



Evaluación del valor nutricional de diferentes materias primas para la elaboración de dietas alimenticias enriquecidas con Omega 3, para la alimentación de gallinas ponedoras de huevo comercial en su segundo ciclo de producción

Sarango Solano, Diana Elizabeth

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Ortiz Manzano, Mario Leonardo. Mgtr.

03 de septiembre del 2023



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Certificación:

Certifico que el trabajo de integración curricular: **Evaluación del valor nutricional de diferentes materias primas para la elaboración de dietas alimenticias enriquecidas con Omega 3, para la alimentación de gallinas ponedoras de huevo comercial en su segundo ciclo de producción**, fue realizado por la señora: **Sarango Solano Diana Elizabeth**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 03 de septiembre del 2023



MARIO LEONARDO
ORTIZ MANZANO

Ing. Ortiz Manzano, Mario Leonardo. Mgtr.

C.C: 0602065435

Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos



Sarango Soalano, Diana Elizabeth TIC...

Scan details

Scanned
September 20th, 2023 at 18:41 UTC

Files Pages
46

Files Words
11346

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	1.1%	129
Minor Changes	1%	115
Paraphrased	6.8%	760
Omitted Words	0%	0

AI Content Detection

N/A

Text coverage

- AI text
- Human text



Escanea este código QR para
MARIO LEONARDO
ORTIZ MANZANO

Ing. Ortiz Manzano, Mario Leonardo. Mgtr.

C.C: 0602065435



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura
Carrera Agropecuaria

Responsabilidad de Autoría:

Yo, **Sarango Solano, Diana Elizabeth**, con cédula de ciudadanía No 1723870950, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Evaluación del valor nutricional de diferentes materias primas para la elaboración de dietas alimenticias enriquecidas con Omega 3, para la alimentación de gallinas ponedoras de huevo comercial en su segundo ciclo de producción**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 03 de septiembre del 2023

Sarango Solano Diana Elizabeth

C.C.: 1723870950



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Autorización de Publicación:

Yo, **Sarango Solano, Diana Elizabeth**, con cédula de ciudadanía No 1723870950 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Evaluación del valor nutricional de diferentes materias primas para la elaboración de dietas alimenticias enriquecidas con Omega 3, para la alimentación de gallinas ponedoras de huevo comercial en su segundo ciclo de producción**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi responsabilidad.

Sangolquí, 03 de septiembre del 2023

Sarango Solano, Diana Elizabeth

C.C.: 1723870950

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a mi familia que fue el pilar fundamental para que esta meta se pueda cumplir, apoyándome en cada momento de mi vida, sacrificando tiempo valioso para apoyarme.

A mi esposo Marwing que siempre me apoyo y no me dejo decaer ni un momento, que estuvo conmigo en cada desvelada y confiando en mis capacidades de conseguir lo que me propusiera, dando ánimos en cada momento,

A mis hijos Estheban & Amelia, por su apoyo y tiempo, por aguantar mi ausencia y entender que cada cosa que yo hago es por ellos, por esas palabras de aliento que cada vez me daban.

A mis padres Margarita y Pedro, que pese a todo estuvieron siempre apoyándome, nunca soltaron mi mano y me ayudaron a cumplir este logro.

A mis hermanos, Walter, Henry y Yadira, que me brindaron su apoyo en cada momento y me enseñaron a que las cosas se consiguen con sacrificio y dedicación.

Diana Elizabeth Sarango Solano

Agradecimiento

Le agradezco a Dios, por permitirme cumplir este logro, al Divino Niño a quien siempre le pedí las fuerzas para seguir y me las concedió cada día de este largo camino que recorrí.

Agradezco a mis profesores ya que cada uno de ellos impartieron en mis conocimientos necesarios para mi vida profesional, supieron guiarme para convertirme en una buena profesional.

Al Ing. Mario Ortiz mi director de proyecto que me brindó el apoyo necesario para lograr sacar este proyecto de titulación adelante, brindándome el conocimiento necesario.

A mi familia, mi esposo, hijos, padres y hermanos que siempre me dieron una palabra de aliento y me ayudaron para culminar esta etapa de mi vida con consejos y hasta retadas, pero siempre a mi lado.

A mi compañera y amiga Gretty por su apoyo y ayuda incondicional, gracias porque sin su ayuda este no sería posible.

A mis amigas las cuales conocí desde el primer día de ingreso a la Universidad Erika & Elizabeth y han estado a mi lado en todo momento apoyándome y dándome ánimos para seguir.

Índice de contenidos

Carátula	1
Certificación:	2
Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos.....	3
Responsabilidad de Autoría:	4
Autorización de Publicación:	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Índice de contenido	8
Índice de tablas.....	12
Índice de figuras.....	13
Resumen	14
Abstract.....	15
CAPÍTULO I	16
INTRODUCCIÓN	16
Antecedentes	16
Justificación.....	16
Planteamiento del problema	17
Objetivos	18
General.....	18
Específicos	18
CAPITULO II	19
REVISIÓN DE LITERATURA	19
Alimento	19
Nutriente.....	19
Valoración Nutricional de los Alimentos.....	19
Análisis proximal	19
Materia seca	20

Ceniza	20
Extracto libre de Nitrógeno (ELN)	21
Proteína	21
Aminoácidos.....	22
Clasificación de los aminoácidos	23
Proteína ideal	24
Aminoácido Limitante	25
Lípidos	26
Fibra	27
Metodología de Van Soest.....	28
Celulosa.....	29
Hemicelulosa	29
Lignina	30
Minerales	30
Macrominerales.....	30
Micro minerales	31
Energía	31
Vitaminas	32
Clasificación de las vitaminas	32
Liposolubles.....	32
Hidrosolubles	33
Aditivos.....	33
Aditivos Nutricionales.....	33
Aditivos No nutricionales.....	34
Ácidos grasos Omega 3	34
Ácido alfa Linolénico (ALA)	36
Ácido eicosapentaenoico (EPA).....	36
Ácido docosahexaenoico (DHA)	36

Materias Primas	36
Clasificación de las materias primas.....	37
Energéticos	37
Maíz.....	37
Afrecho de Trigo	38
Grasa vegetal	38
Proteicos.	38
Torta de Soya	38
Harina de Pescado	38
Harina de Carne.....	39
Proteína asilada de soya.....	39
Minerales y Vitaminas.	39
Calcio.....	39
Fosforo	39
Aditivos.....	40
Vitaminas.....	40
Fitasa.....	40
Aminoácidos sintéticos.....	40
Materias primas que aportan Omega 3.....	41
Linaza	41
Chía.....	42
Canola	44
Gallina Lohmann Brown	44
Requerimientos Nutricionales	45
Métodos de Formulación a Costo Mínimo	46
Programación Lineal	46
Ecuaciones de Predicción.....	47
Ecuación de Proteína ideal.....	47

Ecuación de Energía Metabolizable	48
Ecuación de Fosforo	48
Nutrion 11.00.....	49
¿Qué es?.....	49
¿Cómo funciona?	49
CAPITULO III.....	50
METODOLOGÍA.....	50
Ubicación de lugar de investigación	50
Materiales.....	50
Materias Primas	51
Metodología	51
CAPITULO IV	55
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
Resultados	55
Discusión.....	59
Materias primas energéticas	59
Materias primas proteicas	61
Aditivos	62
Materias primas con aporte de Omega 3	62
CAPÍTULO V	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
Conclusiones.....	64
Recomendaciones.....	64
Bibliografía	65

Índice de tablas

Tabla 1 Cuadro de clasificación de los aminoácidos por sus características	23
Tabla 2 Relación Aminoácido / Lisina Utilizada para Estimar los Requerimientos de Aminoácidos.....	25
Tabla 3 Valoración nutricional en la semilla de Linaza canadiense.....	41
Tabla 4 Valoración de ácidos Omega 3 en la semilla de Linaza canadiense	41
Tabla 5 Valoración nutricional de semillas de chía	43
Tabla 6 Valoración de ácidos Omega 3 de semillas de chía	44
Tabla 7 Valoración nutricional de aceite de canola	44
Tabla 8 Niveles recomendados para ponedoras LOHMANN BROWN-CLASSIC Fase 3 por kg de alimento para diferentes consumos diarios para postura de huevos marrones.....	45
Tabla 9 Matriz de mantenimiento de nutrientes de Linaza	52
Tabla 10 Matriz de mantenimiento de nutrientes de Chía.....	53
Tabla 11 Matriz de mantenimiento de nutrientes de Aceite de Canola.....	54
Tabla 12 Dieta de Mantenimiento para Ponedoras (Testigo)	55
Tabla 13 Dieta de Mantenimiento para Ponedoras (Chía)	56
Tabla 14 Dieta de Mantenimiento para Ponedoras (Linaza + Aceite de Canola)	58
Tabla 15 Dieta de Mantenimiento para Ponedoras (Linaza)	59

Índice de figuras

Figura 1 <i>Esquema de análisis proximal</i>	20
Figura 2 <i>Composición de las proteínas</i>	22
Figura 3 <i>Barril de Liebig, aminoácido limitante.</i>	26
Figura 4 <i>Clasificación de los lípidos</i>	27
Figura 5 <i>Análisis de los componentes de la pared celular (método de van Soest)</i>	29
Figura 6 <i>Sistemas de energía</i>	32
Figura 7 <i>Estructura de los ácidos grasos Omega 3</i>	35
Figura 8 <i>Ubicación IASA 1 planta de concentrados</i>	50

Resumen

El aporte de Omega 3 en los diferentes alimentos que consume los seres humanos es muy importante debido a que esto ayuda a combatir enfermedades cardiovasculares, en las personas, por ello es importante crear alimentos que contengan la cantidad necesaria de ácidos grasos Omega 3 para el ser humano. Bajo esta percepción se elabora la valoración nutricional de tres materias primas que contiene Omega 3 y que ayudan a enriquecer huevos con Omega 3, mediante la adición de dichas materias primas en las dietas de Gallinas ponedoras de huevo marrón *Lohmann Brown* en su tercera etapa. Estas dietas fueron elaboradas, mediante el programa Nutrion 11.0, calculadas al mínimo costo para no elevar los costos de producción, y de esta manera encontrar el punto de equilibrio en la producción y el costo de venta del producto. Las materias primas utilizadas en las dietas fueron, una dieta de Linaza (*Linum usitatissimum*) con una inclusión del 5%, tiene un costo de \$550,00 por tonelada, una dieta de Chía (*Salvia hispánica*) con una inclusión del 5%, tiene un costo de \$609,72 por tonelada, una dieta con Aceite de Canola (*Brassica napus*) con un aporte del 2%, y Linaza del 3% (*Linum usitatissimum*), con un costo de \$542,06 por tonelada, además se utilizó una dieta control que no contiene ninguna materia prima que aporte Omega 3, la cual tiene un costo de \$ 550,10. Determinando de esta manera que la dieta realizada con el menor costo fue la de Linaza 3% y Canola 2%.

Palabras Clave: MATERIAS PRIMAS, DIETAS, GALLINAS PONEDORAS, OMEGA 3, DIETAS, COSTO MÍNIMO

Abstract

The contribution of Omega 3 in the different foods consumed by humans is very important because this helps to combat cardiovascular diseases, in people, because of this it is important to create foods that present the necessary amount of Omega 3 that a person needs. Under this perception, the nutritional assessment of three raw materials containing Omega 3 and that help to enrich eggs with Omega 3 is elaborated, by adding such raw materials in the diets of Lohmann Brown egg laying hens in their third stage. These diets were elaborated, through the Nutrion 11.0 program, calculated at minimum cost so as not to raise production costs, and in this way find the equilibrium point in the production and the cost of selling the product. The raw materials used in the diets were, a diet of Flaxseed (*Linum usitatissimum*) with an inclusion of 5%, has a cost of \$ 550.00 per ton, a diet of Chia (*Salvia hispanica*) with an inclusion of 5%, has a cost of \$ 609.72 per ton, a diet with Canola Oil (*Brassica napus*) with a contribution of 2%, and Flaxseed of 3% (*Linum usitatissimum*), with a cost of \$ 542.06 per ton, was also used, a control diet was used that does not contain any raw material that provides Omega 3, which has a cost of \$ 550.10. Determining in this way that the diet made with the lowest cost was that of Flaxseed 3% and Canola 2%.

Keywords: RAW MATERIALS, DIETS, LAYING HENS, OMEGA 3, MINIMUM COST

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

En los últimos 40 años ha surgido un aumento de la población en las ciudades por lo cual ha surgido la necesidad de requerir mayores recursos de dietas. Para el año 2050 se espera que tripliquen el uso general de los recursos, con lo que se prevé que la demanda de alimentos aumentara en un 70%, y un 27% en la producción de cárnicos.

Proporcionando de esta manera una correlación directa del consumo de la proteína animal y el aumento de los ingresos y la población urbana (Evonik Industries AG, 2011).

En el mundo las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte, y a esto existen se le relacionan diferentes enfermedades y entre ellas están el elevado colesterol, hipertensión, triglicéridos altos, diabetes, y muchas más enfermedades relacionadas a la dieta que las personas ingieren. Aunque existen diferentes alimentos que se encuentran enriquecidos con Ácidos Grasos n-3 de venta en el mercado, existe desconocimiento de parte de la población de los efectos que el consumo de dichos productos puede generar en el organismo (Carrero *et al.*, 2005).

Justificación

Al ingerir alimentos enriquecidos con Omega n-3, se puede reducir el factor de riesgo de las enfermedades, ya que se sustituyen suplementos en la dieta diaria que no provocan cambios drásticos en los hábitos alimenticios de las personas (Carrero *et al.*, 2005). Al analizar productos que han sido enriquecidos con Omega 3, se demuestra la existencia de diferentes productos que cuentan con una diversidad de nutrientes con los que se han enriquecido dichos productos (de Arpe Muñoz, 2003).

El enriquecimiento con Omega 3 en los huevos es un aporte ideal para mejorar la salud de las personas, ya que diversos estudios indican que ayuda a un adecuado funcionamiento del cerebro humano, por esta razón es importante incrementa el contenido de EPA+DHA en el huevo sin afectar negativamente la respuesta productiva de las aves, la

calidad interna del huevo, ni las características sensoriales del mismo (Betancourt y Díaz, 2009).

De esta manera la industria del huevo se direcciona a producir un producto que tenga un efecto positivo en la salud humana, creando plenitud en el producto el cual genere un valor agregado que el consumidor pagaría por este beneficio. Dado que el organismo no puede sintetizar ácidos grasos esenciales, es necesario añadir a la dieta la adición de Omega 3, que crea un efecto representativo sobre el perfil lipídico del huevo, cuyas semillas se utilizan como fuente de enriquecimiento, aceites, algas, aceite de pescado (Cardaci, 2018).

Planteamiento del problema

El aumento de población en los últimos 40 años y su proyección hacia el 2050, ha provocado que se realice un aumento en los recursos de las dietas para cubrir la demanda alimenticia, además es importante que dichos productos no solo cubran una demanda alimenticia sino que además cubran las necesidades nutricionales que requieren los consumidores es así que ha surgido la necesidad de implementar mecanismos mediante los cuales los alimentos obtengas los nutrientes necesarios para una dieta balanceada, de tal manera que al consumir estos productos se cubran de una manera correcta los nutrientes necesarios para el organismo.

El consumir productos que contengan Omega 3 no es común en la población, debido a que no existe la información necesaria de los beneficios que estos productos aportan a la salud de las personas. El consumo diario de huevos en la población especialmente por los niños es fundamental por los beneficios que les aporta, al enriquecer los huevos con ácidos grasos Omega 3, se aportaría un producto de mejor calidad nutricionalmente hablando, de tal manera que, al ser un producto de alta demanda en el mercado, se puede dar un valor agregado a la producción, beneficiándose así las dos partes productor-consumidor.

Objetivos

General

Realizar la valoración nutricional, generar la respectiva matriz nutricional y elaborar diferentes propuestas de dietas enriquecidas con Omega 3 al costo mínimo para alimentar gallinas ponedoras de huevo comercial en el segundo ciclo de producción.

Específicos

- Seleccionar diferentes materias primas con potencial uso en alimentación de aves que sean fuentes de aporte de ácidos grasos Omega 3.
- Realizar la respectiva matriz nutricional en base a la valoración nutricional de una determinada materia prima.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

Alimento

Se define como alimento a una sustancia que puede ser líquida o sólida y es ingerida por un organismo, cuya finalidad es reponer todo lo perdido en la actividad corporal, un alimento es aquel que proporciona los nutrientes necesarios para ser captados por el organismo, y que este logre cumplir con sus funciones básicas, estas pueden ser crudas, procesadas o semiprocessadas (Rhoton, 2023).

Nutriente

Se denomina nutriente a una sustancia que es ingerida para el metabolismo de un organismo, de aquí que se clasifican seis grupos de nutrientes que son: carbohidratos, grasas, proteínas, vitaminas, agua y minerales. En la nutrición es un proceso mediante el cual el animal recibe los nutrientes, los digiere, generando una reserva para el metabolismo del cuerpo, para su crecimiento, reproducción y su producción (Evonik Industries AG, 2015).

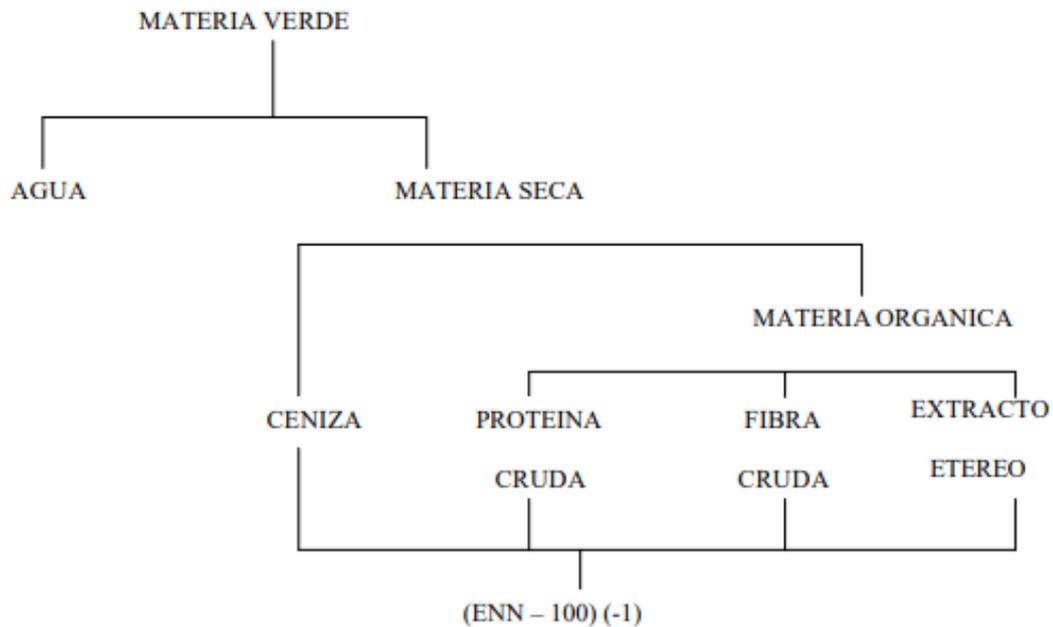
Valoración Nutricional de los Alimentos

Análisis proximal

El análisis proximal, es un método cuantitativo, el cual es utilizado para determinar los macronutrientes existentes en la alimentación este consiste en el fraccionamiento de seis estratos, las cuales tienen propiedades químicas en común. Estos son el extracto de nitrógeno (NFE), la ceniza bruta (CB), la fibra cruda (FC), extracto etéreo (EE, grasas y lípidos), proteína cruda (PC) y humedad. El proceso debe realizarse de la siguiente manera, secar a 103° C por un tiempo de 4 horas. Aquí se determina el peso que perdió la muestra y se calcula la cantidad de humedad presente en la misma. Luego se calienta la muestra a 550° C por 4 horas más, es aquí donde se elimina el carbono presente en la muestra, se calcula nuevamente el peso que perdió la muestra, para determinar la cantidad de ceniza bruta (Evonik Industries AG, 2015).

Figura 1

Esquema de análisis proximal



Nota. Recuperado de (Grijalva, 2006).

Materia seca

Los nutrientes se encuentran en la porción de materia seca. Es importante controlar la humedad en los alimentos almacenados y mantenerla por debajo del 10% o más, de lo contrario, el alimento se deteriorará o se perderá por completo debido al moho que puede producir toxinas. Es un análisis proximal realizado en un horno a 135 ° C y el peso del desecho es (materia seca) (Villegas *et al.*, 2023).

Ceniza

El mineral, la materia orgánica y los nutrientes digeribles totales, así como la presencia de adulterantes minerales, se analizan en el análisis de ceniza, que es el resto inorgánico de una muestra que se ha quemado. La ceniza perite se encuentra al agregar materiales inorgánicos a un alimento. Se basa en calcinar la muestra a 600 ° C (Villegas *et al.*, 2023).

Extracto libre de Nitrógeno (ELN)

Una categoría del análisis proximal que se encuentra por diferencia es el extracto libre de nitrógeno; $ELN = 100 - (\text{ceniza} + \text{extracto etéreo} + \text{proteína} + \text{fibra})$. Aunque esta fracción no contiene celulosa, puede contener hemicelulosa y algo de lignina, así como cualquier producto soluble en agua que no sea soluble en éter, como vitaminas hidrosolubles. La mayoría de los ELN son azúcares y almidón (Villegas *et al.*, 2023).

Proteína

El término proteína cruda (PC) se refiere a la proteína dietética y se define como el contenido de nitrógeno total de un alimento multiplicado por 6,25; el contenido promedio de nitrógeno (N) de los alimentos es de 16 gramos por cada 100 gramos de proteína, y el cálculo de la PC incluye nitrógeno proteico y nitrógeno no proteico (NNP) (Elizondo, 2020).

Se producen por una constante renovación en el organismo, ya que no son estables en el organismo, debido a que se destruyen se vuelven a sintetizar, es así que debe existir un continuo aporte de aminoácidos, ya que más del 20% de estos no son reutilizables, sino que son destruidos y mediante la orina se elimina el nitrógeno, también existen pérdidas de aminoácidos en las secreciones de nitrógeno fecal, debido al metabolismo intestinal (Murray Robert *et al.*, 2001).

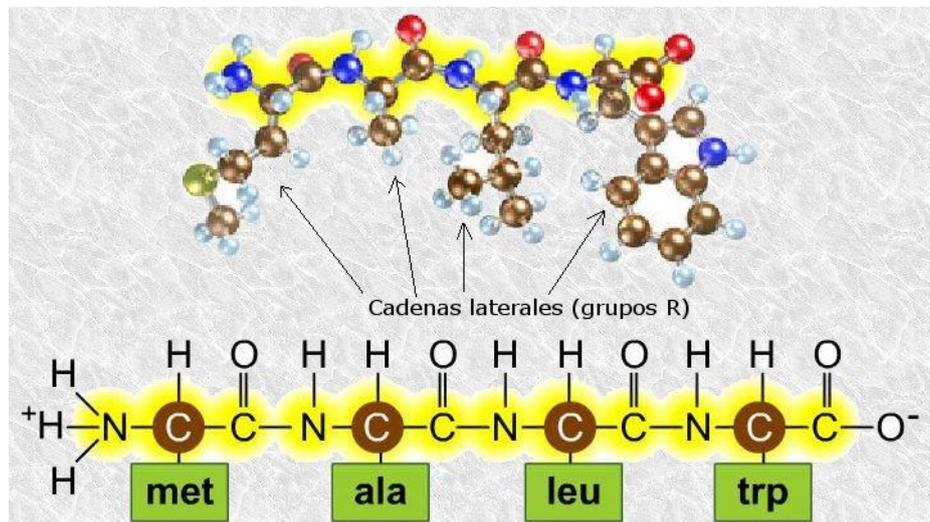
Es un nutriente muy importante para el mantenimiento, el crecimiento y la reproducción de los animales, al ser compuestos muy complejos se encuentran en las células vivas de todo el cuerpo, estas actúan como catalizadores de las reacciones bioquímicas para un buen metabolismo celular (Evonik Industries AG, 2015). Considerando que es necesario 1.25 g de proteína neta por cada kg de peso para el mantenimiento metabólico. Por esta razón para determinar las necesidades nitrogenadas de cada especie se lo realiza mediante la composición de su producción, es así que el contenido de proteína de la leche esta entre 30-90 g/L, los huevos presentan una proteína de 7-8 g (Sharp, 2013)

El nitrógeno por el cual están formados los alimentos se compone por los grupos amino de los aminoácidos, variando en el porcentaje de composición desde un 8% en la tirosina hasta el 32% en la arginina, de aquí que el contenido de nitrógeno que presente una

proteína depende de la composición de cada aminoácido, suponiendo una media del 16% para calcular la cantidad de proteína bruta en los alimentos (Sharp, 2013).

Figura 2

Composición de las proteínas



Nota. Recuperado de (Porto, 2016)

Aminoácidos

Los aminoácidos son la estructura básica de las proteínas, ya que estos constituyen el 17% de los componentes en el cuerpo del ser humano y son necesarias para la ayuda del cumplimiento de las funciones vitales. Cada proteína está conformada por 20 aminoácidos de estos 12 pueden ser sintetizados por el cuerpo y los ocho faltantes son esenciales así, que estos deben ser suministrados en la dieta diaria (Evonik Industries AG, 2015).

Los animales necesitan aminoácidos específicos necesarios en sus rutas metabólicas. Por esta razón son utilizados con mayor frecuencia en la formulación de dietas, para cubrir las necesidades de producción de las diferentes especies, la lisina y la metionina son aminoácidos que habitualmente son analizados en los alimentos de los animales, este análisis se lo realiza mediante analizadores automáticos de aminoácidos (Sharp, 2013).

Clasificación de los aminoácidos

Las proteínas exhiben una amplia gama de estructuras y propiedades debido a su diversidad de cadenas laterales. Como resultado, algunas clasificaciones se sobreponen porque algunos aminoácidos pertenecen a una o más de ellas, poseen diferentes características que las definen como esenciales, semiesenciales y no esenciales (Badui, 2013).

Aminoácidos esenciales

Son aquellos que no pueden ser sintetizados por el organismo por lo que deben ser suministrados al organismo en la ración diaria alimenticia, con esto se consigue obtener un equilibrio de nitrógeno.

Aminoácidos semiesenciales

Son aquellos que no necesariamente son esenciales, pero que en ocasiones deben ser aportados en las dietas, ya que la necesidad de estos en el organismo excede su capacidad de síntesis, su aminoácido esencial se encuentra en cantidades muy pequeñas, y esto puede provocar alteraciones en el metabolismo.

Aminoácidos no esenciales

Son aquellos que pueden ser sintetizados por el organismo principalmente en el hígado y no deben suministrados al organismo en la ración diaria alimenticia, ya que cuentan con intermediarios por transmisión que ayudan a la síntesis de estos aminoácidos.

Tabla 1

Cuadro de clasificación de los aminoácidos por sus características

Aminoácido	Esenciales	No esenciales	Semiesenciales
Alanina		X	
Arginina		X	
Asparagina		X	
Ácido aspártico		X	

Nota. Adaptado de (Badui, 2006)

Tabla 1*Cuadro de clasificación de los aminoácidos por sus características*

Aminoácido	Esenciales	No esenciales	Semiesenciales
Ácido glutámico		X	
Cistina			X
Glutamina		X	
Glicina		X	
Histidina	X		
Isoleucina	X		
Leucina	X		
Lisina	X		
Metionina	X		
Fenilamina	X		
Prolina		X	
Serina		X	
Treonina	X		
Triptófano	X		
Tirosina			X
Valina	X		

Nota. Adaptado de (Badui, 2006)**Proteína ideal**

Cuando se habla de Proteína ideal, se habla de una combinación de las proteínas necesarias para la alimentación, de tal manera que cada uno tiene una proporción limitante de igual manera en especial los aminoácidos esenciales. Lo que indica que ninguno de los aminoácidos puede ser suministrado en exceso en comparación con los demás. Como resultado, se produce una mayor retención de proteína (un aumento en relación al consumo de proteína) y una reducción en la excreción de nitrógeno. Esto gracias a la combinación adecuada de los concentrados proteicos y los aminoácidos cristalinos adicionales. Lo que

implica que se tiene conocimientos de las verdaderas digestibilidades de los aminoácidos (Leclercq, 1998).

Tabla 2

Relación Aminoácido / Lisina Utilizada para Estimar los Requerimientos de Aminoácidos

Aminoácido	Digestible	Total
Lisina	100	100
Metionina	54	53
Metionina + Cistina	98	97
Treonina	77	80
Triptófano	23	23
Arginina	100	96
Glicina + Serina	77	80
Valina	93	93
Isoleucina	78	78
Leucina	122	119
Histidina	29	28
Fenilalanina	65	63
Fenilalanina + Tirosina	118	115

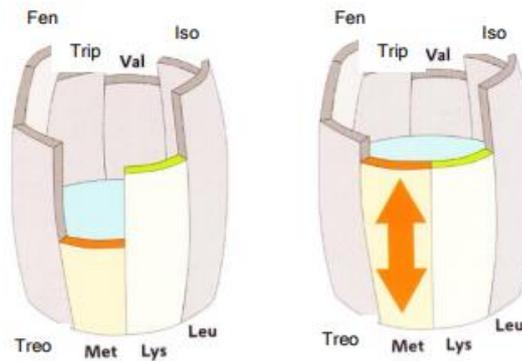
Nota. Recuperado de (Rostagno *et al.*, 2017).

Aminoácido Limitante

Se denomina aminoácido limitante al que se encuentra en una cantidad menor en relación a los requerimientos estándares necesarios. Es importante conocer el aminoácido limitante ya que es el que limita el grado de utilización del resto de los aminoácidos de la proteína en la ración. Si un alimento proporciona la mayoría de los aminoácidos esenciales, pero solo contiene uno o dos para el organismo o se encuentran en escasas o nulas cantidades en algunos alimentos, es dominado aminoácido limitante (Aguilera, 1963).

Figura 3

Barril de Liebig, aminoácido limitante



Nota. Recuperado de (Evonik Industries AG, 2015).

Lípidos

Los lípidos son grupos de compuestos que se componen de carbono, hidrógeno y oxígeno y forman cadenas hidrocarbonadas alifáticas o aromáticas, aunque también pueden contener fósforo y nitrógeno. Por ser malos conductores del calor, el tejido adiposo mantiene la temperatura del organismo estable, lo que los hace naturales aislantes humanos y (Badui, 2006).

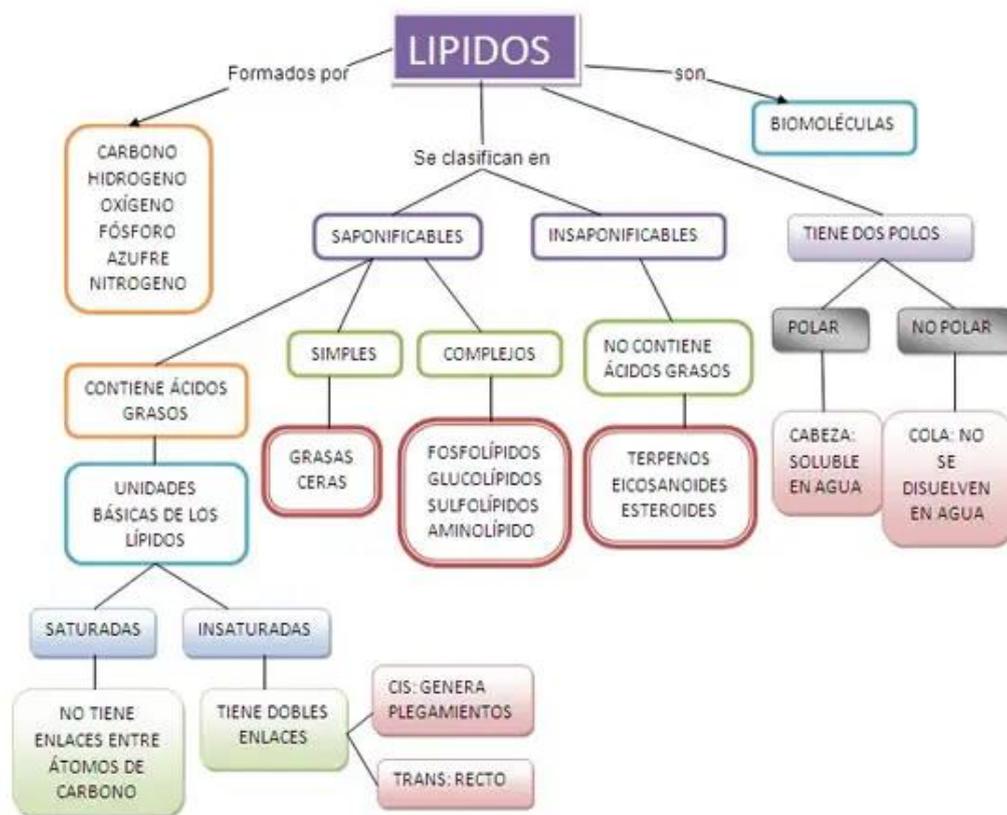
Los lípidos de la dieta se componen principalmente de triglicéridos, también conocidos como grasas, y una pequeña cantidad de lípidos complejos como fosfolípidos, colesterol y otros componentes minoritarios como glicolípidos, ceras y vitaminas liposolubles. Los lípidos de la dieta cumplen una serie de funciones importantes, incluida la fuente de energía metabólica, la creación de componentes estructurales para las membranas celulares, la absorción propia de los triglicéridos y la lubricación de las superficies corporales, el transporte de vitaminas liposolubles (A, D, E y K) y la función de precursores de hormonas y otras moléculas de señalización celular. Estas funciones requieren una variedad de clases de lípidos que difieren mucho en su estructura. Su valor energético es de aproximadamente 9 kcal/g, mientras que los hidratos de carbono y las proteínas tienen solo 4 kcal/g (Gil y Sánchez de Medina, 2004).

Las grasas y los aceites, que se encuentran en los materiales animales y vegetales, son fuentes de energía importantes. Son compuestos orgánicos compuestos por hidrógeno,

carbono y oxígeno y se presentan como ésteres de ácidos grasos. La síntesis y el almacenamiento de grasas como tejido graso permiten al organismo almacenar más energía de la alimentación para su uso posterior. El tejido graso no solo almacena reservas de energía, sino que también aísla el cuerpo, los cojines y los órganos internos. Las grasas también proporcionan ácidos grasos esenciales, por lo que son necesarias para que el organismo funcione correctamente (Evonik Industries AG, 2015).

Figura 4

Clasificación de los lípidos



Nota. Recuperado de (Lorenzo, 2007).

Fibra

Todos los alimentos deben contener una parte estructural de carbohidratos a los cuales los determinamos fibra esta es importante ya que ayuda a mantener un correcto funcionamiento digestivo en los monogástricos herbívoros, pero en el caso de las aves la fibra debe estar presente en mínimas cantidades, debido a que esta especie no tiene la capacidad de digerir altos porcentajes de fibra y ocasiona problemas digestivos. Para

determina la fibra de los alimentos de realiza una doble hidrólisis ácida y alcalina del alimento, aunque no es un buen estimador, se lo realiza debido a que su contenido en los concentrados energéticos es menor al 10% (Sharp, 2013).

Corresponde a la porción total de carbohidratos en el alimento que son resistentes al tratamiento con ácido y álcali, esto ocurre en el análisis de Weende. Debido a que este gran grupo de carbohidratos está compuesto por un conjunto de entidades químicas que carecen de características analíticas comunes, es imposible utilizar un método analítico simple para identificarlo. Por lo tanto, Hennenberg y Sohmann dividieron toda esta fracción en dos grupos: una parte que era insoluble en ácidos y base, conocida como fibra cruda, y otra parte que era soluble, conocida como materias extractivas libres de nitrógeno. No obstante, se descubrió pronto que, en ciertos carbohidratos, una porción se encontraba en la sección de fibra bruta y otra en las materias extractivas de nitrógeno (Grijalva, 2006).

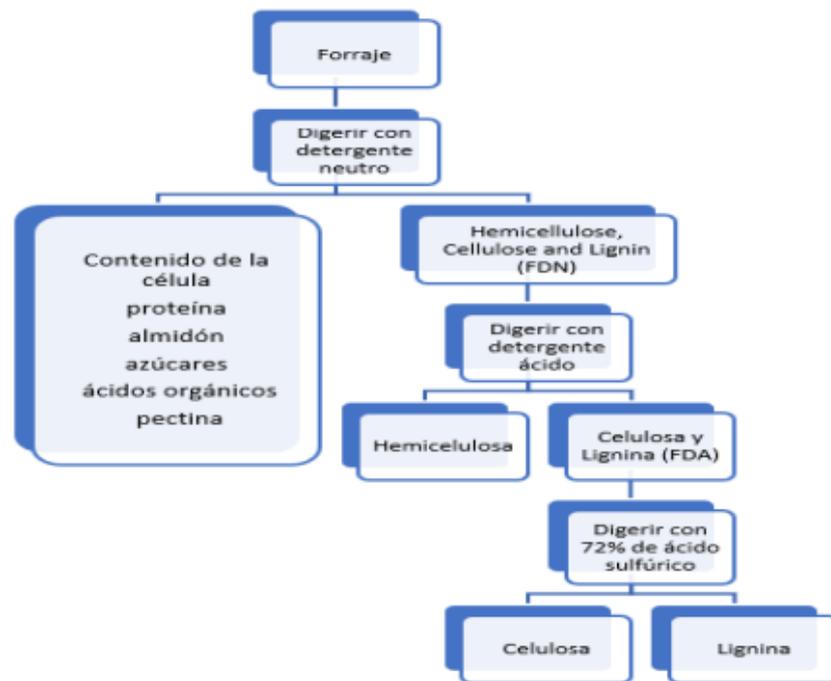
Metodología de Van Soest

Van Soest creó una técnica para identificar los diversos componentes de la pared celular. Esto ayuda en la especificación de las fracciones CF y NFE. La digestión (ebullición) de la muestra de alimentación en una solución de detergente neutra da como resultado la fracción de fibra detergente neutra (NDF). La fibra detergente ácida (ADF), que se forma después de la digestión en una solución con ácido sulfúrico, contiene principalmente celulosa y lignina. Finalmente, las muestras restantes se tratan con un ácido sulfúrico a una concentración aún mayor, lo que provoca la descomposición de la celulosa, que elimina principalmente la lignina. La lignina detergente ácida (ADL) es el nombre de esta fracción. Se puede calcular el contenido de la pared celular de la siguiente manera (Evonik Industries AG, 2015).

- La hemicelulosa = $NDF - ADF$
- La celulosa = $ADF - ADL$

Figura 5

Análisis de los componentes de la pared celular (método de van Soest)



Nota. Recuperado de (Evonik Industries AG, 2015).

Celulosa

Es un polisacárido estructural que se encuentra en todas las plantas. Es considerado el compuesto orgánico más abundante en la naturaleza y es una fuente casi inagotable de glucosa que se renueva continuamente a través de la fotosíntesis. Por lo tanto, los científicos han realizado numerosas investigaciones para aprovecharlo en la obtención de glucosa (Badui, 2006).

Por ser digestible, la celulosa no aparece en gran cantidad en la fibra. Es un polisacárido que se encuentra en las paredes celulares de las plantas y se compone de una cadena de moléculas de glucosa unidas por β 1 (1–4) (Evonik Industries AG, 2015).

Hemicelulosa

Es un polisacárido compuesto por una cadena de diferentes sacáridos (como xilosa y manosa) que se encuentra en la pared celular de las plantas, La fibra cruda contiene una gran cantidad de hemicelulosa (Evonik Industries AG, 2015).

Hace referencia a una amplia gama de polisacáridos con varios tipos de monómeros (heteropolisacáridos) que se encuentran principalmente en la pared celular y difieren significativamente del almidón o la celulosa. Son comúnmente solubles en soluciones alcalinas concentradas entre un 18 a 24% de hidróxidos de sodio o de potasio, tienen una estructura amorfa y funcionan como cementantes en el tejido vegetal (Badui, 2006).

Lignina

La fibra cruda contiene una gran cantidad de lignina. Además de ser indigestible, la lignina reduce la digestibilidad de las sustancias asociadas. Un componente de pared celular complejo e indigestible; químicamente un alcohol (Evonik Industries AG, 2015).

La lignina es el componente más resistente en la acción degradativa, por ser un hetero polímero, de la pared celular de los tejidos vegetales. Es el componente encargado de brindar rigidez, resistencia y la presión hídrica, sirviendo de sostén y almacenamiento a sus células especializadas. Es uno de los principales componentes de la biomasa que es utilizada para obtener productos renovables, y permite identificar a las especies maderables (Soto *et al.*, 2021).

Minerales

El organismo requiere diferentes tipos de minerales los cuales conforman entre el 4-5% de peso del animal, considerando que el 80% de estos se encuentran en el esqueleto, de aquí que existen macrominerales y micro minerales los cuales son necesarios en pequeñas cantidades para un buen funcionamiento del organismo (Sharp, 2013).

Macrominerales

Los minerales son necesarios en cantidades relativamente pequeñas y para una variedad de propósitos. Sin embargo, algunos de ellos, que se consideran macroelementos (Ca, P, Mg, Na, K, Cl y S). Los minerales realizan una variedad de tareas para el organismo. La formación de hueso depende del depósito de Ca, P, Mg y F en la hidroxiapatita. El Ca también se considera un segundo mensajero importante en la comunicación celular. Los electrolitos Na, K y Cl, así como el Ca, Mg, el sulfato y el fosfato, son cruciales para los

gradientes eléctricos y los equilibrios iónico y osmótico, se necesita de (> 1 mg/kg) por dieta (Gil y Sánchez de Medina, 2004).

Micro minerales

“Selenio, hierro, zinc, cobre, yodo, manganeso, cobalto y molibdeno son micro minerales (oligoelementos), necesarios en cantidades relativamente pequeñas” (Evonik Industries AG, 2015). Los micro minerales son partes esenciales y únicas de la estructura de varias metal enzimas, coordinando una variedad de procesos biológicos. Por lo tanto, son cruciales para mantener la salud y el rendimiento productivo de los animales, se debe suministrar (< 1 mg/kg) en dieta (Blanch, 2019).

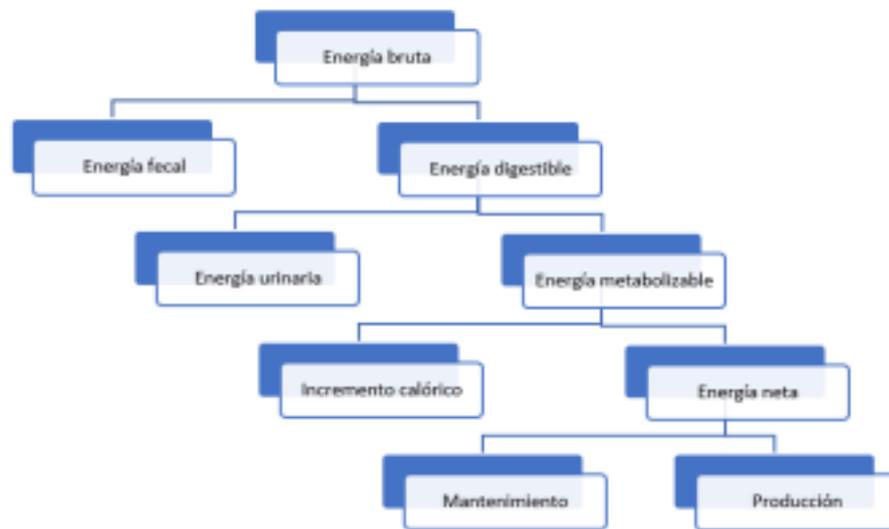
Energía

La energía en la dieta alimenticia es proporcionada mayormente por los carbohidratos y las grasas, estas son las que proveen de la energía necesaria para los diferentes mecanismos metabólicos, movimientos y los diferentes procesos fisiológicos que requieren las aves. La energía es la cantidad de calor liberado por la oxidación de los alimentos, representando así la mayor cantidad que puede obtenerse de un alimento, esta es mediada en kilocalorías o en kilojulios, (1kcal = 4184 kJ) (Sharp, 2013).

Es importante saber el valor energético de alimentos para poder realizar una formulación alimenticia, para poder obtener una formulación óptima para el desarrollo del animal y que sea económicamente accesible. Para evaluar la energía de los alimentos de los animales se lo realiza en base a energía digestible (ED) y la energía metabolizable (EM). Se debe tomar en cuenta que para esto es importante las características que posea cada alimento (Sakomura y Rostagno, 2016).

Figura 6

Sistemas de energía



Nota. Recuperado de (Evonik Industries AG, 2015).

Vitaminas

Las vitaminas son importantes en la ración alimenticia ya que nos asegura un complemento vitamínico razonable en las raciones, es un parámetro que no suele ser analizado debido a que su costo es muy elevado y cuando es analizado se lo realiza mediante la técnica HPLC. Las vitaminas al no ser sintetizadas por el organismo es necesario suministrarlas en las diferentes raciones alimenticias. No existe la posibilidad de que el organismo animal presente una hipervitaminosis debido a que el cuerpo puede tolerar altas dosis de vitaminas, existen dos grupos de vitaminas las liposolubles y las hidrosolubles (Gil y Sánchez de Medina, 2004).

Clasificación de las vitaminas

Liposolubles

Las liposolubles se encuentran relacionadas con el mantenimiento y funcionamiento de los tejidos. Pueden presentar toxicidad debido a su almacenamiento en los depósitos grasos, y esto ocasiona una independencia del aporte que tenga de las vitaminas liposolubles, ya que puede abastecerse de sus reservas si le llegan a faltar. Aquí se

encuentran las vitaminas A, D, E y K y la provitamina p-caroteno que pueden ser disueltas en grasa de ahí su nombre (Evonik Industries AG, 2015).

Hidrosolubles

Las hidrosolubles están relacionadas con los sistemas enzimáticos, las vitaminas hidrosolubles donde se debe tener mayor cuidado con su aporte ya que sus reservas son muy escasas. Aquí se encuentran las vitaminas B1, B2, B6, B12, C y el ácido pantoténico, que al no poder almacenarse en el cuerpo con facilidad deben ser suplementadas constantemente (Evonik Industries AG, 2015).

Aditivos

Los aditivos tienen un objetivo principal que es ayudar a optimizar costos e incrementar la satisfacción en las dietas alimenticias, optimizando el aprovechamiento de cada uno de los nutrientes, provocando de tal manera un incremento en la producción, mejorando las condiciones intestinales de los animales al momento de la digestibilidad de la ración alimenticia (Arrué, 2018).

Los aditivos se sintetizan con fines nutricionales específicos y tienen características distintivas. Los aditivos son sustancias que se agregan a la comida para alterar sus propiedades nutricionales. Algunos aditivos, como aminoácidos, minerales y vitaminas, tienen valores nutricionales. Se agregan para proteger el rendimiento anímico de desequilibrios de nutrientes (Evonik Industries AG, 2015)

El valor nutricional de una dieta es afectado indirectamente por otros aditivos para piensos. La palatabilidad de la dieta, la disponibilidad de ingredientes, la conversión alimenticia y el equilibrio de la microflora intestinal pueden mejorarse mediante la adición de ácidos orgánicos, enzimas (como enzimas fitasas y polisacáridos sin almidón (NSP)) o probióticos (Evonik Industries AG, 2015)

Aditivos Nutricionales

Son aquellos aditivos que al incorporarlos a los piensos ayudan a mejorar su aprovechamiento nutricional. Los aditivos nutricionales son sustancias, microorganismos o productos formulados que se utilizan con frecuencia para mejorar la calidad de los

alimentos, ya sean vegetales o animales. En la nutrición de los rumiantes, se utilizan para mejorar las propiedades productivas y la calidad de varios productos, pero hay que tener en cuenta que el impacto de los aditivos está relacionado con la calidad de la dieta que se le esté proporcionando al animal (Agri News SL., 2022).

Aditivos No nutricionales

Son aquellos aditivos que, al ser añadidos a los alimentos, en pequeñas cantidades en el momento de su producción o almacenamiento, pero no aportan ningún beneficio nutritivo a su dieta, cuya función es la modificación de sus propiedades. Entre ellos están los aditivos zootécnicos (Antibióticos, Probióticos y Prebióticos), tecnológicos (Conservantes y Antioxidantes).

Ácidos grasos Omega 3

Los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPICL) son componentes dietarios que participan en una variedad de procesos fisiológicos. Juegan un papel estructural en los fosfolípidos de las membranas celulares y sirven como sustratos para la síntesis de una variedad de mediadores fisiológicos. Dentro de los AGPICL, encontramos dos grupos principales: los ácidos grasos omega-3 (ω -3) y omega-6 (ω -6), que son ácidos grasos esenciales (AGE) para el ser humano porque se carece de la maquinaria enzimática necesaria para biosintetizarlos (Cardaci, 2018).

La etiqueta " ω " identifica el primer doble enlace más cercano a este grupo químico al identificar el átomo de carbono del grupo metilo terminal del ácido graso (nomenclatura inversa a la IUPAC "International Union of Practical and Applied Chemistry"). El ácido linolénico (C18:3) es el primer exponente de los ácidos grasos omega-3, que puede convertirse en el ácido eicosapentaenoico (C20:5, EPA) y luego en el ácido docosahexaenoico (C22:6, DHA) a través de la vía desaturasa y elongasa. El ácido linoleico (C18:2) es el primer exponente de los ácidos grasos ω -6, y el ácido araquidónico (C20:4, AA) es uno de sus derivados más significativos (Cardaci, 2018).

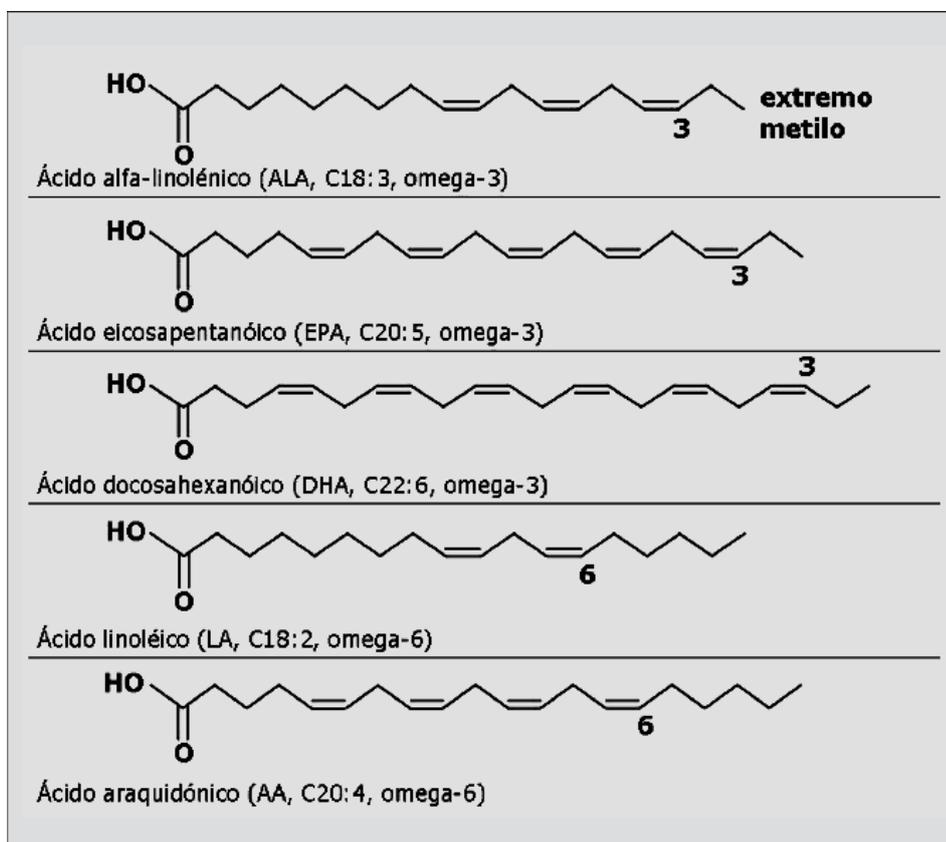
Los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) Omega-3 (n-3) son aquellos que tienen uno de los dos enlaces en el tercer átomo de carbono que comienza en el extremo metilo.

El ácido linolénico (ALA; 18:03 9c, 12c, 15c), el ácido eicosapentaenoico (EPA; 20:05 5c, 8c, 11c, 14c, 17c), el ácido docosahexaenoico (DHA; 22:6 4c, 7c, 10c, 13c, 16c, 19c) y el ácido docosapentaenoico (DPA; 22:5 7c, 10c, 13c, 16c, 19c) son los principales AGPI n-3 en la dieta. Los AGPI n-3 de cadena larga (n-3 CL), como EPA, DHA y DPA, son AGPI n-3 con 20 o más átomos de carbono (Cardaci, 2018).

Los n-3 CL son partes esenciales de las membranas celulares porque realizan numerosas funciones, como la transducción de señales, la unión a enzimas y receptores, la fluidez y la permeabilidad (Bourre *et al.*, 2006). El pescado es una fuente rica de n-3 LC AGPI. La leche humana, las algas marinas, los mamíferos marinos y el krill son otras fuentes naturales. Las proporciones de EPA y DHA: DPA varía entre las diversas fuentes de n-3 LC AGPI, aunque DPA generalmente tiene un componente cuantitativo menor que el EPA y el DHA (Cardaci, 2018).

Figura 7

Estructura de los ácidos grasos Omega 3



Nota. Recuperado de (Ebri, 2013).

Ácido alfa Linolénico (ALA)

El ácido alfa-linolénico, también conocido como ALA (C18:3 ω -3), es un ácido graso esencial que puede alongarse y desaturarse al punto de convertirse en ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPICL ω -3), que cumplen funciones importantes en el organismo, particularmente los ácidos grasos, de aquí se sintetizan de los ácidos grasos docosahexaenoico (C22:6, DHA) y eicosapentaenoico (C20:5, EPA) (Morales *et al.*, 2012).

Ácido eicosapentaenoico (EPA)

El EPA está involucrado en la transferencia de oxígeno del plasma sanguíneo, la síntesis de hemoglobina y la división celular, así como en el mantenimiento de las membranas celulares y el funcionamiento del cerebro. El EPA puede ayudar a reducir la hipertrigliceridemia y las enfermedades inflamatorias (García *et al.*, 2021).

Ácido docosahexaenoico (DHA)

Se ha informado que una de las características del DHA es que ayuda a reducir los niveles de triglicéridos y colesterol LDL y VLDL en sangre. El DHA contribuye a la fluidez de la membrana, la creación de segundos mensajeros y la producción de mediadores antiinflamatorios mediante la regulación de la señalización en estos mediadores. Los receptores activados por proliferadores peroxisomales también están involucrados en este proceso (Gómez *et al.*, 2020).

Materias Primas

Es todo recurso natural que sufre un proceso de transformación, mediante el cual es convertido en un material de consumo. Las materias primas se las utiliza principalmente como fuente de energía, proteína, grasa, además ayudan con el aporte de vitamina, minerales y demás nutrientes que da el soporte a la dieta diaria. Hay que tomar en cuenta que para elegir de una manera correcta una materia prima es necesario, revisar su calidad nutricional debido a que es contraproducente utilizar altos porcentajes de materia prima que posea alto grado de anti nutrientes lo cuales pueden ocasionar problemas digestivos en los animales (Agri News SL, 2022).

Las materias primas se encuentran expuestas a cambios variantes dependiendo de las condiciones que se encuentre el cultivo y de su forma de almacenamiento, también influye sobre esto los procesos a cuáles son sometidas, dentro de las materias primas el nutriente que presenta más variación es la proteína y por esta razón se debe realizar un análisis sistemático de las materias primas que van a ser utilizadas en cada ración, para determinar las mínimas características de calidad que deben cumplir para poder ser utilizadas. Al no ser posible el análisis de las materias primas se puede recurrir a los datos obtenidos en las tablas de composición de los alimentos, teniendo como principales fuentes a las tablas INRA y NRC. Es importante tomar en cuenta los márgenes de seguridad al utilizar dichas tablas ya que no existe una homogeneidad en las partidas de las materias primas, ya que los constituyentes orgánicos de estas tablas varían en $\pm 15\%$, los minerales en $\pm 30\%$, mientras que la energía varía en un $\pm 10\%$ (Mazariegos, 2013).

Es importante entender que al realizar los análisis sistemáticos de las materias primas se eliminan los márgenes de seguridad, consiguiendo así un ahorro en la parte económica, realizando un inventario en el cual se puedan manejar, entradas, salidas y las existencias de las materias primas en el almacenamiento (Mazariegos, 2013).

Clasificación de las materias primas

Es importante abastecer de los nutrientes necesarios a las aves de tal manera que puedan tener una condición sana y pueda mantener una producción adecuada y de buena calidad de huevos. De esta manera existe una clasificación de materias primas que se detallan a continuación;

Energéticos

Maíz

Es la principal fuente energética utilizada en los piensos de aves y cerdos, está presente en una inclusión del 50 al 80%, tiene alta digestibilidad de la materia seca, aunque se debe tener mucho cuidado con respecto a la humedad ya que es un producto muy propenso a retener la humedad (Cardona *et al.*, 2002).

Afrecho de Trigo

El afrechillo de trigo es un subproducto resultado de la molienda realizada tanto de las capas protectoras como de las semillas. Este es importante debido a que aumenta la retención del agua en la masa, contiene la siguiente composición: 12% de humedad, entre el 13 al 18% de proteína, u 3,5 % de grasa y el 56% de energía que comprenden los carbohidratos. Con respecto a la composición química tiene celulosa, hemicelulosa y contiene xilanos, compuestos fenólicos y lignina, los cuales comprenden diferentes concentraciones. Este contiene un 39g de fibra por cada 100g (Aimacaña, 2021).

Grasa vegetal

Es importante al momento de analizar una grasa el valor energético que esta proporciona y su digestibilidad, existen cuatro parámetros determinantes al momento de analizar el valor energético de las grasas que son: su contenido de energía bruta, la cantidad de triglicéridos vs la cantidad de ácidos grasos libres, la insaturación que poseen los ácidos grasos y su longitud. Los cuales son medidos por: su contenido de MIU, la acidez oleica y el porcentaje de AGL, u índice de iodo y la cantidad de ácido linoleico, y el índice de saponificación que esta posea (Mateos *et al.*, 1996).

Proteicos.

Torta de Soya

Al hablar de la soya se habla de la principal fuente de proteína utilizada en la alimentación de aves, por su contenido del 40% al 50% de proteína cruda. Es el suplemento más utilizado especialmente la torta de soya que al ser sometida a un tratamiento térmico se hace más digestible especialmente en animales monogástricos, dando así la proteína un alto valor biológico especialmente en la alimentación de las aves (Echegaray, 2005).

Harina de Pescado

Es el resultado del 40% que corresponden a desechos de los pescados como son aletas, cabeza, escamas, esqueleto, es producida a partir del prensado, después de esto es llevado al secado, y luego a triturar y moler. Posee entre un 54 a 61% de proteína y no contiene carbohidratos por lo que es una excelente fuente de proteína (Gómez *et al.*, 2022).

Harina de Carne

Después del beneficio de vacas, la harina de subproducto de camal vacuno se obtiene de la recolección de desechos o en frigoríficos a partir de huesos y tejidos, que son molidos, cocidos, prensados para extraer la grasa y molidos nuevamente. No contiene sangre, cascos, cuernos, pelos o contenido estomacal. Debe contener al menos el 4% de fósforo (P), el calcio no debe superar las 2,2 veces el nivel de P y la proteína debe tener una solubilidad en pepsina superior al 86% (Cristóbal, 2019)

Proteína asilada de soya

Se trata de la forma más refinada y pura de proteína de soja, como su propio nombre indica. Para obtenerla, se debe realizar un proceso químico que lo separa de la semilla, resultando en un polvo seco con un 90-95 % de proteínas sin carbohidratos ni grasas (WOMENS HEALTH, 2022).

Minerales y Vitaminas.

Calcio

Es un mineral esencial en la dieta de las aves de postura cuya principal función es ser parte de la composición de la estructura ósea, el equilibrio ácido-base y del sistema enzimático, así como también es fundamental para la formación de casaron del huevo es adicionado en las dietas de animales y debe ser suministrada en un porcentaje del 30% fino y 70% grueso para que sea distribuido correctamente en el organismo del ave (Vera y Hidalgo, 2019)

Fosforo

El fósforo es otro mineral importante en la producción de postura para lo cual se ha determinado que el requerimiento que diariamente se necesita en una dieta es de 350 mg a 250 mg, aunque existen investigaciones que demuestran que su requerimiento diario sería menos a 250 mg. Demostrando que con la adición de enzimas fitasas exógenas adicionadas a la ración, ya que esto ayuda a que el fosforo sea mejor utilizado en pollos de engorde y gallinas de postura, otra ventaja es que reduce la eliminación al medio ambiente del fósforo, ya que es mejor aprovechado (González *et al.*, 2002).

Aditivos

Vitaminas

Las vitaminas A, D, E y K, así como la provitamina p-caroteno, son solubles en grasa y fáciles de almacenar en el cuerpo. El ácido pantoténico, las vitaminas B1, B2, B6, B12 y C son solubles en agua. Las vitaminas solubles en agua necesitan ser reabastecidas con frecuencia porque no están bien almacenadas. Debido a su papel similar en el metabolismo, la colina, aunque no es una vitamina real, a menudo se discute junto con las vitaminas solubles en agua (Evonik Industries AG, 2015).

Fitasa

La fitasa es una enzima que ayuda a hidrolizar el ácido fítico existente en las diferentes materias primas y ayuda a liberar fósforo para que este se encuentre disponible para el aprovechamiento del ave, ya que este tiene que unirse a los diferentes minerales como son el calcio, el magnesio o el zinc para formar los fitatos, los cuales son capaces de ligar diferentes aminoácidos, carbohidratos, proteínas o grasas que ayudan a un mejor funcionamiento en el organismo (Godoy, 2003).

Aminoácidos sintéticos

Los aminoácidos sintéticos son muy importantes en la elaboración de alimentos para las dietas de las aves, ya que estos ayudan a suplementar las dietas provocando de esta manera utilizar niveles más bajos de proteína bruta, con lo que se intenta obtener menos cantidades de nitrógenos excretado al ambiente. No es analizado su aporte energético debido a que su aporte es bajo y son adicionados en cantidades pequeñas, pero es importante saber cuáles son los aminoácidos sintéticos que pueden ser adicionados a las dietas debido a que se debe tomar en cuenta al momento de formular la dieta y además que esta ayuda a suplementar las deficiencias de proteínas naturales que existieran (Patarón, 2014).

Materias primas que aportan Omega 3

Linaza

La semilla de linaza es rica en una variedad de componentes, incluyendo fibra, aminoácidos como la alanina, arginina y lisina, que son esenciales para la ingesta diaria tanto de animales como de humanos; proteína, grasa, vitaminas, minerales y lípidos, donde se destacan los ácidos grasos poliinsaturados, que han sido utilizados en la alimentación humana y animal en los últimos años debido a sus múltiples beneficios. La semilla del lino, rica en ácidos grasos, mejora la inmunidad y la salud cardiovascular (Alba, 2018).

Es muy utilizada la semilla de linaza como principal producto para obtener huevos con omega 3. Se puede agregar semilla de linaza a la dieta de aves de postura como suplemento de fuente de ácidos grasos insaturados o como fuente de omega 3, en niveles del 5% al 10% (Meza, 2018).

Tabla 3

Valoración nutricional en la semilla de Linaza canadiense

Aminoácido	Aminoácido en Alimento (%)			
	Media	CV	Min	Máx.
Lisina	0.87	5.1	0.76	0.91
Metionina	0.41	4.7	0.37	0.43
Cistina	0.42	6.7	0.35	0.44
Metionina + Cistina	0.83	5.6	0.72	0.87
Treonina	0.83	5.4	0.71	0.86
Triptófano				
Arginina	2.29	8.9	1,78	2.43
Isoleucina	0.96	6.9	0.81	1.04
Leucina	1.33	6.4	1.13	1.4
Valina	1.14	6.5	0.96	1.21
Histidina	0.48	6.6	0.4	0.51

Nota. Adaptado de (Fickler *et al.*, 2016).

Tabla 3*Valoración nutricional en la semilla de Linaza canadiense*

Aminoácido	Aminoácido en Alimento (%)			
	Media	CV	Min	Máx.
Fenilalanina	1.07	7.2	0.88	1.13
Tirosina				
Glicina	1.34	5.4	1.17	1.41
Serina	1.05	6.9	0.87	1.1
Prolina	0.83	5.9	0.71	0,87
Alanina	1.01	5.8	0.87	1.06
Ácido Aspártico	2.17	7.6	1.71	2.29
Ácido glutámico	4.61	8.2	3.67	4.88
Proteína Cruda	24.7	8.7	19.1	25.7
Materia seca	88			

Nota. Adaptado de (Fickler *et al.*, 2016).**Tabla 4***Valoración de ácidos Omega 3 en la semilla de Linaza canadiense*

Contenido de Ácidos Omega 3			
Ácido linolénico (%)	55.3	±	0.18
Ácido linoleico (%)	16.23	±	0.18

Nota. Adaptado de (Fickler *et al.*, 2016).**Chía**

La semilla de chía contiene mayor cantidad de proteína y aceite que otros granos, lo que la hace una fuente de alimento atractiva para naciones en desarrollo, su aceite contiene una gran cantidad de ácido linolénico omega-3, que es vital para la dieta y efectivo para reducir las enfermedades cardiovasculares. Los antioxidantes naturales de su aceite protegen los alimentos de los procesos oxidativos, el mucílago de la testa de la semilla es un polisacárido beneficioso porque es una fibra soluble y saludable (Hernández y Miranda, 2008)

Cuando se agrega semilla de chía a la dieta de gallinas, se reducen los ácidos grasos saturados y el colesterol del huevo, y los aceites esenciales pueden usarse en la industria de saborizantes y fragancias (Hernández y Miranda, 2008)

Tabla 5

Valoración nutricional de semillas de chía

Aminoácido	g/16 g N
Lisina	4.44
Metionina	0.36
Cistina	1.47
Treonina	3.43
Triptófano	-
Arginina	8.9
Isoleucina	3.21
Leucina	5.89
Valina	5.1
Histidina	2.57
Fenilalanina	4.73
Tirosina	2.75
Glicina	4.22
Serina	4.86
Prolina	4.4
Alanina	4.31
Ácido Aspártico	7.64
Ácido glutámico	12.4
Total	80.64

Nota. Adaptado de (Dávila y Dávila, 2018).

Tabla 6

Valoración de ácidos Omega 3 de semillas de chía

Contenido de ácidos Omega 3	
Ácido linolénico (%)	51.82 ± 1.19
Ácido linoleico (%)	19.36 ± 0.16

Nota. Adaptado de (Dávila y Dávila, 2018).

Canola

El aceite de canola se valora tanto por sus grasas mono y polinsaturadas como por sus grasas saturadas y trans. El porcentaje de grasa saturada es bajo (7%), lo que equivale a la mitad de lo que contienen los aceites de oliva, soya y maíz, y tiene un alto porcentaje de ácidos grasos Omega 3 (11%). Además, el aceite de canola tiene un alto contenido en grasa monoinsaturada (61%) y es una buena fuente de vitaminas E y K. Debido a que es de origen vegetal, no contiene colesterol y no contiene grasas trans. El perfil de grasa beneficioso, el alto punto de humo, la textura ligera y el sabor neutro son características del aceite de canola (Jowett, 2015).

Tabla 7

Valoración nutricional de aceite de canola

Contenido de ácidos Omega 3	
Ácido linolénico (%)	9.5
Ácido linoleico (%)	18.7

Nota. Adaptado de (Rostagno *et al.*, 2017).

Gallina Lohmann Brown

Esta línea es el resultado de los cruces entre las razas Leghorn blanca (hembra) y Warren rojo (macho), que, a su vez, bajo presiones de selección durante varios años, ha dado como resultado esta ponedora que hoy en día lidera el mercado mundial (Paucar, 2016).

Es una gallina muy ligera con una cresta recta roja intensa y una piel y patas amarillentas intensas. Su cuerpo es esbelto y de color marrón con tonos blancos. Debido a

su alta capacidad de poner huevos, teniendo huevos de gran tamaño con cáscaras de una pigmentación y dureza únicas, se la denomina con fuerte impacto económico y productivo para cualquier tipo de galpón, sea industrial o doméstico. Comparado con otras especies de gallinas ponedoras, necesita menos alimento diario (Paucar, 2016).

Requerimientos Nutricionales

Tabla 8

Niveles recomendados para ponedoras lohmann brown-classic Fase 3 por kg de alimento para diferentes consumos diarios para postura de huevos marrones

Nutriente	Requerimiento g/ave/día	Consumo alimento diario a 120g
Energía Metabolizable kcal/Kg	322	113,2
Proteína Bruta (%)	17	14,2
Calcio (%)	4,5	3,75
Fosforo disponible (%)	0,38	0,32
Potasio (%)	0,16	0,17
Cloro (%)	0,18	0,15
Sodio (%)	0,18	0,15
Lisina digestible (%)	0,77	0,64
Metionina Digestible (%)	0,39	0,32
Metionina + Cisteína (%)	0,69	0,68
Treonina (%)	0,54	0,45
Triptófano (%)	0,17	0,14
Arginina (%)	0,8	0,67
Valina (%)	0,67	0,56
Balance Electrolítico.	18,20	15,11

Nota. Adaptado de (Lohmann Breeders, 2020).

Métodos de Formulación a Costo Mínimo

Programación Lineal

Para optimizar el rendimiento o la eficiencia de un sistema, se utiliza la programación lineal, una técnica matemática. La planificación, la asignación de recursos y la toma de decisiones son áreas en las que se utiliza ampliamente esta técnica. El objetivo de un problema de programación lineal es encontrar el valor máximo o mínimo de una función objetivo, como maximizar las ganancias de una empresa o minimizar los costos de producción de un producto. La función objetivo está sujeta a restricciones, como la cantidad de recursos disponibles para producir el producto o el presupuesto disponible para la empresa (Ortega, 2023).

La fórmula general para la programación lineal es la ecuación 1, que se muestra a continuación. Expresa lo que se desea lograr y se limita con restricciones mínimas o máximas (Ostorga, 2021).

Ecuación 1:

$$\begin{aligned} & \text{Optimizar } f(x_1, \dots, x_n) \\ & \text{Sujeto a: } g(x_1, \dots, x_n) \in S_1 \end{aligned}$$

Donde:

(x_1, \dots, x_n) : es el conjunto de variables de decisión.

$f(x_1, \dots, x_n)$: función objetivo, usualmente de maximizar o minimizar.

$g(x_1, \dots, x_n) \in S_1$: restricción (es) o límite (s) del problema.

El objetivo de un modelo de programación lineal de minimización es mostrar la relación lineal entre las restricciones y las variables de decisión con el objetivo de obtener el valor más bajo que cumpla con todas las restricciones (Ostorga, 2021).

Ecuación 2:

$$\begin{aligned} & \text{Minimizar (min)} \quad Z = c_1X_1 + c_2X_2 + \dots + c_nX_n \\ & \text{Sujeto a:} \quad a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1 \\ & \quad \quad \quad a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{cccc}
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 a_{1m}X_1 + a_{2m}X_2 + \dots + a_{nm}X_n \leq b_m \\
 X_1 \geq 0, X_2 \leq 0, X_n \geq 0
 \end{array}$$

Donde:

$Z = c_1X_1 + c_2X_2 + \dots + c_nX_n$: función objetivo

c_i : costo de cada unidad de $X_i (i = 1, \dots, n)$

X_i : Variable de decisión

b_j : restricciones del límite del modelo ($j = 1, \dots, m$)

a_{ij} : coeficiente técnico

Ecuaciones de Predicción

Son ecuaciones matemáticas desarrolladas en base a diferentes propuestas de dietas para animales con el fin de encontrar lo ideal requerido por el animal de acuerdo a su desempeño, entre estas tenemos las siguientes:

Ecuación de Proteína ideal

La ecuación para la Proteína ideal necesaria en una dieta alimenticia fue calculada bajo la digestibilidad estandarizada de la lisina en media del 89 %, se calculó el requerimiento total de lisina de las gallinas ponedoras. La estimación de la cantidad diaria de lisina digestible estandarizada utilizando ecuaciones permite la flexibilización de los requisitos, ya que ahora hay varios requisitos según el desempeño y el consumo de ración de las gallinas de postura. Se debe evitar los niveles excesivos de proteínas y aminoácidos. (Rostagno *et al.*, 2017).

$$Lis. Dig_{(g/ave/día)} = 0.07 P^{0.75} + 0.020 G + 0.0124 Huevo$$

Donde:

$P =$ Peso Corporal (kg)

$G =$ Ganancia de peso (g/ave/día)

$$Huevo = Masa del huevo (g huevo/ave/día) = \frac{\%postura}{100} * peso huevo.$$

Ecuación de Energía Metabolizable

La ecuación de la EM para gallinas de postura fue diseñada considerando parámetros fáciles de medir, como el peso vivo, la ganancia de peso y la productividad (masa de huevo). Para facilitar su uso, se simplifica el efecto de la temperatura sobre el requerimiento de EM. Sin embargo, debe aplicarse solamente dentro de ciertos límites de temperatura media diaria, por encima o por debajo de la temperatura de confort (aproximadamente $\pm 6^{\circ}\text{C}$), ya que valores más altos pueden afectar el desempeño y sobreestimar las correcciones de consumo y niveles nutricionales (Rostagno *et al.*, 2017).

$$EM_{(kcal/ave/día)} = 113P^{0.75} + 6.68 G + 2.4 \text{ Huevo}$$

$$\text{Corrección por temperatura} = 2.6 P^{0.75} (TN - T)$$

Donde:

P = Peso Corporal (kg)

G = Ganancia de peso (g/ave/día)

Huevo = Masa del huevo (g huevo/ave/día) = $\frac{\%postura}{100} * \text{peso huevo}$.

T = Temperatura media ($^{\circ}\text{C}$)

TN = Temperatura termo neutra ($^{\circ}\text{C}$) = 20°C

Ecuación de Fosforo

Para encontrar la ecuación que mide la necesidad de fósforo de las gallinas de postura, se utilizó un método similar al de la lisina. Los requerimientos de fósforo se utilizaron para calcular la cantidad de fósforo (disponible y digestible estandarizado) por kg de ganancia de peso de las aves en las diferentes fases de crecimiento. Las ecuaciones obtenidas para estimar el requerimiento de fósforo y la relación Ca:P (Rostagno *et al.*, 2017).

$$Y_{(gP \text{ dig./día})} = 0.026 P^{0.75} + 5.0 G$$

Donde:

P = Peso Corporal (kg)

$$g P \frac{dig}{kg} Ganancia = 5.0$$

$G = Ganancia\ diaria\ (kg)$

Relación Ca Total: PDigestible Recomendada 2,35

Nutrion 11.00

¿Qué es?

“Es el sistema de formulación de alimentos balanceados que piensa en los nutriólogos y ofrece, además de la fórmula de costo óptimo, un gran número de funciones que facilitan el complejo proceso de la formulación”. Nutrion es un sistema computarizado que permite la formulación de alimentos balanceados (piensos) y raciones para cualquier especie animal al costo más bajo posible. Se lanzó NUTRION, la primera versión en PC del sistema operativo MS-DOS, después de haber pasado por varias plataformas de la época (Nutrion, 2022).

¿Cómo funciona?

Para que Nutrion funcione correctamente, necesita un usuario que tenga conocimientos suficientes en nutrición animal, así como una matriz de ingredientes y nutrientes que coincida lo más posible con las materias primas utilizadas para la producción de alimentos (Nutrion, 2022).

- Computadora tipo PC.
- Sistema operativo Windows de 32 ó 64 bits, en sus versiones Vista, 7, 8, 10 y 11.
- 500 Mb de espacio libre en disco.
- Monitor.
- Dispositivo apuntador (ratón).
- Permisos de administrador en Windows

CAPITULO III

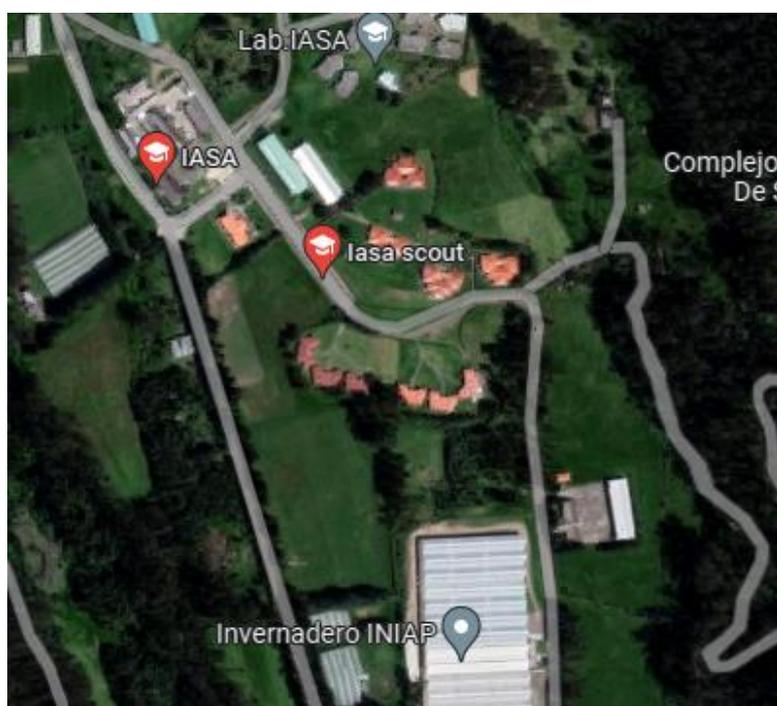
METODOLOGÍA

Ubicación de lugar de investigación

La presente investigación fue realizada en la Hacienda “El Prado” – IASA I de la Universidad de las Fuerzas Armadas, en la planta de concentrados, la cual está ubicado en el barrio de San Fernando del cantón Rumiñahui de la provincia de Pichincha. Su ubicación geográfica está ubicada a una longitud de 78°24'44” E y una latitud de 0°23'20” S, con una altura de 2748 m.s.n.m.

Figura 8

Ubicación IASA 1 planta de concentrados



Nota. Adaptado de (Google maps, 2023)

Materiales

- Molino industrial
- Molino de granos corona
- Mezcladora
- Balanza
- Programa de software Nutrion 11.

- Matrices de las dietas formuladas.

Materias Primas

- Maíz
- Torta de soya
- Afrecho de trigo
- Aminoácidos sintéticos
- Calcio (grueso y fino)
- Fósforo
- Vitaminas
- Minerales
- Sal
- Enzimas digestivas
- Antimicótico

Metodología

La presente investigación fue realizada para determinar el efecto de diferentes materias primas que en su composición contienen ácidos grasos Omega 3, los mismos que al ser utilizado en la formulación de alimentos concentrados, se espera que aporten de forma significativa de Ácidos de Omega 3, a la dieta y por procesos de tipo fisiológicos, esto se vean transportados hacia los ovarios y depositados en las yemas que luego se encontraran en los huevos de gallinas productoras de huevo comercial.

El trabajo se realizó en la planta de alimentos concentrados de la carrera de ingeniería agropecuaria. Para lo cual se dispuso de las materias primas linaza chía y aceite de Canola, como fuentes de omega 3, adicionalmente se contó con fuentes de energía (maíz, afrecho, grasa vegetal), fuentes de proteína (pasta de soya, harina de carne) Aminoácidos sintéticos, premezclas vitaminas y minerales, adicionalmente se dispuso de aditivos no nutricionales y un pool enzimático.

El paso subsiguiente con las materias primas disponibles se procedió a la investigación bibliográfica de la composición proximal en bibliografía especializada, para la determinación del contenido de ácidos grasos Omega 3; con esa información se procedió a la realización de las respectivas matrices nutricionales de cada uno de las materias primas. Una vez que se contó con las matrices se procedió a la formulación y modulación de las dietas. Mismas que fueron isoenergéticas, isoprotéicas e hizo fosfóricas para cubrir los requerimientos nutricionales a la edad con que al momento contaban.

El proceso de formulación Se realizó con la ayuda del software NUTRION 11. Dietas que fueron calculadas bajo el concepto de proteína ideal y al costo mínimo. La elaboración del alimento se, realizó en la planta de alimentos concentrados. Una vez por semana siguiendo los procesos de control de calidad y protocolos establecidos para la manufactura, la inclusión de materias primas que aportan Omega 3 para incluirla en la dieta. La linaza fue molida, en cambio la chía fue añadida entera.

Tabla 9

Matriz de mantenimiento de nutrientes de Linaza

NOMBRE: Linaza.		PRECIO: \$1.50
COD	NUTRIENTE	CANT.
1	E.M. AVES (MC/KG)	3.73
21	PROTEINA TOTAL (%)	22
27	NITROGENO NO PROTEICO (%)	34.7
55	TREONINA (%)	3.64
63	ARG. DIG. AVES (%)	9.07
64	LIS. DIG. AVES (%)	4.13
65	MET. DIG. AVES (%)	1.74
66	MET + CIS DIG. AVES (%)	3.42
67	TRI. DIG. AVES (%)	1.46

Nota. Autoría propia

Tabla 9*Matriz de mantenimiento de nutrientes de Linaza*

68	TRE. DIG. AVES (%)	3.64
69	HIS. DIG. AVES (%)	2.18
70	ISO. DIG. AVES (%)	4.06
71	LEU. DIG. AVES (%)	5.97
72	FEN. DIG. AVES (%)	4.65
75	VAL. DIG. AVES (%)	4.88
125	DHA (DOCOSAEXANOICO) (%)	0.33
127	EPA (ACIDO EICOSAPENTAENOICO) (%)	0.33
130	ALA (ALFA LINOLENICO) (%)	61.9
133	AL (ACIDO LINOLEICO) (%)	16.23

Nota. Autoría propia

En la tabla 8 se muestra la matriz nutricional de la linaza la cual fue realizada en el programa Nutrion 11, después de haber recopilado información bibliográfica de metadatos nutricionales, de las diferentes bases de datos, dichas matrices fueron primordiales para realizar las dietas de mantenimiento.

Tabla 10*Matriz de mantenimiento de nutrientes de Chía*

NOMBRE: CHIA		PRECIO: \$6,30
COD	NUTRIENTE	CANT
1	E.M. AVES (MC/KG)	5.5
2	E.M. VERDADERA (MC/KG)	5.75
21	PROTEINA TOTAL (%)	19.9
35	GRASA (%)	26.9
38	CENIZAS (%)	4.5
39	HUMEDAD (%)	6.2

Nota. Autoría propia

Tabla 11*Matriz de mantenimiento de nutrientes de Chía*

43	FOSFORO TOTAL (%)	0.92
45	CALCIO (%)	0.82
108	POTASIO (%)	0.7
130	ALA (ALFA LINOLENICO) (%)	51.82
133	AL (ACIDO LINOLEICO) (%)	19.36

Nota. Autoría propia

En la tabla 9 se muestra la matriz nutricional de las semillas de chía la cual fue realizada en el programa Nutrion 11, después de haber recopilado información bibliográfica de metadatos nutricionales, de las diferentes bases de datos, dichas matrices fueron primordiales para realizar las dietas de mantenimiento.

Tabla 12*Matriz de mantenimiento de nutrientes de Aceite de Canola*

NOMBRE: Aceite de Canola.		
PRECIO: \$3.20		
COD	NUTRIENTE	CANT
	E.M. AVES (MC/KG)	8.8
130	ALA (ALFA LINOLENICO) (%)	9
133	AL (ACIDO LINOLEICO) (%)	20.5
128	OMEGA -3 (%)	9

Nota. Autoría propia

En la tabla 10 se muestra la matriz nutricional del aceite de canola la cual fue realizada en el programa Nutrion 11, después de haber recopilado información bibliográfica de metadatos nutricionales, de las diferentes bases de datos, dichas matrices fueron primordiales para realizar las dietas de mantenimiento.

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

Mediante la determinación de las matrices de los diferentes alimentos evaluados en base a la inclusión de nuevas materias primas, se obtuvieron dietas que compensan las necesidades nutricionales de mantenimiento y producción de huevo marrón para las gallinas de la línea Lohmann Brown-classic obteniendo así cada una de estas dietas que fueron elaboradas en base al concepto de costo mínimo. La formulación de la dieta testigo (tabla 11) representa la dieta convencional suministrada a las aves en el taller de avicultura.

Tabla 13

Dieta de Mantenimiento para Ponedoras (Testigo)

Fórmula:		OMEGA-3 - TESTIGO		
Costo:	\$	550.10	Peso: 1.001,010	Cto x Ton: \$ 550.10
Cod	Ingrediente	Precio	Peso	
7	MAIZ, GRANO 7.86%	\$ 0.45	537,000	
266	SOYA 46%	\$ 0.80	195,000	
440	CARBONATO DE CALCIO 38%	\$ 0.08	103,000	
167	SALVADO DE TRIGO	\$ 0.34	90,000	
	ATRAPANTE DE TOXINAS			
9	ARCILLA	\$ 0.85	30,600	
522	ACEITE DE SOYA	\$ 1.40	23,000	
18	OSMEQ 140	\$ 1.00	4,824	
500	METIONINA 99%	\$ 2.65	3,900	
503	LISINA HCL	\$ 1.90	3,200	
507	TREONINA	\$ 1.80	2,003	
469	VIT. POS AVES	\$ 3.00	2,000	
8	ANTIMICOTICO	\$ 3.00	2,000	
19	VALINA	\$ 6.50	1,320	

Nota: Autoría Propia

Tabla 12*Dieta de Mantenimiento para Ponedoras (Testigo)*

460	SAL	\$	0.15	1,100
420	FOSFATO 21/17	\$	0.65	1,000
29	TRIPTOFANO	\$	8.00	0,533
5	ENZIMA CARBOHIDRASA 0.1 KG	\$	18.00	0,300
27	OPTIPHOS FITASA 10.000 A 50G/T	\$	-	0,200
Análisis Calculado				
1	EM. AVES	MC/KG		2,880

Nota: Autoría Propia

Las dietas con inclusión de chíá, linaza y aceite de canola están valoradas en base a la obtención de ácidos grasos omega 3 y enriquecimiento del huevo por medio del incremento de ácidos grasos en la yema.

La dieta con inclusión de chíá al 5% en la formulación por tonelada tiene un costo por tonelada de \$609,72 (tabla 12) con un aporte de este alimento de 30 Kg por cada tonelada con un precio de \$6,30 el kilogramo de esta semilla.

Tabla 14*Dieta de Mantenimiento para Ponedoras (Chía)*

Fórmula:		OMEGA-3 – CHÍA		
Costo:	\$	609.72	Peso: 1.000,010	Cto x Ton: \$ 609.72
Cod	Ingrediente	Precio	Peso	
7	MAIZ, GRANO 7.86%	\$ 0.45	535,780	
266	SOYA 46%	\$ 0.80	195,466	
440	CARBONATO DE CALCIO 38%	\$ 0.08	102,376	
167	SALVADO DE TRIGO	\$ 0.34	95,085	
103	CHÍA	\$ 6.30	30,000	
ATRAPANTE DE TOXINAS				
9	ARCILLA	\$ 0.85	2,000	

Nota. Autoría propia

Tabla 13*Dieta de Mantenimiento para Ponedoras (Chía)*

522	ACEITE DE SOYA	\$	1.40	20,000
18	OSMEQ 140	\$	1.00	4,396
500	METIONINA 99%	\$	2.65	3,877
503	LISINA HCL	\$	1.90	2,043
507	TREONINA	\$	1.80	1,214
469	VIT. POS AVES	\$	3.00	2,000
8	ANTIMICOTICO	\$	3.00	2,000
19	VALINA	\$	6.50	1,303
460	SAL	\$	0.15	1,431
29	TRIPTOFANO	\$	8.00	0,529
	ENZIMA CARBOHIDRASA 0.1			
5	KG	\$	18.00	0,300
	OPTIPHOS FITASA 10.000 A			
27	50G/T	\$	-	0,200
Análisis Calculado				
1	EM. AVES	MC/KG		2,850

Nota. Autoría propia

La dieta con inclusión de semillas de linaza al 3% más aceite de canola al 2% tiene un costo de \$542,06 por tonelada (tabla 13), con 30,063 kilogramos de linaza por tonelada de alimento, con un costo de \$1,50 el kilogramo respectivamente.

Esta dieta reemplaza el aceite de soya que es la materia prima principal utilizada en las dietas de gallinas de postura del 3% al 7% por el aceite de canola con inclusión del 2%, es decir, se quita por completo el aporte del aceite de soya y se incluye el aceite de canola en la dieta con 20,072 kilogramos con tonelada y con un costo de \$3,20 por kilogramo de este producto.

Tabla 15*Dieta de Mantenimiento para Ponedoras (Linaza + Aceite de Canola)*

Fórmula:		OMEGA-3 - LINAZA – CANOLA	
Costo:	\$ 542.06	Peso: 1.000,010	Cto x Ton: \$ 542.06
Cod	Ingrediente	Precio	Peso
7	MAIZ, GRANO 7.86%	\$ 0.45	505,058
266	SOYA 46%	\$ 0.80	200,420
440	CARBONATO DE CALCIO 38%	\$ 0.08	103,216
167	SALVADO DE TRIGO	\$ 0.34	102,252
102	LINAZA	\$ 1.50	30,063
ATRAPANTE DE TOXINAS			
9	ARCILLA	\$ 0.85	7,716
104	ACEITE DE CANOLA	\$ 3.20	20,042
18	OSMEQ 140	\$ 1.00	3,648
500	METIONINA 99%	\$ 2.65	2,806
503	LISINA HCL	\$ 1.90	0,200
507	TREONINA	\$ 1.80	0,018
469	VIT. POS AVES	\$ 3.00	2,004
8	ANTIMICOTICO	\$ 3.00	2,004
460	SAL	\$ 0.15	2,004
OPTIPHOS FITASA 10.000 A			
27	50G/T	\$ -	0,200
29	TRIPTOFANO	\$ 8.00	0,046
ENZIMA CARBOHIDRASA 0.1			
5	KG	\$ 18.00	0,301
Análisis Calculado			
1	EM. AVES	MC/KG	2,850

Nota. Autoría propia

La dieta con inclusión de semillas de linaza al 5% tiene un costo de \$550,00 por tonelada, con un aporte de 30 kilogramos de esta semilla por tonelada, teniendo un costo

de \$1,50 el kilogramo, teniendo una inversión total de \$45,00 en semillas de linaza para la elaboración de esta dieta.

Tabla 16

Dieta de Mantenimiento para Ponedoras (Linaza)

Fórmula:		OMEGA-3 – LINAZA			
Costo:	\$	550.00	Peso: 1.001,010	Cto x Ton:	\$550.00
Cod	Ingrediente		Precio	Peso	
7	MAIZ, GRANO 7.86%		\$ 0.45	537,000	
266	SOYA 46%		\$ 0.80	195,000	
440	CARBONATO DE CALCIO 38%		\$ 0.08	103,000	
167	SALVADO DE TRIGO		\$ 0.34	90,000	
102	LINAZA		\$ 1.50	30,000	
9	ATRAPANTE DE TOXINAS ARCILLA		\$ 0.85	2,000	
522	ACEITE DE SOYA		\$ 1.40	23,000	
18	OSMEQ 140		\$ 1.00	4,824	
500	METIONINA 99%		\$ 2.65	3,900	
503	LISINA HCL		\$ 1.90	3,200	
507	TREONINA		\$ 1.80	2,003	
469	VIT. POS AVES		\$ 3.00	2,000	
8	ANTIMICOTICO		\$ 3.00	2,000	
19	VALINA		\$ 6.50	1,320	
460	SAL		\$ 0.15	1,100	
420	FOSFATO 21/17		\$ 0.65	1,000	
29	TRIPTOFANO		\$ 8.00	0,533	
5	ENZIMA CARBOHIDRASA 0.1 KG		\$ 18.00	0,300	
27	OPTIPHOS FITASA 10.000 A 50G/T		\$ -	0,200	
Análisis Calculado					
1	EM. AVES		MC/KG	2,880	

Nota. Autoría propia

Discusión

Materias primas energéticas

Las cuatro dietas elaboradas toman como materia prima principal a los granos de maíz al 7,86% en dietas de aves y cerdos debido a su alta digestibilidad y alto valor energético, los valores de inclusión de esta materia prima están en 53,7% para las dietas

testigo (Tabla 11) y con inclusión de linaza al 5% (tabla 14), 53,5% para la dieta de chía al 5%(Tabla 12) y 50,5% para la dieta de inclusión de linaza al 3% y aceite de canola al 2% (tabla 13), porcentajes que se encuentran dentro del rango permitido que están en el orden 65% aportando hasta con 2742 kcal/kg de energía metabolizable para este porcentaje (Rostagno et al., 2017), siendo la energía un factor determinante para la nutrición animal, Ticona (2019) menciona que está relacionada con el consumo de alimento y es utilizada en diversos procesos metabólicos de mantenimiento y hasta podría maximizar las características productivas de la especie es por ello que sin la inclusión de materias primas de aporte energético la producción se puede ver afectada como lo indica Wenham (2021) en su estudio donde las aves de la línea Hy Line White de 73 semanas de edad que fueron alimentadas con dietas que no contenían maíz en su composición disminuyeron los porcentajes de postura y su conversión alimenticia fue mayor respecto a la dieta control con inclusión de este grano al 69,29%.

La inclusión de afrecho de trigo en las dietas elaboradas se encuentran en el 9% para las dietas testigo (tabla 11) y con inclusión de linaza 5% (tabla 14), de 9,58% para la dieta de chía (tabla 12) y 10,22% para la dieta con inclusión de linaza más aceite de canola, porcentajes adecuados ya que debe encontrarse en el rango de 6% a 15% de inclusión en la dieta (Rostagno et al., 2017),este ingrediente proporciona 39g de fibra por cada 100g de afrecho (Aimacaña, 2021), favoreciendo el consumo de alimento balanceado como lo establece Gallardo (2021) en su estudio con pollos de engorde donde el mayor consumo de alimento se dio en la séptima y octava semana con los alimentos que tuvieron 4% de inclusión de salvado de trigo en la dieta.

Las fuentes de grasa en las dietas testigo, semillas de chía y semillas de linaza están basadas en aceite de soya teniendo una inclusión de 2,3% en las dietas testigo y linaza al 5% de inclusión y 2% en la dieta con inclusión de chía; a diferencia de la inclusión de aceite de canola que se establece en la dieta teniendo 2% por tonelada de alimento, porcentajes menores a los establecidos por Rostagno *et al.* (2017) que menciona que la inclusión mínima en de fuentes de grasas en dietas de gallinas ponedoras es de 3%. Este

cambio de materia prima puede o no generar cambios en la respuesta productiva de las aves, Soni-Eutiquio *et al*, (2022) determinaron que la ganancia de peso y el peso vivo final en cerdos disminuyó con la inclusión del 2% de aceite de canola, aunque en mayor porcentaje (4% y 6%) no presentaron cambios negativos, aunque la aparición de la carne magra en porcentaje aumentó en las etapas de finalización. Aunque el aceite de soya como materia prima tradicional es una buena fuente energética que ayuda en gran manera a la respuesta productiva de las aves, Varas (2018) muestra que aunque no hubieron diferencias significativas ($p>0,05$) en su estudios, las gallinas de postura de la línea Hy Line Brown evaluadas con este aceite de soya presentan mejores porcentajes de postura y mayor peso promedio del huevo en relación a aquellas que fueron alimentadas con otra dieta en base a ácidos grasos neutralizados de pescado.

Materias primas proteicas

La materia prima de origen proteico que se incluye en las dietas realizadas es la soya al 46% de proteína bruta con un 19,5% de inclusión en las dietas testigo (tabla 11) de semillas de linaza al 5% (tabla 14) y dieta de semillas de chía al 5% (tabla 12) y un 20% de inclusión en la dieta con inclusión de linaza 3% y aceite de canola 2% (tabla 13), porcentajes menores a los establecidos por las tablas brasileñas donde menciona que el porcentaje practico es del 30% de inclusión (Rostagno *et al.*, 2017), dieta que fue evaluada por Castro (2017) en gallinas ponedoras de la línea genética Isa Brown presentando para esta dieta mayores porcentajes de postura (86,8%) y mejor masa de huevo (52,5 g) en relación las otras propuestas de dietas en este estudio. Esta materia prima es uno de los principales alimentos con contenido proteico con un 38% de este en su composición lo que puede ayudar a que su inclusión sea menor como lo reporta López (2015) en su estudio donde incluye harina de soya en 5% y 10% mostrando estadísticamente mayores consumos de estos alimentos total en comparación de la dieta control, teniendo 228 gramos menor al tratamiento 5% y 371 gramos menor al tratamiento 10% de inclusión de soya en pollos de engorde entendiéndose que el aporte de esta fuente de proteína en la dieta mejora el comportamiento productivos en aves de producción zootécnica.

Aditivos

Las vitaminas de postura que fue utilizada para gallinas de postura corresponden a una inclusión del 0,2% en las cuatro dietas, este requerimiento es de importancia debido a que cumple diversas funciones sobre la reproducción de gallinas de huevo comercial tiene una capacidad antioxidante en diversos procesos fisiológicos (Chan, 2023) además existe una inclusión adicional de aminoácidos sintéticos en las dietas evaluadas que ayudan al aporte deficiente de estos elementos en las fuentes naturales de proteína teniendo alimentos balanceados con menores porcentajes de proteína bruta por consecuencia exista una menor cantidad de nitrógeno al ambiente (Patarón, 2014). Para el caso del aporte de metionina el aporte se encuentra en 0,280% en la dieta con linaza y canola (tabla 13), 0,287% en la dieta de chía (Tabla 12) y 0,39% en las dietas testigo (tabla 11) y dieta de linaza (tabla 14) porcentajes cercanos con lo que respecta a recomendaciones de nutrición que menciona Gutiérrez (2012) donde el porcentaje de inclusión debe estar en el orden del 0,33%, lo que puede indicar que las materias primas utilizadas aportan la cantidad adecuada de proteína bruta, no obstante dieta de linaza más aceite de canola aporta una mayor cantidad de este aminoácido lo que permite que en esta dieta su inclusión sintética sea menor. El mismo comportamiento se genera en los demás aminoácidos, la dieta con aporte de linaza 3% más aceite de canola 2% tienen un aporte de 0,02% de lisina, 0,0018% de treonina, 0,0046% y no existe inclusión de valina sintética en esta dieta, en comparación a las otras dietas que tienen porcentajes superiores al 1% para la lisina, metionina, valina y treonina y porcentajes dentro de los 0,5% para el triptófano, porcentajes acordes a los requerimientos de aminoácidos esenciales en gallinas ponedoras que menciona Sánchez y Vargas (2014) que son 1,03%, 0,41%, 0,79%, 0,67% y 0,17% a los aminoácidos antes mencionados.

Materias primas con aporte de Omega 3

En las diferentes dietas alimenticias presentadas se incluye una materia prima que aporta ácidos grasos omega 3, es así que la dieta que tuvo una inclusión de chía 5% (tabla 12) tuvo un aporte de 51,82% del ácido graso alfa-linolénico que ayuda a una mejor

producción de huevos enriquecidos, este aporte importante lo constata Da Silva (2022) donde menciona que en ensayos con gallinas ponedoras que se alimentaban de dietas con inclusión de chía no fueron afectados los parámetros de producción de huevo y su peso y tampoco el peso de las aves disminuyó durante la evaluación y teniendo un aumento significativo de ALA y adicional de DHA en la yema de huevo además sin cambiar sus características organolépticas.

No obstante, la dieta de linaza 5% (tabla 14) tuvo un mayor aporte teniendo un 61,9% del ácido alfa-linolénico y adicionalmente 0,33% del ácido eicosapentaenoico, y 0,33% del ácido docosahexaenoico estos aportes generan cambios considerables en la proteína y extracto etéreo en relación a los huevos que se producen a partir del consumo de dietas tradicionales, estos cambios se generan porque la linaza tiene un alto aporte de ácidos grasos insaturados generando cambios en la calidad de huevo (Meza, 2018) y disminuyendo así la presencia de ácidos grasos saturados que son perjudiciales para la salud del consumidor (Betancourt y Díaz, 2008).

El aceite de canola en la dieta al 2% (tabla 13) de inclusión también tiene un aporte de 9% de ácidos omega 3 este es una fuente importante de proteína y aminoácidos que dan como resultado un aumento en la producción Schneider (2015) menciona que este aceite aporta tiene en su composición 5% de ácido palmítico, 2,2,% d ácidos esteárico, 57% de ácido oleico, 20,5% de ácido linoleico y 9% de ácido linolénico sin embargo, su inclusión no puede superar el 10% en gallinas ponedoras debido a que puede generar mortalidad es por ello que se debe involucrar este materia prima con cautela teniendo técnicas adecuadas de formulación (Carrizales, 2018) estas tres materia primas dan un aporte significativo de cambio en el perfil lipídico de la yema de huevo en relación a los huevos producidos por gallinas que han consumido la dieta tradicional (Tabla 11) lo que las nomina como materias primas de alto aporte nutricional.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se seleccionaron 3 materias primas ricas en Omega 3 y mediante tablas brasileras se determinó las cantidades de inclusión en las dietas de gallinas ponedoras de huevo marrón, determinando así sus dosis de inclusión adecuada de linaza 5%, Chía 5% y aceite de canola 2%.
- Al realizar la valoración nutricional de las diferentes materias primas se determinó su aporte nutricional respecto a la cantidad de ácidos grasos omega 3, Linaza (0,33% de EPA 61,9% de ALA y 0,33% de DHA), Chía (51,82% de ALA), y aceite de canola (9% de Omega 3) y en cuanto a el aporte de energía metabolizable el aceite de canola tiene un mayor aporte con respecto a Linaza y la Chía.
- Se realizó una matriz por cada materia prima que aporta Omega 3 en la dieta determinando así la cantidad exacta a ser utilizada en estas dietas con linaza 30kg/Tn (\$550,00), Chía 30kg/Tn (\$609,72) y linaza 30,06kg/Tn más aceite de canola 20,04 kg/Tn (\$542,06) encontrando un equilibrio entre los requerimientos nutricionales de las gallinas ponedoras de huevos marrones y el menor costo de producción de las diferentes dietas.

Recomendaciones

- Realizar estudios con diferentes porcentajes de inclusión de linaza, chía y aceite de canola, para determinar si sus costos son convenientes para la producción de huevos enriquecidos.
- Determinar si el aporte de semillas de chía molida en las dietas para gallinas ponedoras tiene mayor aporte nutricional de ácidos grasos.
- Se recomienda utilizar otras materias primas que aporten Omega 3 como algas marinas y sacha inchi en próximos estudios y poder determinar si genera mejor producción de huevos enriquecidos sin elevar los costos de producción.

Bibliografía

- Agri News SL. (2022, June 16). *Materias primas para la formulación de alimentos de aves y cerdos*. Recuperado el 18 de julio del 2023 <https://nutrinews.com/materias-primas-para-la-formulacion-de-alimentos-de-aves-y-cerdos/?reload=yes>
- Agri News SL. (2022, August 25). *Aditivos nutricionales y sus efectos en la nutrición de los rumiantes*. Nuri News. Recuperado el 30 de julio del 2023 <https://nutrinews.com/aditivos-nutricionales-y-sus-efectos-en-la-nutricion-de-los-rumiantes/?reload=yes>
- Aguilera, A. (1963). Efecto de la suplementación del primer aminoácido limitante en raciones con pasta de ajonjolí para pavos de poca edad. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 2, 1–13. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/2048/3462>
- Aimacaña, D. (2021). *Utilización de 2 niveles de inclusión de salvado de trigo (Triticum spp) en sustitución del maíz en dieta para pollos de engorde* [Proyecto de Investigación, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7899>
- Arrué, J. (2018). *Evaluación de un blend nutricional en la calidad del huevo de un sistema intensivo de gallinas de postura* [Tesis de Magíster, Pontificia Universidad Católica de Chile]. <https://repositorio.uc.cl/server/api/core/bitstreams/18e9a5df-1db0-4670-8a38-a16f0eca7873/content>
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos* (E. Quintanar, Ed.; 4th ed., Vol. 4). Editorial Pearson Education. <http://madejaseinsumos.com/descargables/Quimica%20de%20los%20alimentos.pdf>
- Betancourt, L., & Díaz, G. (2009). Enriquecimiento de huevos con ácidos grasos omega-3 mediante la suplementación con semilla de lino (*Linum usitatissimum*) en la dieta. *Revista MVZ Córdoba*, 14(1), 1602–1610. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682009000100009
- Blanch, A. (2019, February 12). *Microminerales en nutrición animal y su influencia en sistema inmune*. *Revista Avi News*. <http://subirats.info/microminerales-en-nutricion->

animal/#:-:text=Los%20microminerales%20son%20componentes%20esenciales,rendimiento%20productivo%20de%20los%20animales.

- Cardaci, P. (2018). *Efecto de los ácidos grasos omega3 (n-3) incorporados a las dietas de gallinas sobre la composición del huevo* [Trabajo de Especialización, Universidad Nacional de La Plata]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/73588>
- Cardona, M. G., Sorza, J. D., Posada, S. L., Carmona, J. C., Ayala, S. A., & Álvarez, O. L. (2002). Establecimiento de una base de datos para la elaboración de tablas de contenido nutricional de alimentos para animales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2), 240–246. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3242962>
- Carrero, J., Martín-Bautista, E., Baró, L., Fonollá, J., Jiménez, J., Boza, J. J., & López-Huertas, E. (2005). Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos omega-3 y alternativas para incrementar su ingesta. *Revista Nutrición Hospitalaria*, 20(1), 63–69. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112005000100010
- Carrizales, A. de J. (2018). *Características agronómicas de la colza (Brassica napus) y utilización de canola en la alimentación de animales*. [Monografía, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”]. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/45433/K%2065547%20Carrizales%20Rodr%c3%adguez%2c%20Antonieta%20de%20Jes%c3%bas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cristóbal, M. (2019). *Efecto de la inclusión de subproducto de camal vacuno en dietas de pollos de carne* [Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3974/cristobal-romero-minoy-augusto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dávila, A., & Dávila, L. (2018). *Influencia de la composición químico proximal de la Chía (Salvia hispánica L.) y quínoa (Chenopodium quinoa w.) sobre las características bromatológicas de una barra energética*. [Tesis, Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3acc5adf-312b-4fd1-ba86-d9cc209d5d41/content>

- De Arpe Muñoz, C. (2003). Alimentos enriquecidos y fortificados. In J. Pinto (Ed.), *Nuevos alimentos para nuevas necesidades* (Vol. 1, pp. 35–54). Editorial Nueva Imprenta.
<https://ns2.clea.edu.mx/biblioteca/files/original/6be9e18a4a8a0a0d1f6048730a690061.pdf#page=37>
- Echegaray, J. (2005, June 9). *La Soja Integral en la Alimentación Avícola*. Recuperado el 1 de septiembre del 2023 https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/05_06_51_SojaIntegral.pdf
- Elizondo, J. (2020). Estimación del suministro de proteína metabolizable en una ración para ganado de leche. *Revista Nutrición Animal Tropical*, 14(2), 85–100.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8113245>
- Evonik Industries AG. (2011). *How amino acids from Evonik contribute to sustainable food production*. Editorial Evonik Nutrition & Care GmbH.
- Evonik Industries AG. (2015). *Fundamentos de la Nutrición Animal*. Editorial Evonik Nutrition & Care GmbH.
- Fickler, J., Heimbeck, W., Hess, V., Reimann, I., Reising, J., Wiltafsky, M., & Zimmer, U. (2016). *Aminodata* (TMC, Frankfurt). Editorial Amorbach.
- García, T., Castillo, T., Martínez, A., & Galindo, E. (2021). Phaeodactylum tricornutum, una fuente potencial de ácido eicosapentaenoico. *Revista BioTecnología*, 25(5), 66–77.
<https://smbb.mx/wp-content/uploads/2021/12/Garcia-et-al.-2021.pdf>
- Gil, Á., & Sánchez de Medina, F. (2004). Funciones y metabolismo de los nutrientes. In Á. Gil (Ed.), *Tratado de la Nutrición* (Vol. 1, pp. 23–51). Editorial Médica Panamericana.
- Godoy, G. (2003). *Efectos de la inclusión de fitasa sobre variables productivas de gallinas ponedoras comerciales* [Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala].
<https://core.ac.uk/download/pdf/80748447.pdf>
- Gómez Ramírez, B. D., Sepúlveda Valencia, J. U., Álzate Arbeláez, A. F., Herrera, J. M., & Rojano, B. A. (2020). Evaluación oxidativa, microbiológica, sensorial y perfil de ácidos grasos de un yogur con ácido docosahexaenoico (DHA) extraído de aceite de microalgas. *Revista Chilena de Nutrición*, 47(4), 568–579.

- González, M. V., López, R. M., & González, E. Á. (2002). Efecto de la adición de fitasa como fuente de fósforo inorgánico en dietas para gallinas de postura. *Revista Técnica Pecuaria En México*, 40(2), 181–186. <https://www.redalyc.org/pdf/613/61340207.pdf>
- Google maps. (2023, August 25). *Google maps*. Recuperado el 25 de agosto del 2023 https://www.google.com/maps/place/IASA/@-0.208853,-78.7430232,10z/data=!4m10!1m2!2m1!1siasa!3m6!1s0x91d5bbbd8644851b:0xc6c8b2bb6c026969!8m2!3d-0.3856423!4d-78.4164022!15sCgRpYXNhkgEVdW5pdmVyc2l0eV9kZXBhcnRtZW504AEA!16s%2Fg%2F11xpb5x_8?entry=ttu
- Grijalva, J. (2006). *Sistemas analíticos de evaluación de alimentos de uso animal*. Editorial Universidad Central del Ecuador.
- Hernández, J., & Miranda, S. (2008). Caracterización morfológica de chíá (Salvia hispánica). *Revista Fitotecnica Mexicana*, 31(2), 105–113. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61031203.pdf>
- Hernández, M. (2013). *Análisis e implementación de un Sistema de Inventarios Perpetuos para materias primas en una empresa fabricante de tablas de fibra de madera* [Práctica Empresarial Dirigida -PED, Universidad Panamericana]. <https://glifos.upana.edu.gt/library/images/f/fb/PED-AUDI-1200.pdf>
- Jiménez, G., Martínez, L., & Martínez, M. (2022). Categorización de residuos de pescado para la elaboración de subproductos de valor agregado. *Revista Ingeniantes*, 9(1), 1. <https://citt.itsm.edu.mx/ingeniantes/articulos/ingeniantes9no1vol1/1%20Categorizacion%20de%20residuos%20de%20pescado.pdf>
- Jowett, B., & Dansby, Á. (2015). Aceite de canola: saludable, versátil y de la mejor calidad. *Revista Hospitalidad ESDAI*, 28, 91–99. https://scripta.up.edu.mx/bitstream/handle/20.500.12552/7020/28_6%20Aceite%20de%20canola%20saludable%2c%20vers%c3%a1til%20y%20de%20la%20mejor%20calidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Leclercq, B. (1998). El concepto de proteína ideal y el uso de aminoácidos sintéticos: estudio comparativo entre pollos y cerdos. [Resumen de presentación de la conferencia]. *XIV Curso de Especialización Avances En Nutrición y Alimentación Animal*, 14, 191–202.
- http://portal.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Proteina_ideal_y__Amino%C3%A1cidos_sint%C3%A9ticos.pdf
- Lohmann Breeders GmbH. (2020). Guía de manejo sistemas de jaulas. In *Lohmann-breeders.com*. Lohmann Brown-Classic Ponedoras. Recuperado el 6 de agosto del 2023 https://lohmann-breeders.com/media/2021/06/LB_MG_LB-Classic_ESP.pdf
- Lorenzo, A. (2014, April 29). *Conceptos y Clasificación de los Lípidos*. Asturnatura.Com. Recuperado el 6 de agosto del 2023 <https://www.asturnatura.com/temarios/biologia/lipidos/concepto-clasificacion>
- Mateos, G. G., Rebollar, P. G., & Medel, P. (1996). Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: grasas puras y mezclas. [Resumen de presentación de la conferencia]. *XII Curso de Especialización FEDNA*.
- https://www.researchgate.net/profile/Gonzalo-Mateos/publication/28180429_Utilizacion_de_grasas_y_productos_lipidicos_en_alimentacion_animal_grasas_puras_y_mezclas/links/02bfe51119a1899d8d000000/Utilizacion-de-grasas-y-productos-lipidicos-en-alimentacion-animal-grasas-puras-y-mezclas.pdf
- Meza, L. (2018). *Evaluación de la I inclusión de dos niveles de linaza sobre la calidad en huevos de gallinas Marrones de línea Babcock brown*. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia].
- <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/25217/%20%09lamezaa.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Morales, J., Valenzuela, R., González, D., González, M., Tapia, G., Sanhueza, J., & Valenzuela, A. (2012). Nuevas fuentes dietarias de ácido alfa-linolénico: una visión crítica. *Revista Chilena de Nutrición*, 39(3), 79–87.
- https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182012000300012&script=sci_arttext

- Murray Robert, Mayes Peter, Granner Dary, & Rodwell Victor. (2001). *Bioquímica de Harper* (J. Cedillo, Ed.; 15th ed.). Editorial McGraw Hill Educación.
- Nutrition. (2022). *Manual de operación de Nutrión 11.00* (11.00; pp. 1–201). Nutrión.
- Ortega, C. (2023). *Programación lineal: Qué es, usos y pasos para realizarla*. Questionpro. Recuperado el 30 el julio del 2023 <https://www.questionpro.com/blog/es/programacion-lineal/#:~:text=Toma%20de%20decisiones%3A%20La%20programaci%C3%B3n,encuentrar%20la%20mejor%20soluci%C3%B3n%20posible>.
- Ostorga, C. (2021). *Formulación de dieta de mínimo costo para aves de engorde Ross 308* [Proyecto Especial de grado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/39c77638-72f4-4436-89fc-25e356ca6514/content>
- Patarón, S. (2014). *Dietas con diferentes niveles de proteína más aminoácidos sintéticos en el comportamiento productivo de codornices de postura* [Trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3848>
- Paucar, H. (2016). *Caracterización de mercado del huevo comercial (Gallina Lohmann Brown) versus el huevo criollo (Gallina de campo) en la provincia de Chimborazo* [Trabajo de Titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7074/1/17T1449.pdf>
- Porto, A. (2016, July 25). *Proteínas*. Proteopedia. Recuperado el 6 de agosto del 2023 <http://www.bionova.org.es/biocast/tema08.htm>
- Rhoton, S. (2023, March 24). *Qué son los Alimentos (Definición, Tipos y Clasificación) - Significados*. Recuperado el 29 de julio del 2023 <https://www.significados.com/alimento/>
- Rostagno, H., Teixeira, L., Hannas, M., Juárez, D., Sakomura, N., Perazzo, F., Saraiva, A., Teixeira, M., Rodríguez, P., de Oliveira, R., de Toledo, S., & de Oliveira, C. (2017). *Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales* (H. Rostagno, Ed.; 4th ed.). Editorial Universidad Federal de Viçosa.

<https://eliasnutri.files.wordpress.com/2018/09/tablas-brasilec3b1as-aves-y-cerdos-cuarta-edicion-2017-11.pdf>

- Sakomura, N., & Rostagno, H. (2016). *Métodos de Investigación en Nutrición de Monogástricos* (A. Guillarduci, L. Mathias, & Silvamarts, Eds.; 2nd ed.). Editorial Universidad Federal de Viçosa.
- Sharp, K. (2013). *Nutrición Animal*. Apuntes de Nutrición. Recuperado el 5 de julio del 2023 https://www.academia.edu/40078039/Apuntes_de_nutricion
- Soto, M., Terrazas, T., Trejo, C., Peña, C. B., & Maceda, A. (2021). Lignina: composición, síntesis y evolución. *Revista Madera y Bosques*, 27(2), 1–16. <https://www.redalyc.org/journal/617/61770783009/61770783009.pdf>
- Vera, J., & Hidalgo, G. (2019). Efecto de diferentes niveles de suministro de carbonato de calcio sobre el peso y grosor de la cascara del huevo. *Revista Colombiana de Ciencia Animal Recia*, 11(2), 11–18. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2027-42972019000200011&script=sci_arttext
- Villegas, J., Villegas, E., Jiménez, A., & Prado, S. (2023). *Laboratorio de Química*. Centro Investigación Nutrición Animal. Recuperado el 12 de agosto del 2023 <https://cina.ucr.ac.cr/index.php/es/servicios/laboratorio-de-quimica>
- Womens Health. (2022, August 11). *Proteína aislada de soja: ¿qué es y por qué los nutricionistas no la recomiendan?* Women's Health. Recuperado el 3 de agosto del 2023 <https://www.womenshealthmag.com/es/nutricion-dietetica/a27622617/proteina-aislada-soja-beneficios-propiedades-peligros/>