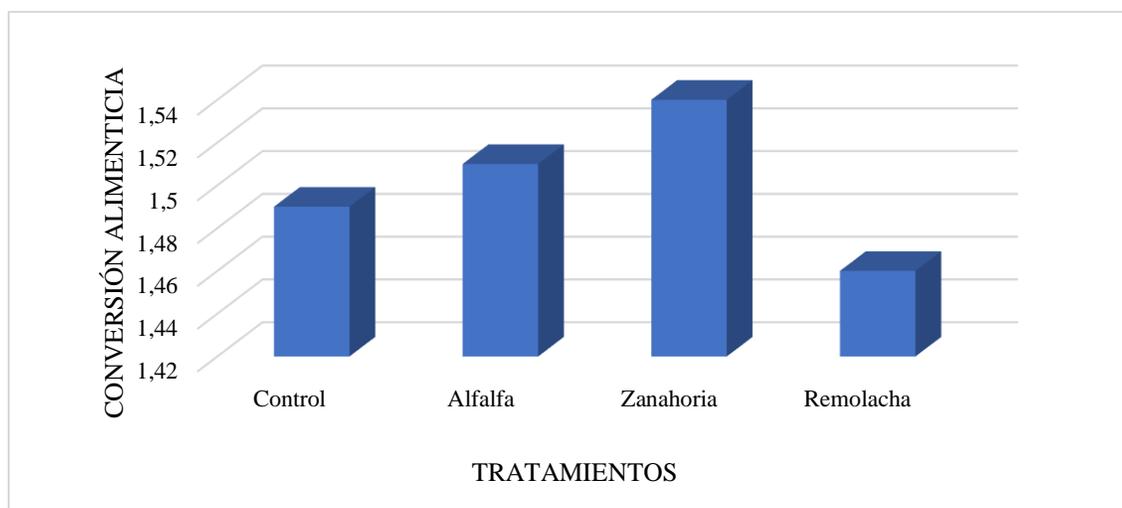


Figura 11. Conversión alimenticia de los diferentes tratamientos

4.3 Porcentaje de postura

Con la finalidad de identificar el efecto del uso de diferentes niveles de productos forrajeros como la zanahoria, alfalfa, remolacha y su efecto en la nutrición de gallinas productoras de huevos el objetivo de mejorar su calidad se procedió a revisar el porcentaje de postura que ha tenido en el diseño de experimentos realizado.

4.3.1 Análisis de Varianza – Porcentaje de postura

Tabla 21

Análisis de Varianza para porcentaje de postura, según los tratamientos

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Valor
Total	39	402,24			
Trat.	3	168,24	56,08	8,63	0,0007
Error	36	234,00	6,50		
CV %			3,52		
Media			72,44		

Se encontró un efecto significativo de las dietas sobre el porcentaje de postura. ($F_{3,36}=8,63.26$; $p= 0.0007$); el coeficiente de variación fue de 3,52 y presentaron un porcentaje de postura promedio de 72.44%.

Tabla 22

Estadístico Tukey de acuerdo al porcentaje de postura

Trat.	Media	Grupo
T0	71,55	b
T1	70,70	b
T2	71,57	b
T3	75,94	a

En la tabla 22 se reportan los valores promedios del porcentaje de postura de 71,55%, 70,70%, 71,57% y 75,94% por tratamiento T0 (testigo), T1 (alfalfa), T2 (zanahoria) y T3 (remolacha) respectivamente.

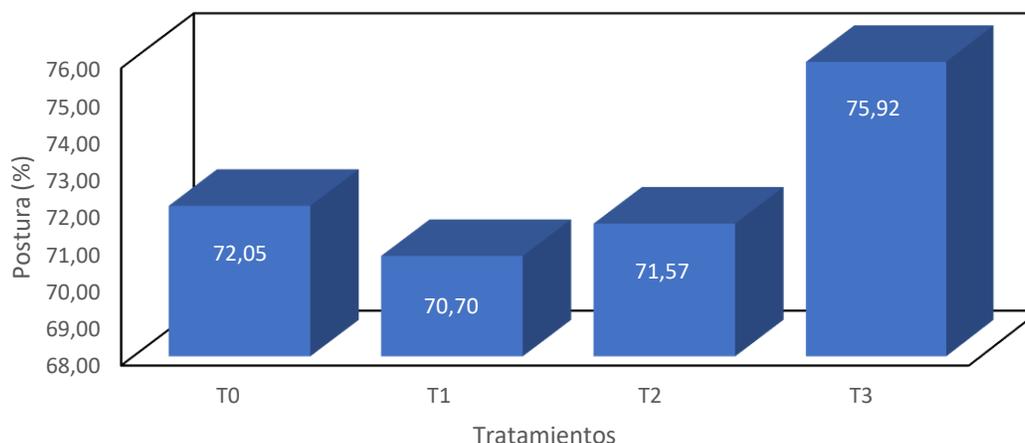


Figura 12. Efecto del uso de diferentes forrajes sobre el porcentaje de postura

Se determinó que las gallinas que fueron alimentadas con el tratamiento 3 (inclusión de remolacha al 5%) tuvieron mayor porcentaje de postura en comparación con las gallinas alimentadas con los otros tratamientos. (Figura 12)

Los forrajes constituyen una alternativa de alimentación para las gallinas luego de los primeros 20 días de edad, lo cual influye en la producción de huevo, lográndose porcentajes de postura entre el 80 y el 90% de huevos de buena calidad (Milena & Fonseca, 2011). Estas conclusiones coinciden con los resultados obtenidos en el presente estudio ya que se identificó que el tratamiento 3 (inclusión de 5% de remolacha) incide positivamente en el porcentaje de postura.

4.4 Calidad del Huevo

Para identificar la calidad que poseen cada uno de los huevos de las gallinas sometidas a los diferentes tratamientos se evaluó el peso, Ht (altura de la albumina), YF (color de la yema), unidades Haugs, resistencia de la cáscara y grosor de la cáscara.

De forma general presentaron las siguientes características:

Tabla 23

Comparación de medias (Tukey) de los parámetros de la calidad del huevo según el tratamiento

Variables	T0	T1	T2	T3	P(valor)
Peso	68,40	a 70,06	a 69,15	a 67,74	a 0,8524
Ht	7,49	b 6,97	b 9,96	a 9,16	a 0,00001
YF	7,77	b 7,93	b 7,87	b 9,30	a 0,00001
Unidades_Haug	84,40	b 85,54	b 97,21	a 100,46	a 0,00001
Resistencia cáscara	3,38	a 2,94	a 2,89	a 3,85	a 0,0919
Grosor cáscara	0,33	a 0,33	a 0,33	a 0,33	a 0,9991

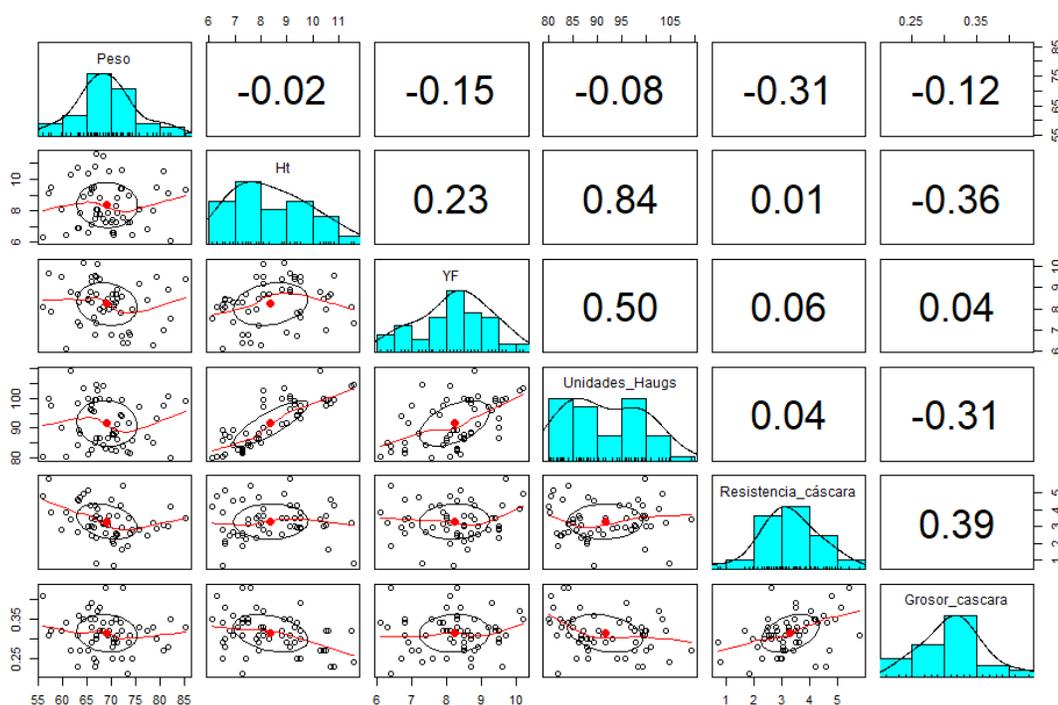


Figura 13. Matriz de dispersión, histograma y correlación de variables

Las características de las variables analizadas para identificar la calidad del huevo presentaron una distribución normal, excepto las unidades Haugs, pues tiene una doble distribución la cual se analizó posteriormente, refleja una alta correlación lineal positiva (0.84) (ver figura 13) que existe entre las unidades Haugh y altura de la albúmina (Ht), también se puede observar una alta

correlación lineal (0.50) (ver figura 13) entre unidades Haugh y color de la yema (YF), es decir que mientras mayor sea la altura de la albúmina y el color de la yema, mayor será la calidad del huevo expresada en unidades Haugh; además existe una correlación positiva (0.39) (ver figura 13) entre la resistencia y el grosor de la cáscara, es decir que mientras mayor sea el grosor de la cáscara mayor será su resistencia; por otro lado existe una correlación negativa (-0.36) (ver figura 13) entre la altura de la albúmina (HT) y el grosor de la cáscara, es decir que mientras mayor es el grosor de la cáscara la calidad del huevo disminuye. Sin embargo, de acuerdo a los resultados obtenidos no se identificó una influencia significativa de los tratamientos en todos los indicadores que determinan la calidad del huevo, se corrobora que su empleo reduce los costos de producción, sin que se afecte el crecimiento, el porcentaje de postura y la nutrición de las aves. Según Castañeda (2000), y como se demostró en el presente estudio, la zanahoria y la remolacha benefician a las gallinas, siempre y cuando se encuentren en buen estado fisiológico y productivo

4.4.1 Peso

Tabla 24

Análisis de Varianza para el peso de los huevos, según tratamiento

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Valor
Total	39	1398,15			
Trat.	3	29,85	9,95	0,26	0,85
Error	36	1368,30	38,01		
CV %			8,96		
Media			68,83		

El peso de los huevos no mostró una diferencia significativa para los tratamientos ($F_{3,36}=0.26$; $p= 0.85$); el coeficiente de variación fue 8,96 y presentaron un peso promedio de 68,83 gramos.

Tabla 25
Estadístico Tukey para tratamientos en el peso del huevo

Trat.	Media	Grupo
T0	68,40	a
T1	70,06	a
T2	69,15	a
T3	67,74	a

a,b Valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

En la tabla 25 se reportan los valores promedios del peso del huevo que son: 68.40 g, 70.06 g, 69.15 g y 67.74 g por tratamiento T0 (testigo), T1 (alfalfa), T2 (zanahoria) y T3 (remolacha) respectivamente.

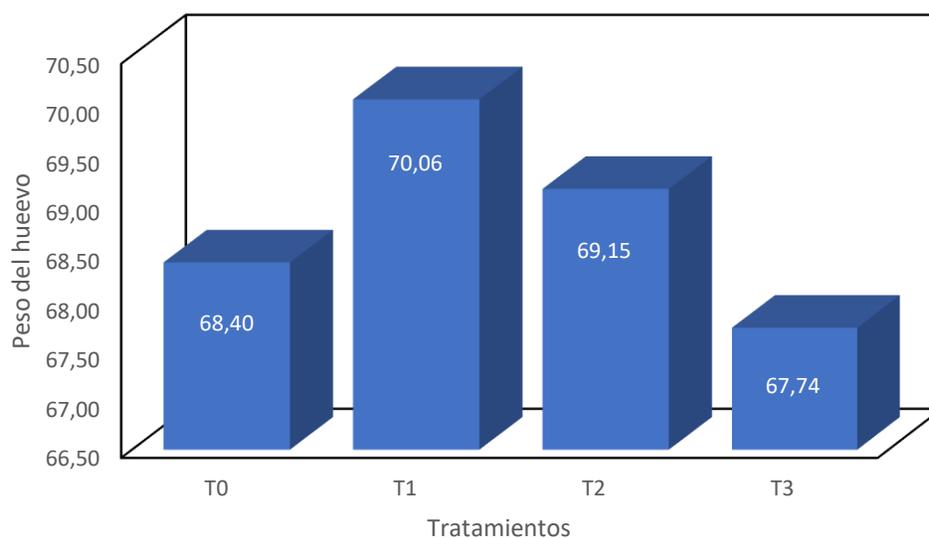


Figura 14. Agrupación de tratamientos por promedios, según el peso

Se determinó que los tratamientos utilizados no contribuyen significativamente en el peso de los huevos, aun cuando el tratamiento con un peso promedio mayor se presentó con zanahoria y alfalfa. Moreiras et al. (2013) también han sostenido que los niveles de vitaminas en la zanahoria son importantes y complementan una nutrición para la mantención y producción de huevos

normal de las gallinas y mejora la absorción de nutrientes y la vitamina C en condiciones adversas mejora la calidad del huevo. Este resultado se debe a que las gallinas no estaban acostumbradas a ser alimentadas con una ración con un alto contenido de fibra como es la alfalfa, por lo que fue uno de los tratamientos que menos consumían.

4.4.2 Altura de la albumina (Ht) en milímetros

La altura de la albúmina permite identificar la calidad del huevo, se mide en una fracción media de la albúmina gruesa, es decir entre el borde de la albúmina y la membrana de la yema.

Tabla 26

Análisis de Varianza para la altura de la albúmina, según tratamiento

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Valor
Total	39	75,20			
Trat.	3	59,07	19,69	43,95	< 0,001
Error	36	16,13	0,45		
CV %			7,98		
Media			8,39		

Se encontró un efecto significativo de la altura de la albúmina para los tratamientos. ($F_{3,36}=43,95$; $p= < 0,001$); el coeficiente de variación fue 7,98 y presentaron una altura de albúmina promedio de 8,39.

Tabla 27

Estadístico Tukey para tratamientos en la altura de la albúmina

Tratamientos	Media	Grupo
T0	7,49	b
T1	6,97	b
T2	9,96	a
T3	9,16	a

a,b Valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P<0.05$)

En la tabla 27 se reportan los valores promedios de la altura de la albúmina del huevo (HT) 7.49, 6.97, 9.96 y 9.16 por tratamiento T0 (testigo), T1(alfalfa), T2 (zanahoria) y T3 (remolacha) respectivamente.

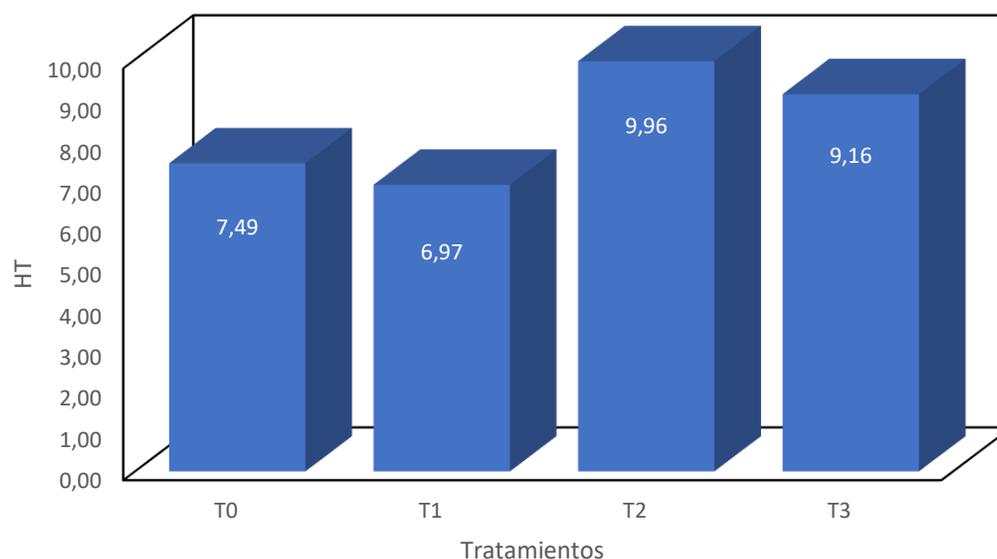


Figura 15. Agrupación de tratamientos por promedios de la altura de albúmina

Las gallinas ponedoras que fueron alimentadas con la dieta de zanahoria (inclusión al 5%) tuvieron la mayor altura de la albúmina (9,96) seguida de la dieta de remolacha (inclusión al 5%) (9,16) respectivamente y por último la dieta a base de alfalfa (inclusión al 5%) y el testigo no presentaron diferencias significativas (Figura 15).

Estos resultados coinciden con investigaciones previas, los estudios destacan la influencia de las semillas de calabaza y el empleo de otros forrajes como la zanahoria (Martínez & Córdova, 2012), también el peso y edad de las gallinas (García, 2016); este incremento en la altura de la albúmina se debe a la cantidad de vitaminas y minerales que aportan cada forraje respectivamente (Zaviezo, 2012).

4.5 Color de la Yema - YF

Un parámetro que permite definir una buena calidad de un huevo de gallina ponedora es la coloración de la yema (YF).

Tabla 28

Análisis de Varianza para la coloración de la yema, según tratamiento

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Valor
Total	39	33,52			
Trat.	3	15,86	5,29	10,77	< 0,001
Error	36	17,66	0,49		
CV %			8,53		
Media			8,39		

Se encontró un efecto significativo de la coloración de la yema para los tratamientos. ($F_{3,36} = 10,77$; $p = < 0,001$); el coeficiente de variación fue 8,53 y presentaron una coloración de la yema promedio de 8,39.

Tabla 29

Estadístico Tukey para tratamientos en la coloración de la yema

Trat.	Media	Grupo
T0	7,77	b
T1	7,93	b
T2	8,97	a
T3	9,30	a

a,b Valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$)

La tabla 29 reporta los valores promedios de la coloración de la yema para los tratamientos que son de: 7.77, 7.93, 8.97 y 9.30 por tratamiento T0 (testigo), T1 (alfalfa), T2 (zanahoria) y T3 (remolacha) respectivamente.

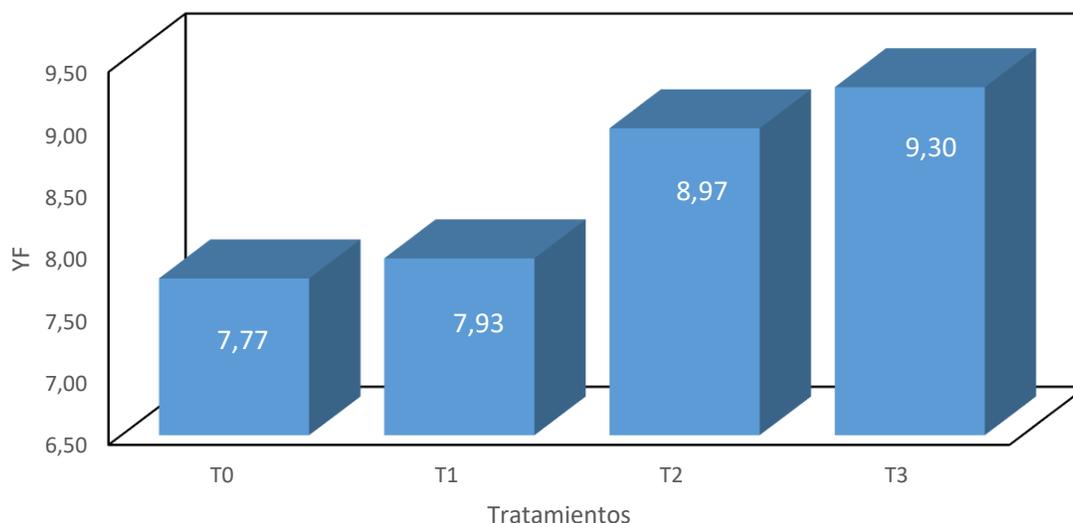


Figura 16. Agrupación de tratamientos por promedios, según la coloración de la yema

La mayor coloración de la yema en comparación de los otros tratamientos que no presentaron diferencia significativa entre sí.

Esto coincide con lo planteado por Kidd et al. (1997) quienes determinaron que los pigmentos naturales presentes en la remolacha inciden positivamente sobre este parámetro. En el presente estudio se demostró que los pigmentos de la zanahoria (caroteno y antocianinas) permiten fijar un color más comercial a la yema mejorando al mismo tiempo la palatabilidad del huevo (Moreiras et al., 2013).

4.6 Unidades Haugh

En lo que respecta a las unidades Haugh, es medición basada en la altura de la clara, es otra propiedad que puede brindar calidad a los huevos.

Tabla 30*Análisis de Varianza para las unidades Haugh, según tratamiento*

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Valor
Total	39	2349,06			
Trat.	3	1981,69	660,56	64,73	< 0,001
Error	36	367,37	10,20		
CV %			3,48		
Media			91,90		

Se encontró un efecto significativo de los tratamientos para las unidades Haugh. ($F_{3,36} = 64,73$; $p = < 0,001$); el coeficiente de variación fue 3,48 y presentaron una coloración de la yema promedio de 91,90.

Tabla 31*Estadístico Tukey para tratamientos en las unidades Haugh*

Tratamientos	Media	Grupo
T0	84,40	b
T1	85,54	b
T2	97,21	a
T3	100,46	a

a,b Valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

En la tabla 31, se reportan los valores promedios de las unidades Haugh para los tratamientos que son 84.40, 85.54, 97.21 y 100.46 por tratamiento T0 (testigo), T1 (alfalfa), T2 (zanahoria) y T3 (remolacha) respectivamente.

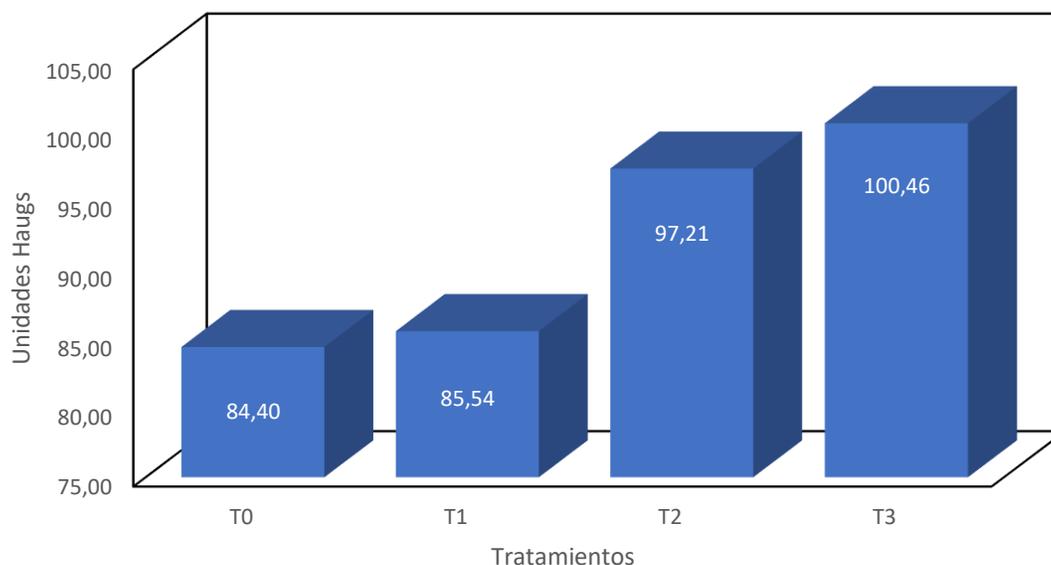


Figura 17. Agrupación de tratamientos por promedios, según las unidades Haugh

Las gallinas que fueron alimentadas con T3 (remolacha) y T2 (zanahoria) presentaron mayores valores para unidades Haugh (97,21 y 100,46) respectivamente, por lo tanto, se clasifican dentro de los estándares de calidad altos; mientras que, entre los tratamientos T1 (alfalfa) y T0 (testigo) no existe una diferencia estadística.

La incidencia positiva del tratamiento a base de remolacha en las unidades Haugh también ha sido demostrada por Milena & Fonseca (2011). Sobre este parámetro, se ha determinado, además, que las dietas ricas en xantofilas y carotenos provenientes de la zanahoria y la remolacha, inciden directamente en el color de la yema del huevo, así como, proporcionan vitaminas y antioxidantes (Alzate, 2011).

4.7 Resistencia de la cáscara

Tabla 32

Análisis de Varianza para la resistencia de la cáscara, según tratamiento

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Valor
Total	39	37,08			
Trat.	3	6,00	2,00	2,32	0,09
Error	36	31,08	0,86		
CV %			28,45		
Media			3,27		

No se encontró un efecto significativo de los tratamientos para la resistencia de la cáscara ($F_{3,36}=2.32$; $p= 0.091$); el coeficiente de variación fue de 28,45 y presentó valor promedio de la resistencia de la cáscara de 3,27.

Tabla 33

Prueba Tukey para la resistencia de la cáscara

Tratamientos	Media	Grupo
T0	3,38	a
T1	2,94	a
T2	2,89	a
T3	3,85	a

^{a,b} Valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P<0.05$)

En la tabla 33, se reportan los valores promedios de la resistencia de la cáscara para los tratamientos que fueron: 3.38, 2.94, 2.89 y 3.85 por tratamiento T0 (testigo), T1 (alfalfa), T2 (zanahoria) y T3 (remolacha) respectivamente.

La resistencia de la cáscara del huevo estadísticamente no está influenciada por ningún tratamiento, aunque el mayor promedio se presentó con T3. Estos resultados se justifican porque algunas particularidades de las aves (edad, enfermedades) o de su medio ambiente (temperatura) pueden determinar la calidad de la cáscara, aunque ello no descarta que todos esos posibles

componentes intervienen a través del metabolismo mineral (Instituto de estudios del huevo, 2017).

4.8 Grosor de la cáscara

Tabla 34

Análisis de Varianza para el grosor de la cáscara, según tratamiento

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Valor
Total	39	0,07003			
Trat.	3	0,00004	0,00001	0,01	1,00
Error	36	0,06998	0,00194		
CV %			13,23		
Media			0,33		

No se encontró un efecto significativo de los tratamientos para el grosor de la cascara ($F_{3,36}=0.01$; $p= 1.00$); el coeficiente de variación fue de 13,23 y el grosor promedio de la cáscara fue 0,33.

Tabla 35

Estadístico Tukey para tratamientos para el grosor de la cáscara

Trat.	Media	Grupo
T0	0,334	a
T1	0,334	a
T2	0,332	a
T3	0,334	a

^{a,b} Valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P<0.05$)

En la tabla 35 se reportan los valores promedios del grosor de la cáscara: 0.334, 0.334, 0.332 y 0,334 por tratamiento T0 (testigo), T1 (alfalfa), T2 (zanahoria) y T3 (remolacha) respectivamente.

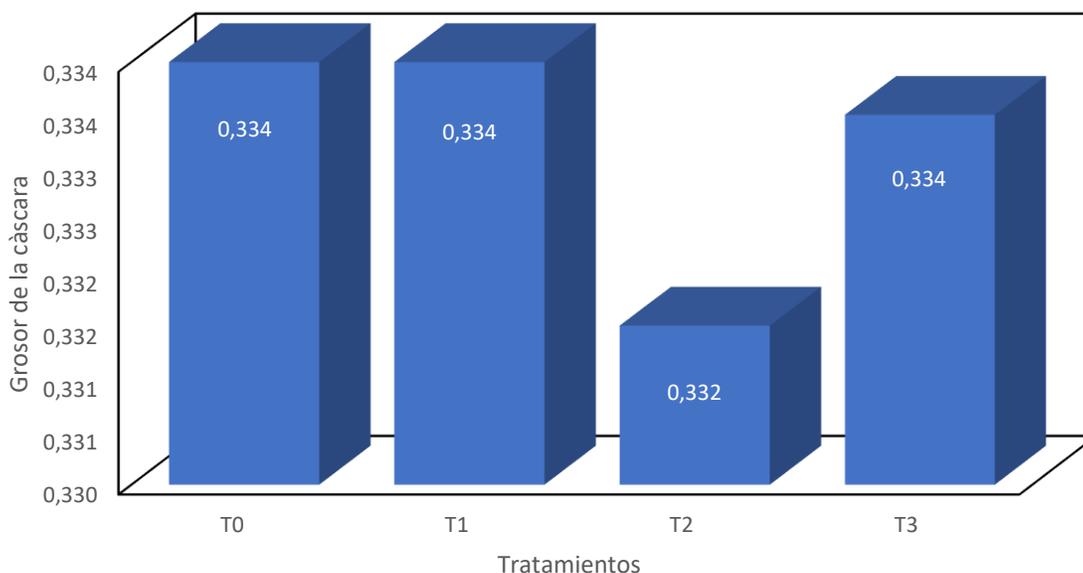


Figura 18. Agrupación de tratamientos por promedios, según el grosor de la cáscara

El grosor de la cáscara del huevo no influyó en ningún tratamiento, aunque el de mayor promedio se presentó con T3 (remolacha). Este resultado se justifica porque la calidad de la cáscara está afectada directamente por algunas particularidades de las aves (edad, enfermedades) o de su medio ambiente (temperatura), y no está influenciada únicamente por el tipo de alimento que las aves ingieran (Instituto de estudios del huevo, 2017).

Además de los parámetros de calidad de los huevos, se realizó un análisis de sangre de cada una de las gallinas ponedoras identificando sus respectivos tratamientos, de tal forma que se analizaron el nivel de colesterol, calcio y fosfatasa alcalina, los cuales se correlacionan de la siguiente forma:

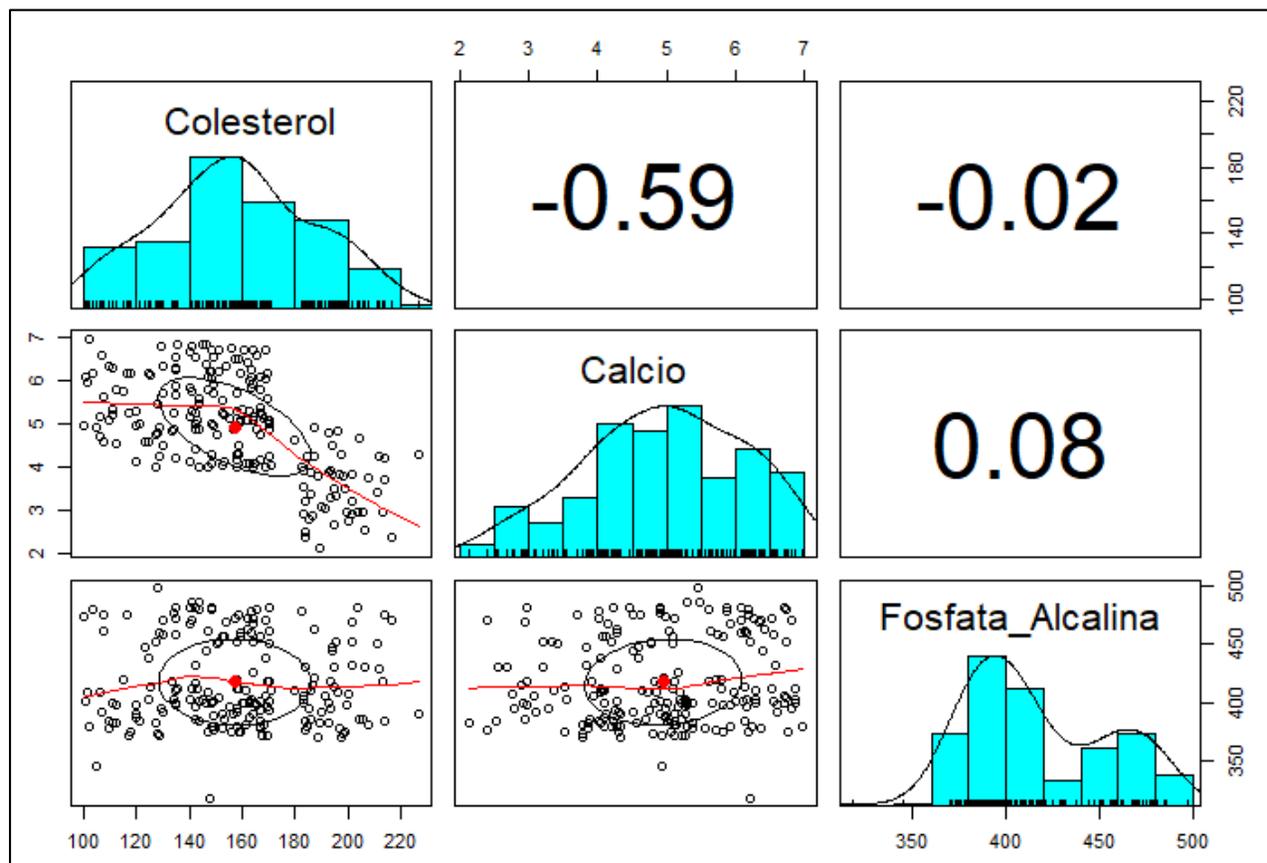


Figura 19. Matriz de dispersión, histograma y correlación de variables en análisis de sangre

Existe una correlación lineal negativa entre el colesterol y el calcio (0.59) (ver figura 19), lo que significa que a mayores niveles de calcio hay una disminución del colesterol y viceversa (FEDNA, 2016). Por ello, estudios previos han identificado que la alimentación con inclusión de la alfalfa tiende a disminuir el colesterol y esto se debe a su alto contenido en calcio (FEDNA, 2016; Soler, Garcés, & Barragán, 2017).

4.9 Colesterol

Tabla 36

Análisis de Varianza para la presencia de colesterol, según tratamiento

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	39	29421,81			
Trat.	3	28917,61	9639,20	688,24	< 0,001
Error	36	504,20	14,01		
CV %			2,38		
Media			157,25		

Se encontró un efecto significativo de los tratamientos para las unidades Haugs. ($F_{3,36} = 688.24$; $p = < 0,001$); el coeficiente de variación fue de 2,38 y presentó un valor promedio de 157,25 relacionado a la presencia de colesterol en sangre.

Tabla 37

Prueba Tukey para tratamientos en la presencia de colesterol

Trat.	Media	Grupo
T0	196,11	a
T1	120,10	c
T2	156,31	b
T3	156,49	b

^{a,b} Valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

En la tabla 37, se reportan los valores promedios del colesterol para los tratamientos que son 196.11, 120.10, 156.31 y 156.49 por tratamiento T0 (testigo), T1 (alfalfa), T2 (zanahoria) y T3 (remolacha) respectivamente.

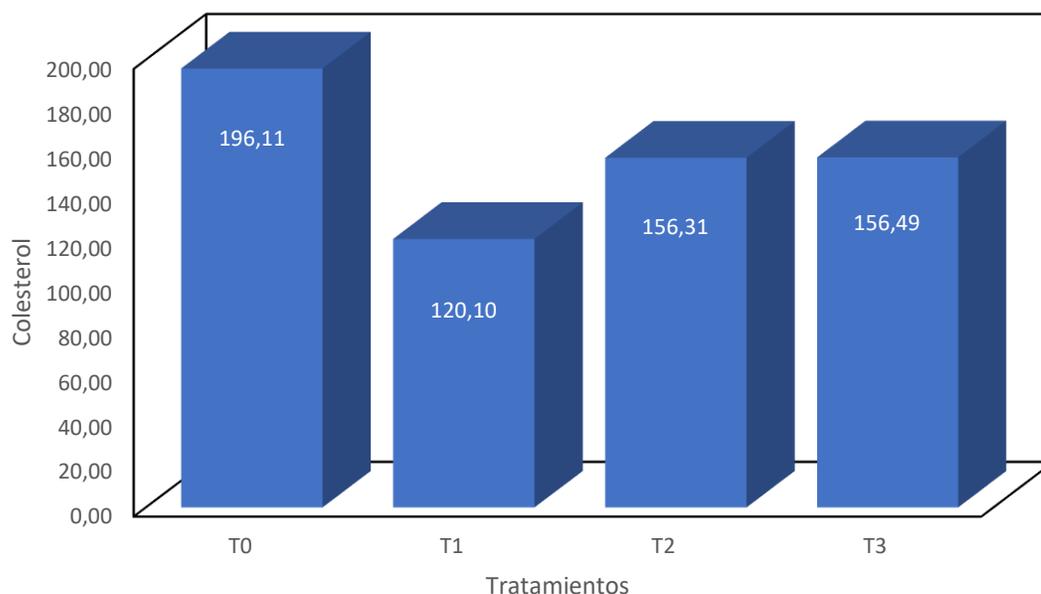


Figura 20. Agrupación de tratamientos por promedios, según la presencia de colesterol

Se encontró que el tratamiento T0 (testigo) contiene mayor colesterol, mientras que las gallinas que fueron alimentadas con el tratamiento T1 (alfalfa) tuvieron un menor contenido en el colesterol a comparación con los otros tratamientos.

Según (FEDNA, 2016), la adición en la dieta de esteroides vegetales provenientes de la alfalfa consigue una disminución considerable del colesterol en el huevo.

4.10 Calcio

Tabla 38

Análisis de Varianza para la presencia de calcio, según tratamiento

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Valor
Total	39	28,95			
Trat.	3	25,88	8,63	101,49	< 0,0001
Error	36	3,06	0,09		
CV %			5,89		
Media			4,95		

Se encontró un efecto significativo de los tratamientos para las unidades Haugs. ($F_{3,36}=688.24$; $p < 0,0001$); el coeficiente de variación fue de 5,89 y presentó un valor promedio de 4,95 relacionado a la presencia de calcio en sangre.

Tabla 39

Estadístico Tukey para tratamientos en la presencia de Calcio

Tratamiento	Media	Grupo
T0	3,56	b
T1	5,47	a
T2	5,34	a
T3	5,42	a

a,b Valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$)

En la tabla 39 se reportan los valores promedios de la presencia del calcio en sangre 3.56, 5.47, 5.34 y 5.42 por tratamiento T0 (Testigo), T1 (Alfalfa), T2 (Zanahoria) y T3 (Remolacha) respectivamente.

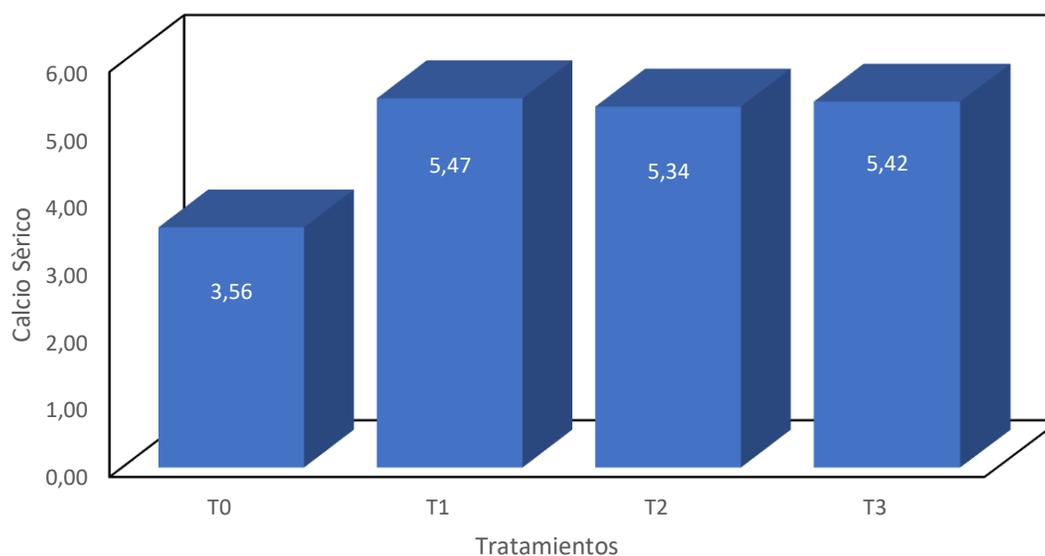


Figura 21. Agrupación de tratamientos por promedios, según la presencia de calcio

La presencia de calcio estadísticamente no presenta diferencias entre los tres tratamientos aplicados, sin embargo, presentan un aumento con relación al tratamiento testigo.

(Moreiras, Carbajal, Cabrera, & Cuadrado, 2013) Señalan que la zanahoria es fuente de vitaminas y minerales importantes, los resultados de este estudio no corroboraron este precedente en relación al calcio. Tampoco evidencia lo planteado por la FAO (1993) sobre la incorporación de vitaminas en la dieta de las aves adultas mediante la provisión de zanahoria. En relación a la remolacha se determinó que no presenta un alto valor nutricional en calcio (23mg), el cual es menor a su composición en potasio y fósforo (García, 1970).

4.11 Fosfatasa Alcalina

Tabla 40

Análisis de Varianza para la presencia de fosfatasa alcalina, según tratamiento

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Valor
Total	39	8148,67			
Trat.	3	459,97	153,32	0,72	0,55
Error	36	7688,70	213,57		
CV %			3,50		
Media			417,16		

Se encontró un efecto significativo de los tratamientos para las unidades Haugs. ($F_{3,36}=0.72$; $p= < 0,55$) el coeficiente de variación fue de 3,50 y presentó un valor promedio de 417,16 relacionado a la presencia de fosfatasa alcalina en sangre.

Tabla 41

Prueba Tukey para la Fosfatasa alcalina

Trat.	Media	Grupo
T0	412,39	a
T1	416,58	a
T2	421,90	a
T3	417,76	a

La tabla 41 reporta los valores promedios de la fosfatasa alcalina para los tratamientos que son 412.39, 416.58, 421.90 y 417.76 por tratamiento T0 (testigo), T1 (alfalfa), T2 (zanahoria) y T3 (remolacha) respectivamente.

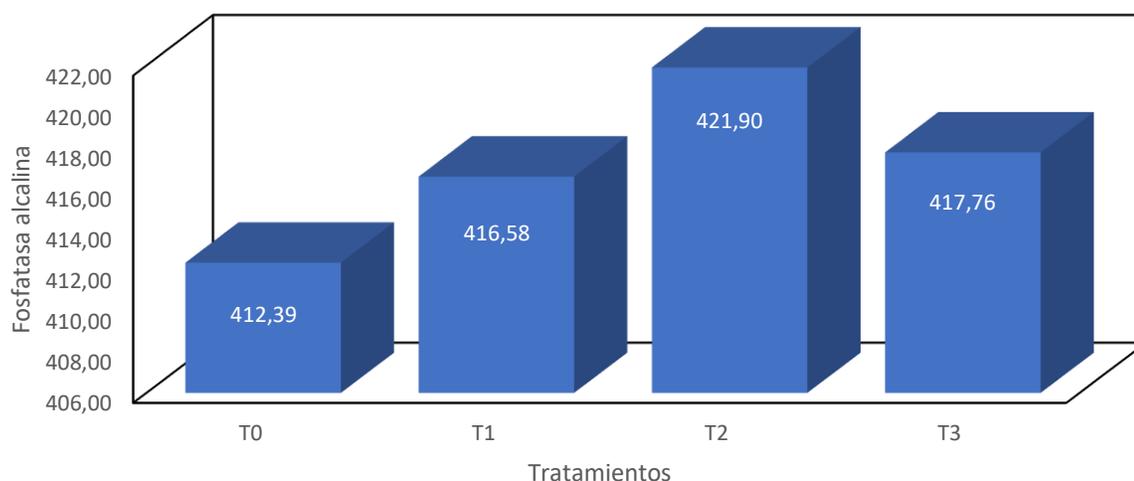


Figura 22. Agrupación de tratamientos por promedios, según la presencia de fosfatasa alcalina

Estadísticamente no se encontró una diferencia significativa entre tratamientos, estos resultados son similares a la investigación (López, Cubillos, & Cubillos, 1997) determinaron que la fosfatasa alcalina no mostraba diferencias entre los grupos alimenticios suministrados a las aves. Al respecto, se conoce que un incremento en fósforo en la dieta (0.25 y 0.42 %) en gallinas adultas conlleva a una disminución de la fosfatasa alcalina en sangre (Acosta, 2009).

4.12 Análisis económico

Tabla 42

Análisis económico de los diferentes tratamientos

	<i>Costos de dietas</i>	<i>Cubetas</i>	<i>Precio Promedio</i>	<i>Importe ventas</i>	<i>Utilidad</i>	<i>(%)</i>
<i>Control</i>	123,04	70	2,8	195	71,96	23.01
<i>Alfalfa</i>	127,89	69	2,8	192	64,11	20.50
<i>Zanahoria</i>	128,30	68	3,1	211	82,7	26.45
<i>Remolacha</i>	130,09	72	3,1	224	93,91	30.03

Tabla 43

Beneficio/Costo según los tratamientos

Tratamientos	Costos variables	Beneficio bruto	Beneficio neto	Beneficio/Costo
Control	123,04	155,904	32,87	1,2671295
Alfalfa	127,89	153,81632	25,93	1,2027278
Zanahoria	128,3	168,888	40,59	1,3163918
Remolacha	130,09	179,13536	49,04	1,3769777

El tratamiento T3 (remolacha) por cada dólar invertido se obtiene 37 centavos de ganancia, lo cual representa una diferencia significativa con respecto al tratamiento T2 (zanahoria) por cada dólar invertido se obtiene 31 centavos de ganancia, seguido por los tratamientos T0 (testigo) y T1 (alfalfa) con ganancias de 26 centavos y 20 centavos dólares respectivamente.

Una de las soluciones más rentables para ello es la incorporación de alimentos complementarios que son principalmente de origen vegetal (Páez & Quimbay, 2016). Para Flores (1994), forrajes específicos y otros pigmentos presentes en la naturaleza son de gran aporte. Como señala Salas (2014), ante los altos costos de materias primas empleadas en la alimentación animal (maíz y soya), el empleo de forrajes contribuye a implementar formas alternativas que

permiten una mayor rentabilidad y viabilidad de esta producción, sin que se reporten incidencias negativas en los rendimientos de las gallinas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El tratamiento T3 (remolacha) presentó el más alto porcentaje de postura con respecto a los otros tratamientos. El tratamiento T1 (alfalfa) tuvo el mejor aporte en promedio.
- La correlación de variables fue medida en todos los datos obtenidos en los huevos producidos independientemente del tratamiento. Las unidades Haugh y altura de albúmina (Ht) se correlacionan positivamente. También se identificó una alta correlación lineal entre Unidades Haugh y el Color de la yema (YF). La correlación entre la resistencia y el grosor de la cáscara es positiva, pero moderada y entre el Altura de albúmina (Ht) y el grosor es negativa. Además, se presenta una correlación lineal negativa entre la presencia del calcio y el colesterol en la sangre, es decir, que a mayor presencia de calcio se reduce la presencia de colesterol. Esto no ocurre al relacionar con la fosfatasa alcalina.
- Los tratamientos utilizados en la presente investigación no influyen significativamente en el peso de los huevos, aun cuando los tratamientos T1 (alfalfa) y T2 (zanahoria) presentaron un peso promedio mayor con relación a los otros tratamientos
- La altura de la albúmina (HT) varía en dependencia del tratamiento. Los mejores resultados se obtuvieron con los tratamientos T2 (zanahoria) y T3 (remolacha), los cuales se diferencian de forma muy discreta por 0.65 milímetros. El resto de los tratamientos reportan valores muy inferiores a los reportados en los tratamientos anteriores.

- Los tratamientos que presentaron una mayor coloración de la yema son T2 (zanahoria) y T3 (remolacha), mientras que los tratamientos T1 (alfalfa) y T0 (testigo) son inferiores y no son estadísticamente diferentes entre sí.
- Los tratamientos T2 (zanahoria) y T3 (remolacha) son los que obtuvieron un promedio mayor en las unidades Haugh. El T1 (alfalfa) y T0 (testigo) son los de menor promedio y no se diferencian estadísticamente entre sí.
- La resistencia de la cáscara del huevo no fue influenciada por ningún tratamiento, aunque a pesar de eso se puede verificar que el tratamiento de mayor promedio se presenta en el tratamiento T3 (remolacha).
- El grosor de la cáscara no varía de manera significativa con los tratamientos. No existe variación en la incidencia de los diferentes tipos de forrajes, por lo que con la concentración aplicada no mejorará este indicador.
- El T1 (alfalfa) contribuye de forma significativa a reducir el colesterol. Mientras que los tratamientos T2 (zanahoria) y T3 (remolacha) aportan de forma aceptable respecto al T0 (testigo).
- El tratamiento T0 (testigo) es el que menos contribuye a la presencia de calcio en la sangre, a diferencia de los tratamientos T1 (alfalfa), T2 (zanahoria) y T3 (remolacha).
- Los tratamientos utilizados en la investigación no influyen de forma significativa en la presencia de fosfatasa alcalina en sangre.
- Los valores obtenidos en las pruebas sanguíneas se encuentran dentro de los rangos normales propuestos por AgroMarket.

- Según las normas INEN 2017, refiriéndose a la clasificación según las Unidades Haugh, el T3 (remolacha) ubica a los huevos en categoría IDEAL, el T2 (zanahoria) ubica a los huevos en la categoría EXCELENTE/IDEAL, por último, el T1 (alfalfa) y T0 (testigo) ubican a los huevos en la categoría MUY BUENO.
- De acuerdo a las normas INEN 2017 los huevos producidos en todos los tratamientos son considerados dentro de la categoría GRANDE según su peso.
- La categorización de los huevos según su calidad, se encuentran en el grado A, debido a que sus cáscaras se identificaron como normales, intactas y limpias; sus claras, transparentes, exentas de cuerpos extraños; sus yemas, normales sin manchas excesivas de sangre; y, por último, sus características organolépticas normales, sin presencia de olores o sabores extraños.
- La mayor rentabilidad económica se alcanza con el T3 (remolacha), con la cual se obtuvo una rentabilidad del 38%, es decir un beneficio/costo de 1,38; les siguen el T2 (zanahoria) con una rentabilidad del 31%; el T0 (testigo) con una rentabilidad del 26% y la menor rentabilidad presenta el T1 (alfalfa) con el 20%. El T3 (remolacha) además de la mayor rentabilidad este tratamiento presenta aves con mayor porcentaje de postura.
- El uso de diferentes niveles de productos forrajeros (alfalfa, zanahoria y remolacha) como alternativa nutricional en gallinas productoras de huevo comercial mejora algunos indicadores que determinan la calidad del huevo, a partir del empleo de materia prima económica.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda el tratamiento 3 (inclusión de remolacha al 5%) para futuros estudios ya que presentó efectos positivos para los para todas las variables medidas.
- Se recomienda el tratamiento 2 (inclusión de zanahoria al 5%) como una alternativa nutricional ya que presentó un efecto importante para los parámetros de calidad de huevo.
- Se recomienda realizar estudios similares para determinar los niveles óptimos de inclusión de remolacha y zanahoria para mejorar la calidad del huevo en gallinas ponedoras

5.2.3. Bibliografía

- Acosta, A. L.-W. (2009). Efecto del nivel dietético de fósforo en el comportamiento productivo y metabolismo mineral de gallinas ponedoras comerciales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* , 285-289.
- AFABA. (2014). *Alimentos Balanceados para Animales en Cifras 2014*. Recuperado el 18 de junio de 2018, de <http://www.afaba.org/portal/index.php/2015-06-28-05-33-2/alimentos-balanceados-para-animales-en-cifras-2014>
- AgroMarket. (2017). *VetHelpAM*. Obtenido de <https://www.agromarket.pe>
- Alzate, L. J. (2011). Aprovechamiento de residuos agroindustriales para mejorar la calidad sensorial y nutricional de productos avícolas. *Producción Limpia*.
- Anderson, J. (2013). *La calidad del huevo*. Obtenido de Hi-Line: https://www.hyline.com/userdocs/pages/TB_EQ_SPN.pdf
- Apolaya, M. A. (2010). *El uso de dietas alta en fibras (6%) en aves de postura en la etapa de recría (10 a 16 semanas de edad)*. Obtenido de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/uso-dietas-alta-fibras-t28360.htm>
- AviNews. (2016). *Entendiendo el estrés por calor en las ponedoras (Parte I)*. Obtenido de <https://avicultura.info/entendiendo-estres-calor-las-ponedoras-parte-i/>
- Banco Galicia. (2019). *www.buenosnegocios.com*. Obtenido de <https://www.buenosnegocios.com/ratios-rentabilidad-ventas-n747>
- Bell, D., & Sturkie, P. (1968). *Constituyentes Químicos de la Sangre*. Zaragoza: Acribia.
- Bondi, A., & Sanz, R. (1989). *Nutrición animal*. Buenos Aires: Acribia S.A.
- Burns, J. F. (2003). Identification and quantification of carotenoids, tocopherols and chlorophylls in commonly consumed fruits and vegetables. *Phytochemistry*, 62:939-947.

- Campabadal, C. (1995). Consideraciones nutricionales en la formulacion y alimentacion de gallinas para postura. Aplicadas a la explotacion de huevos en Centroamérica. *Centro de investigaciones en nutrición animal*, 1(5), 4-6.
- Campaña, M. (2010). *Estudio de factibilidad de la utilización de enzimas digestivas en la formulación de dietas para ponedoras comerciales*. Quito: Universidad de las Américas.
- Clavijo, E., & Cadena, P. (2011). *Producción y calidad nutricional de alfalfa*. Bogotá: Universidad de la Salle.
- CONAVE. (2016). *Estadística de la industria avícola del Ecuador*. Obtenido de <http://www.conave.org/estadisticas.html>
- Coutts, J., & Wilson, G. (2007). *Manual Práctico de Calidad del huevo*. England: 5m Publishing.
- Cuevas, B., Díaz, G., Molina, A., & Retamal, C. (2003). *Pigmentos utilizados en raciones de gallinas ponedoras*. Buenos Aires: Biblioteca Virtual Universal.
- Darly, J., & Osorio, J. H. (2013). Perfil Metabólico de aves comerciales mediante métodos directos metabolic profile of comercial birds using direct methods. *Revista de Investigación Veterinaria*, 24(2), 162-167.
- Estrada, M., Márquez, S., & Restrepo, L. (2007). Efecto de la temperatura y la humedad relativa en los parámetros productivos de las gallinas. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*(20), 288-303.
- FAO. (1993). *Manual de Técnicas para laboratorios de nutrición de peces y crustáceos*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/AB489S/AB489S01.htm>
- FEDNA. (2016). *Nutrición Animal*. Obtenido de <http://www.fundacionfedna.org/publicaciones>

- Flores, A. (1994). *Programa de alimentación en avicultura. Ponedoras comerciales*. Madrid: X Congreso de Especialización de FEDNA.
- Florez, G. (2013). *Importancia del análisis estadístico de los datos*. San José: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- García, R. (1970). La remalacha forrajera en la alimentación del ganado. *Hojas Divulgadora*(11), 1-20.
- Grieve, D. (2013). Manera apropiada de extraer y de manipular las muestras de sangre y suero en las aves. *Hy-Line International*, 1-5.
- HUMAN Diagnostics Worldwide. (2018). *Sustratos y metabolitos*. Obtenido de <https://www.human.de/es/productos/quimica-clinica/reactivos/sustratos-y-metabolitos/>
- INEC. (2016). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua ESPAC 2016*. Obtenido de <https://doi.org/10.4206/agrosur.1974.v2n2-09>
- Instituto de estudios del huevo. (2017). *El libro del huevo*. Madrid: Instituto de estudios del huevo.
- Kidd, M., Ferket, P., & Garlich, J. (1997). Nutritional and osmoregulatory functions of betaine. *World's Poultry Science Journal (United Kingdom)*. *World's Poultry Science Journal*, 53(2), 125-139.
- Lallana, V. y. (2003). Manual de prácticas de Fisiología Vegetal. En V. y. Lallana, *Manual de prácticas de Fisiología Vegetal* (pág. 16). Argentina: Edición Digital.
- Leek, A. (2015). *Alimentación para la calidad del huevo*. Obtenido de <https://seleccionesavicolas.com/avicultura/2015/09/alimentacion-para-la-calidad-del-huevo-y-ii>

- Liebert, F., Htoo, J., & Sunder, A. (2005). Performance and nutrient utilization of laying hens fed low-phosphorus cornsoybean and wheat–soybean diets supplemented with microbial phytas. *Poultry Science*(84).
- López, J., Cubillos, M., & Cubillos, M. (1997). Estudio enzimático y anatomopatológico de ponedoras alimentadas con semilla de *Lupinus albus* (dulce y amarga) durante 22 semanas. *Archivos de medicina veterinaria*, 29(2).
- Martínez, Y., & Córdova, J. (2012). Productividad y calidad del huevo de gallinas con niveles crecientes de harina de semilla de calabaza (*Cucurbita maxima*). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1(3).
- Metzler-Zebeli, B. E. (2009). Worlds Poultry Science Journal. *Worlds Poultry Science Journal*, 65:419-442.
- Milena, D., & Fonseca, J. (2011). Producción sostenible de pollo de engorde y gallina. *Revista de Investigación Agraria Ambiental*, 2(1), 29-43.
- Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L., & Cuadrado, C. (2013). *Tablas de composición de alimentos. Guías Prácticas*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Muñoz, Á., & Morente, M. (2009). *Obtención, procesado y almacenamiento de muestras de suero*. Madrid: Red Nacional de Biobancos.
- Nabel Co, L. (2016). *Unidad haugh e indice de yema, indicadores medidos por la DET 6000*.
Obtenido de <http://det6000.com/es/egg-quality/>
- Ortiz, A., & Mallo, J. (2009). Factores que afectan a la calidad externa del huevo. *Actualidad Profesional*, 18-20.

- Páez, L., & Quimbay, J. (2016). *Estudio comparativo para mejorar la pigmentación de la yema de huevo a base de zanahoria, auyama y maíz*. Ubaté: Universidad de Cundinamarca.
- Piccaglia, R. M. (1998). Lutein and lutein ester content in different types of *Tagetes patula* and *T. erecta*. *Industrial Crops and Products*, 8:45-51.
- Rodríguez, I. E. (2006). Efectos nutricionales y pigmentales de la harina de hojas de leucaena y la lemna en la yema de huevo. *Universidad de los Andes, Núcleo Universitario "Rafael Rangel", Trujillo. Venezuela*, 20-28.
- Rostagno, H. (Ed.). (2017). *Tablas brasileñas para aves y cerdos*. Minas Gerais: Universidad Federal de Viçosa.
- Salas, C. (2014). *Alimentación Alternativa de gallinas ponedoras: Utilización de forraje verde hidropónico*. San José: Universidad de Costa Rica.
- Soler, M. G. (2017). La alimentación de la ponedora y la calidad del huevo. <https://www.portaveterinaria.com/avicultura/articulos/8713/la-alimentacion-de-la-ponedora-y-la-calidad-del-huevo.html>, 87.
- Zaviezo, D. (2012). *Special Nutrients*. Ciudad de Panamá: XXII Congreso Centroamericano y del Caribe de Avicultura en la Ciudad de Panamá.