



La Calidad es Nuestro Reto
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE DERIVADOS PROTEÍCOS DE
SUBPRODUCTOS DE TILAPIA ROJA (*OREOCHROMIS SP.*) EN LA DIETA PARA
GALLINAS PONEDORAS DE LA LÍNEA ISA BROWN.

YUNEIDYS KARINA CABARCA RINCONES
DIANY CLARETH ARZUAGA PERNETT

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICA
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
DICIEMBRE 2020



La Calidad es Nuestro Reto
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE DERIVADOS PROTEÍCOS DE
SUBPRODUCTOS DE TILAPIA ROJA (*OREOCHROMIS SP.*) EN LA DIETA PARA
GALLINAS PONEDORAS DE LA LÍNEA ISA BROWN.

YUNEIDYS KARINA CABARCA RINCONES
DIANY CLARETH ARZUAGA PERNETT

Trabajo de investigación para optar al título de Ingeniera Agroindustrial de la Universidad Popular del
Cesar

Director: Tirso Binicio Mestre Arzuaga
Zootecnista

Asesor: Aldo Fernández
Ingeniero Agroindustrial

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICA
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
DICIEMBRE 2020



Nota de aceptación:

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Valledupar Cesar, diciembre de 2020



Dedicatoria.

Primeramente, a Dios por ser el inspirador y darnos la fortaleza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados, ser Ingeniera Agroindustrial.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos.



Agradecimientos

A Dios, por bendecir nuestras vidas, por ser la fuerza en aquellos momentos de dificultad y debilidad y darnos sabiduría de lo alto para poder llegar a la meta alcanzada.

A nuestra familia, por el apoyo incondicional que nos brindaron, por creer y confiar en nuestras perspectivas, siendo la motivación constante en este camino.

Al director Tirso Mestre Arzuaga y asesores (Ingenieros Aldo Fernández y Omar Figueroa) del presente proyecto, por el acompañamiento constante que nos ofrecieron.

A la Universidad Popular del Cesar y su Granja Piloto y al grupo de investigación biat-cidtec por permitirnos llevar a cabo este estudio.

Al director José Edgar Zapata del laboratorio NUTEC de la Universidad de Antioquia, por facilitarnos sus instalaciones y personal para realizar nuestras investigaciones. Así mismo por los recursos conseguidos con COLCIENCIAS.

A todas las personas que nos apoyaron en este camino, en especial a aquellos que nos abrieron las puertas de la confianza y compartieron sus conocimientos.



Tabla de contenidos.

1. INTRODUCCION	8
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3. JUSTIFICACION	11
4. OBJETIVOS	13
4.1. General	13
4.2. Especificos	13
5. MARCO TEORICO.....	14
7.1. Gallinas domesticas	14
7.2. Clasificación de la gallina domestica según su propósito.....	15
7.2.1. Razas productoras de huevo.....	15
7.2.2. Razas doble propósito.....	16
7.3. Huevo de gallina	16
7.3.1. La Cascara.....	17
7.3.2. La Clara.....	17
7.3.3. La yema.....	17
7.4. Tilapia roja (Oreochromis sp).....	17
7.5. Vísceras de pescado	18
7.5.1. Usos de las vísceras de pescado.....	18
7.6. Ensilaje químico.....	19
8. METODOLOGIA.....	20
8.1. Enfoque de investigación.....	20
8.2. Diseño experimental	20
8.3. Desarrollo de las dietas experimentales.....	20
8.4. Población.....	20
8.5. Instrumentos.....	20
8.6. Procedimiento y técnicas para objetivo 1	21
8.6.1. Elección de los animales de estudio y condiciones ambientales	21
8.6.2. Recolección y desengrasado de las vísceras de pescado	21
8.6.3. Elaboración del ensilaje químico	21
8.6.4. Evaluación del alimento en las aves	22
8.7. Procedimiento y técnica para objetivo 2.....	22
8.8. Procedimiento y técnicas para objetivos 3 y 4.....	22
8.8.1. Métodos analíticos	22
8.8.2. Análisis del huevo.....	23
8.8.2.1. Peso.....	23
8.8.2.2. Diámetro longitudinal y diámetro transversal.....	23



8.8.2.3. Altura de la albumina	23
8.8.2.4. Unidades Haugh	23
8.8.2.5. Grosor del cascaron	23
8.8.2.6. Fuerza de ruptura	23
8.8.3. Análisis sensorial	23
8.9. Procedimiento y técnica para objetivo 5	24
8.10. Análisis estadístico	24
9. RESULTADOS Y DISCUSIONES	25
9.1. Composición química y análisis microbiológicos del ensilado de pescado, de las dietas experimentales y del huevo	25
9.2. Consumo de alimento	27
9.3. Digestibilidad	28
9.4. Ganancia de peso del ave	28
9.5. Produccion de huevos	29
9.6. Peso del huevo	30
9.7. Conversion alimenticia	30
9.8. Pruebas rápidas del huevo	32
9.9. Análisis sensorial	33
9.10. Estimación de costos de las dietas experimentales	34
10. CONCLUSION	35
11. RECOMENDACIONES	36
12. BIBLIOGRAFIA	37
13. ANEXOS	46



Lista de tablas.

Tabla 1. Clasificación taxonomica de las aves de corral	14
Tabla 2. Descripción taxonomica de la Tilapia roja (<i>Oreochromis sp.</i>)	18
Tabla 3. Formulación del ensilado químico.....	21
Tabla 4. Escala Karlsruhe aplicada en análisis sensorial de huevos cocidos.....	24
Tabla 5. Composición química del ensilado de pescado	25
Tabla 6. Análisis microbiológico del ensilado de pescado	25
Tabla 7. Composición química de las dietas experimentales	26
Tabla 8. Composición química del huevo.....	26
Tabla 9. Análisis microbiológico del huevo	27
Tabla 10. Número de huevos y porcentaje de producción por dietas	29
Tabla 11. Peso del huevo por dietas.....	30
Tabla 12. Conversión alimenticia para porcentaje de postura por dietas.....	31
Tabla 13. Conversión alimenticia para ganancia de peso por dietas	31
Tabla 14. Calidad del huevo de gallinas ponedoras por dietas	32
Tabla 15. Valoración sensorial de huevos cocidos	34
Tabla 16. Estimación de costos sobre las dietas	34



Lista de graficas.

Grafica 1. Consumo de alimento semanal por dietas.....	28
Grafica 2. Pesos promedios de aves por dietas “vs” semanas	29
Grafica 3. Conversion alimenticia por docena de huevos	31
Grafica 4. Conversion alimenticia para ganancia de peso de las aves.....	32



Introducción.

En el presente proyecto, se propone la evaluación de derivados proteícos para gallinas ponedoras de la línea ISA Brown utilizando ensilados de subproductos piscícolas (vísceras y rechazos) como fuente de proteínas, provenientes del cultivo de Tilapia roja (*Oreochromis sp.*), para evaluar el efecto de inclusión que dicho alimento pueda ejercer sobre la calidad del huevo y algunos parámetros zootécnicos como consumo, ganancia de peso de las aves, porcentaje de postura, peso del huevo, digestibilidad y conversión alimentaria de gallinas ponedoras. Se tendrá la participación de cuatro universidades a saber: Universidad de Antioquia, la cual cuenta con experiencia en el aprovechamiento de subproductos piscícolas y desarrollo de productos alimenticios. El Politécnico Jaime Isaza Cadavid, cuya experiencia en Nutrición Animal soportará el manejo y evaluación de los animales en estudio. La Universidad Popular del Cesar y la Universidad de la Guajira aportarán experiencia en el manejo de procesos agroindustriales. Se evaluarán dos dietas experimentales (DE) para gallinas: DE1 (0% de ensilado químico de vísceras de Tilapia roja + insumos convencionales). DE2 (17.36% de ensilado químico de vísceras de Tilapia roja + insumos convencionales). Se utilizarán 30 gallinas por dieta, cada una con seis repeticiones y cinco animales por repetición. El estudio se llevará a cabo en Valledupar-Cesar, en la granja piloto de la Universidad Popular del Cesar, vereda el cielo.



Planteamiento del problema y de la pregunta de investigación.

La producción de aves de corral es quizás el sector de mayor crecimiento dentro de los sectores de la ganadería, siendo esta última fundamental para la subsistencia de millones de personas en el país y el mundo, así, las aves de corral contribuyen significativamente a la mejora de la nutrición humana, mediante el suministro de alimentos (carne y huevos) con nutrientes de alta calidad (proteínas, vitaminas y minerales fundamentales) (FAO 2013). Sin embargo, uno de los factores más importantes en la producción de aves de corral es la alimentación, puesto que representa entre el 60 - 70% de los costos totales de producción, de ahí, un problema particular en ella es la provisión de proteínas de alto valor biológico, debido a la limitada disponibilidad de insumos proteicos de muy buena calidad y su relativo alto valor económico. Dado esto, es necesario buscar alternativas de alimentación con buenas fuentes de proteínas que permitan disminuir costos, logrando mayor eficiencia y sostenibilidad en el tiempo de los sistemas productivos (Berenz 2002).

A partir de esta problemática y buscando alternativas de alimentación con importantes fuentes de proteínas y de bajo costo, encontramos que en el sector acuícola se puede obtener provecho de los residuos que se generan en el procesamiento de pescado, visto que la producción pesquera ha ido incrementando continuamente a causa de la alta demanda del suministro de pescado para consumo humano.

En lo que respecta, la producción pesquera mundial alcanzó un máximo de aproximadamente 171 millones de toneladas, de las cuales la acuicultura representó un 47% del total (FAO 2018). Colombia gracias a su riqueza acuícola es productora de diversos alimentos provenientes de las fuentes hídricas. Así, la producción nacional en acuicultura en el año 2011 fue de 82.733 toneladas, entre las cuales la tilapia es la especie de mayor importancia con un 58.5% (Merino et al., 2013). Según la FAO, Colombia, es el décimo país productor mundial de tilapia y es el producto nacional de mayor proyección internacional (Usgame et al., 2008). Del mismo modo, este crecimiento va acompañado de un volumen de residuos equivalente, los cuales se componen principalmente de restos de fileteo (15-20%), piel y aletas (1-3%), huesos (15%), cabezas (9-12%), vísceras (12-18%) y escamas (5%) (Martínez et al., 2015). Por consiguiente, dichos residuos pueden generar impactos ambientales de importancia, dado que representan entre 60-70% (w/w) del total de la materia prima (He et al., 2013; Martínez et al., 2015) presentándose por este lado la problemática de la gran cantidad de residuos sin tratar.

De ahí, el interés de aprovechar dichos subproductos piscícolas para la alimentación de aves de corral, teniendo en cuenta que estos residuos a pesar de ser importantes fuentes de proteínas, la mayoría de las veces son descartadas sin ningún intento de recuperación y su disposición inadecuada genera considerables impactos ambientales. Entonces, al conjugar estas dos problemáticas, se da una alternativa viable de solución tanto para la alimentación proteica de las



aves de corral, utilizando los residuos de pescado y para reducir así la cantidad de estos. (Chalamaiah et al., 2012; Ovissipour et al., 2009; Deraz 2015; Garcés et al., 2015).

Así mismo, para beneficiar esta alternativa del uso de los subproductos de pescado para la alimentación de aves de corral, se hace necesario encontrar la manera más adecuada para tratar dichos residuos, de modo que una solución posible es aprovecharlos mediante procesos de bioconversión a través de fermentación láctica o empleando sustancias químicas orgánicas, transformándolos en ensilados de pescado, siendo esta una de las opciones de mayor utilización para la recuperación de nutrientes de los subproductos piscícolas, dando así, la posibilidad de incluirlos como agregado en la formulación de raciones para animales, debido a que poseen una composición nutricional apreciable, cuyas proteínas son de un elevado valor biológico y una alta digestibilidad, lo cual proporciona un gran beneficio en la alimentación animal (Llanes et al., 2011; Chalamaiah et al., 2012).

Por lo anterior, y dado a la necesidad de encontrar alternativas de uso que permitan aprovechar los residuos de pescado como fuente de proteína para la alimentación de aves de corral y de la misma manera disminuir el impacto ambiental ocasionado por dichos residuos piscícolas, en el presente proyecto; se propone la evaluación de derivados proteícos para gallinas ponedoras de la raza ISA Brown, utilizando ensilados de subproductos piscícolas (vísceras y rechazos) del cultivo de Tilapia roja (*Oreochromis sp.*) como fuente de proteínas. De esta manera se evaluará el efecto de inclusión de dicho alimento sobre la calidad del huevo y algunos parámetros zootécnicos como el porcentaje de postura, peso del huevo, consumo, digestibilidad y conversión alimentaria de gallinas ponedoras de la raza ISA Brown.

Pregunta de investigación.

¿Es posible con un alimento proteíco elaborado a base de vísceras de Tilapia roja (*Oreochromis sp.*), igualar o mejorar la calidad del huevo y algunos parámetros zootécnicos como consumo, ganancia de peso de las aves, porcentaje de postura, peso del huevo, digestibilidad y conversión alimentaria de gallinas ponedoras de la línea ISA Brown?



Justificación.

Actualmente, se ha encontrado que los residuos pesqueros son fuentes importantes de proteínas, lípidos y minerales, con alto valor nutricional (Jeon et al., 1999), motivo por el cual se han estado realizando investigaciones relacionadas con la búsqueda de alternativas de solución para la utilización de subproductos piscícolas, que permitan disminuir el riesgo ambiental que generan, además, de brindar un mejor aprovechamiento de estos residuos (Martínez, 2003).

De ahí, el aprovechamiento de residuos del eviscerado de los peces mediante procesos de ensilaje, para su posterior inclusión en dietas para alimentación animal, constituye una alternativa nutricional de alta calidad, que permite la obtención de un alimento con altos índices productivos y de eficiencia alimenticia, debido a que poseen una composición nutricional apreciable, cuyas proteínas son de un elevado valor biológico y una alta digestibilidad, lo cual proporciona un gran beneficio en la alimentación animal (Garcés 2015). En lo que respecta, el ensilado de vísceras de pescado es un producto de fácil elaboración y de bajo costo, que aprovecha los residuos de desechos de la producción piscícola (cabezas, colas, huesos, piel, escamas, vísceras y pescado entero no apto para el consumo humano), mediante un proceso de fermentación controlada con bacterias lácticas y carbohidratos, obteniéndose un producto acidificado, estable, con buenas cualidades nutritivas y antimicrobianas contra bacterias patógenas y putrefactivas por lo que puede ser de gran utilidad en alimentación animal (Berenz 2002).

Por consiguiente, el ensilaje de subproductos de Tilapia roja además de ayudar a resolver problemas de disposición de residuos, entrega proteínas de alta calidad, en términos de digestibilidad y composición bromatológica.

En efecto, los ensilajes obtenidos a partir de residuos de pescado, están siendo ampliamente utilizados en alimentación animal, principalmente en especies menores. Se ha evaluado el ensilaje preparado a partir de sardinas (*Sardinella longiceps*) como sustituto parcial de la harina de soja en dietas para pollos de engorde (Al-Marzooqi, et al., 2010). En Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) estudiaron el crecimiento alimentando con pellets elaborados a partir de ensilaje de residuos de pescado (Guzel, et al., 2011). En juveniles de cobia (*Rachycentron canadum*) se evaluó la digestibilidad y el crecimiento al alimentarlos con proteína de ensilaje (Mach et al., 2010). También se estudió la utilización de ensilaje biológico de pescado en el comportamiento y las características de calidad de la carne de codornices (*Coturnix coturnix japonica*) (Ramírez et al., 2013).

Por lo tanto, este proceso de ensilaje tiene la posibilidad de ser implementado a nivel artesanal y en áreas rurales, no presenta altos consumos energéticos, ni genera efluentes contaminantes, en general con emisiones mínimas, basados en agentes biológicos y sin el uso de tecnologías complejas. Todas estas condiciones, hacen que esta propuesta sea una oportunidad para que los



beneficiarios mejoren su productividad y reduzcan las emisiones contaminantes, además de generar un modelo productivo con posibilidades de transferencia a diferentes regiones del país, con independencia de la escala, bajos costos de producción e inversión.



Objetivos.

Objetivo General.

Evaluar el efecto de la inclusión de derivados proteicos de subproductos de Tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en la dieta para gallinas ponedoras de la línea ISA Brown sobre la calidad del huevo y los parámetros zootécnicos.

Objetivos Específicos.

Formular alimentos para gallinas ponedoras de acuerdo a requerimientos nutricionales establecidos en la norma FEDNA 2018.

Medir el efecto de la utilización de las dietas desarrolladas sobre la calidad del huevo.

Comparar la utilización de las dietas desarrolladas sobre los parámetros zootécnicos de los animales en estudio (consumo, ganancia de peso, porcentaje de postura, peso del huevo, digestibilidad, conversión alimentaria).

Estimar los costos sobre las dietas experimentales.



Marco teórico.

Gallinas Domésticas.

Las aves de corral pertenecen al Orden Galliformes. La gallina doméstica común, o pollo, pertenece a la familia Fasiánidas, y su nombre científico es *Gallus gallus*.

Tabla 1. *Clasificación taxonómica de las aves de corral.*

<i>Reino:</i>	<i>Animal</i>
Tipo:	Cordados
Subtipo:	Vertebrados
Clase:	Aves
Subclase:	Neornikes (sin dientes)
Superorden:	Neognates (sin esternón)
Orden:	Gallinae
Suborden:	Galli
Familia:	Phasianidae
Género:	Gallus
Especie:	Gallus domésticas

Fuente. Lohmann. (2007).

El objetivo principal en las granjas es la obtención máxima de carne y/o huevos por unidad de superficie, al menor costo posible. las razas como la New Hampshire y la Light Sussex eran productoras de los dos tipos, pero las razas de doble propósito no son rentables en los mercados comerciales, donde la competencia es muy intensa y especializada (Lohmann 2007).

La crianza de aves de corral debe su mayor desarrollo a la reconocida calidad alimentaría de sus productos (huevo y carne) la que han pasado a ser casi imprescindible en la dieta familiar aún para sectores de limitados recursos (Lohmann 2007).

Las Gallináceas son aves distribuidas por todo el mundo con unas 250 especies, de tamaño mediano o grande, aspecto macizo, patas robustas aptas para andar y correr, y con fuertes uñas para escarbar. Las alas son cortas y anchas, el pico fuerte y ligeramente curvado, con un opérculo que tapa parcialmente los orificios nasales mientras escarban. Frecuentemente tienen crestas y barbillas, y su plumaje está vivamente coloreado, especialmente en los machos. Se alimentan preferentemente de grano. Poseen gran independencia respecto al medio lo que les permite colonizar todo tipo de ambientes (Lohmann 2007).

Poseen una piel con una epidermis fina pero impermeable ayudada del revestimiento de plumas, esto impide que la evaporación del agua del medio interno sea importante. Además, el sistema excretor, compuesto por un par de riñones situados en la región pelviana, con dos cortos uréteres



que desembocan directamente en la cloaca, elimina ácido úrico en forma de una pasta blanca que se expulsa junto con las heces (Lohmann 2007).

Así mismo, las gallinas ponedoras entre las 18 a 22 semanas comienzan con su ciclo de postura.). Permite la explotación a pequeña y a gran escala. Son animales resistentes a condiciones adversas. Existe un alto desarrollo tecnológico para la especie a nivel mundial. Las utilidades se obtienen a corto plazo. Algunos autores consideran eficiente a la especie en aprovechamiento alimenticio. Un ave productora de carne necesita 4.29 libras de alimento para producir 2.2 libras de carne y ponedoras consumiendo 6.46 libras de alimento ponen 16 huevos. (FAO 2010).

Aunque nuestras modernas razas de gallinas pueden ser de lo más variable, todas derivan de una única especie de faisán silvestre: el gallo bankiva (*Gallus gallus ssp*). Aún ahora lo podemos encontrar en estado salvaje en muchos de los países asiáticos, desde la India hasta China y hacia el sur hasta Java (FEDNA 2008). El estímulo visual y táctil juega un papel importante en la preferencia y elección de los alimentos. En dependencia de la temperatura ambiental y de la alimentación consumen agua de 30 a 40 veces al día. Para su control térmico, las gallinas se agachan con las alas separadas del cuerpo o se bañan con tierra, aserrín o con el piso del gallinero, luego se acomodan las plumas y las limpian, actividad en la que emplean 1 hora al día (FAO 2010).

Clasificación de la gallina doméstica según su propósito (Lohmann 2007).

1. Variedades comerciales productoras de huevos (razas ligeras).
2. Variedades comerciales productoras de carne (razas pesadas).
3. Variedades productoras de huevo y carne (doble propósito o razas semipesadas).
4. Variedades criollas o locales.
5. Variedades mejoradas.

Razas productoras de huevos.

Son el resultado de una meticulosa selección genética haciendo que el alimento que consuman se dirija específicamente a la producción de huevos (como promedio 300 o más huevos al año) comparadas con su antepasado salvaje que sólo ponían entre 5 y 6 huevos (Lohmann 2007).

Son razas muy delicadas adaptadas a explotación en granjas y por su alta productividad requieren un control sanitario estricto y alimentos balanceados para que tengan un rendimiento adecuado y no enfermen (Lohmann 2007).



Por su especialización no son aptas para producir pollitos, dado que es raro que encluequen y no son buenas madres. La raza más conocida es la Leghorn y otras razas híbridas (ISA Brown, Lohmann, Hy Line, De Kalb, Shaver). Son aves pequeñas pero que sin embargo producen huevos grandes y tienen una alta conversión alimento-postura (Lohmann 2007).

Características deseables de aves productoras de huevos:

El trabajo de los genetistas en estas líneas ha ido modificando los genes para eliminar el instinto de “clueques” y que bajo condiciones apropiadas de luz y alimento pongan huevos todo el año.

Capacidad de producir huevos en cantidades abundantes y persistentes.

Desarrollo de la madurez sexual y estructura corporal adecuada para la postura.

Eficiente conversión (capacidad para convertir los alimentos en huevos)

Buen tamaño del huevo con cáscara firme y buena calidad interna.

Alta viabilidad.

Resistencia a enfermedades.

Color adecuado de la cáscara.

Todos los que producen huevos blancos son cruzados entre cepas de Leghorn blancas.

La mayoría que ponen huevos rojos son productos de cruces entre gallos Rhode Island rojos y Barred Rock (Lohmann 2007).

Razas doble propósito.

Producen tanto huevos como carne de manera abundante. La postura promedia los 200 huevos al año y los pollos dan buena carne, aunque el crecimiento no es tan rápido como las razas de carne especializadas. Son aves tranquilas, se adaptan bien a los distintos climas y tienen una mayor resistencia a las enfermedades respecto a los grupos anteriores. La más empleada es la raza Rhode Island, pero también dan buenos resultados la New Hampshire, Sussex, Plymouth Rock, Orpington y Wyandotte (Lohmann 2007).

Huevo de gallinas.

El huevo es un alimento de gran valor nutritivo. Su contenido en proteínas, vitaminas (excepto C) y minerales, ácidos grasos saturados e insaturados, junto con otras sustancias como la luteína y la colina, ha servido para que organismos relacionados con la nutrición y la salud consideren al huevo como alimento recomendable para una dieta variada y equilibrada (FAO, 1987). Además de su alto valor nutritivo, el huevo posee otras características que lo hacen un alimento de gran valor y utilidad pues es bajo en calorías, fácil de preparar y de almacenar, y sobre todo por su versatilidad en cuanto a la preparación para su consumo. La estructura del huevo está conformada por tres partes principales cáscara, clara y yema.



La cáscara: representa entre el 9% y 12% del peso del huevo. Está compuesta por carbonato de calcio y pequeñas cantidades de carbonato de magnesio y fosfato de calcio.

La clara: está formada principalmente por agua y proteínas, estas últimas son cadenas de aminoácidos que, en el caso del huevo, son los 8 esenciales (imprescindibles) para el organismo humano. También contiene vitaminas y minerales (Ejemplo: Niacina, Riboflavina, Magnesio y Potasio, entre otros), y a la vez, una serie de enzimas que actúan como barreras contra microorganismos (Lohmann 2007).

La yema: Es la porción amarilla del huevo; está formada por lípidos y proteínas, y es la mayor fuente de vitaminas y minerales del huevo. Recubierta por la membrana vitelina que la separa de la clara y la protege de una posible rotura (Lohmann 2007).

El color está principalmente influenciado por la dieta de la gallina: si el ave consume alimentos con colores más anaranjados (Ejemplo: maíz "Plata" que es de los más colorados, y de alto consumo para aves en Argentina), entonces la yema resultará de un tono amarillo/naranja, pero si consume alimentos de colores más blanquecinos, la yema será menos naranja (Lohmann 2007).

Tilapia roja (*Oreochromis sp.*).

Las tilapias son peces endémicos originarios de África en donde su cultivo a nivel comercial inicia en la década de los 80 en países sin tradición acuícola suramericanos como: Colombia (introducida en 1982), Venezuela (introducida en 1989) y Ecuador (introducida en 1993) y en forma casi simultánea en países centroamericanos (Baltazar & Palomino 2004). Dentro del género *Oreochromis* en forma intempestiva aparece la Tilapia Roja, es producto del cruce de cuatro especies (*Oreochromis mossambicus*, *O. niloticus*, *O. hornorum* y *O. aurea*) (Beveridge & McAndrew 2001). Las tilapias son peces de agua dulce que se desarrollan bien en medios con temperaturas entre 20°C y 30°C. Pueden vivir en condiciones ambientales adversas, soportan bajas concentraciones de oxígeno disuelto, la sangre tiene la capacidad de saturarse de oxígeno aun cuando la presión parcial de este último sea baja y puede reducir su consumo de oxígeno cuando la concentración en el medio sea inferior a 3 mg/l (De la Ossa & Botero 2003).



Tabla 2. Descripción Taxonómica de la Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*)

<i>Phyllum</i>	<i>Vertebrata</i>
Sub phylum	Craneata
Superclase	Gnostosmata
Serie	Pisces
Clase	Teleostei
Orden	Perciformes
Suborden	Percoidei
Familia	Cichlidae
Género	Oreochromis
Especies	Oreochromis aureus Oreochromis niloticus Oreochromis mossambicus Oreochromis urolepis hornorum Oreochromis spp.

Fuente. De la Ossa & Botero 2003.

Vísceras de pescado.

Las vísceras de pescado están compuestas principalmente por agua, contienen proteínas de gran calidad, aceite con altos porcentajes de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga y micronutrientes. Dada su composición tienen una demanda bioquímica de oxígeno (DBO) equivalente a 62.2 kg/Ton lo que conlleva a la necesidad de una gran cantidad de oxígeno para oxidar este material en aguas, por lo cual se afecta la dinámica hídrica que tienen que ver con el aumento de la carga orgánica y la disminución de oxígeno en los ecosistemas acuáticos (Martínez & Domingo 2003). Por lo anterior escrito, se hace necesario el uso de tecnologías para tratar estos residuos o mejor aún, aprovechar algunos materiales orgánicos útiles antes de realizar una disposición controlada, segura e higiénica para aminorar la contaminación ambiental (Quitain et al., 2001). Las vísceras de tilapia representan entre el 7.5% al 15% del peso del pescado y contiene aproximadamente un 35% de aceite del cual un alto porcentaje son ácidos grasos insaturados (Swapna et al 2010; Braga et al., 2015).

Usos de las vísceras de pescado.

Las vísceras de pescado y otros residuos presentan muchas aplicaciones en sectores como la salud, alimentario, energético y agropecuario del cual se destaca el uso en ensilado biológico de residuos de pescado, este es sin duda una alternativa para subsistir la harina de pescado y la harina de carne en la preparación de raciones para aves, peces, ganado vacuno, porcinos, ovino, y otros animales. La mayor importancia del ensilado radica en su utilización para la formulación de raciones de bajo costo y alto valor nutricional. Puede ser utilizado en la piscicultura, disminuyendo de ese modo los costos de producción. Para la obtención del ensilado biológico son utilizados residuos de pescado resultantes del fileteado, así como aquellos peces improprios para el consumo (Padilla, 1996). Así, se ha probado su uso en dietas de cerdos (Kjos et al. 1999),



pollos broiler (Kjos et al. 2000) y codorniz (Ramírez et al. 2013), siendo una buena alternativa para la utilización de los desechos de pescado como componente de piensos destinados a la mejora de la producción animal.

Ensilaje Químico.

Este tipo de ensilado es un producto líquido hecho de pescado entero o partes de él, que sufre un proceso de licuefacción por parte de las enzimas del pez en presencia de un ácido orgánico (propiónico, fórmico, acético, cítrico) y/o inorgánicos (sulfúrico, clorhídrico y fosfórico) a temperatura ambiente (Belli 2009).

Los valores de pH bajo mejoran la actividad de algunas enzimas proteasas presentes en el pescado como tripsinas y pepsinas, lo cual causa que éstas hidrolicen parcialmente las proteínas en unidades solubles más pequeñas mientras se inhibe el crecimiento bacteriano (Bello 1994). Las mayores desventajas de este método, si no se lleva a cabo apropiadamente, son los posibles problemas potenciales de toxicidad en los animales y los efectos corrosivos sobre los equipos y la maquinaria (Díaz 2004). Además, el costo de los ácidos, que son importados y el manejo cuidadoso de estos ácidos por parte de los manipuladores que elaboren el producto, que constituye riesgo para ellos. Los ensilajes elaborados con adición de ácidos presentan un olor característico a pescado y ácido, color pardo-grisáceo, consistencia pastosa y poseen propiedades nutricionales muy similares a la del pescado de donde proceden los subproductos utilizados en el proceso (Botello et al., 2010).

Entre los ácidos usados en el proceso de ensilaje químico se encuentra el ácido sulfúrico, el cual es un líquido viscoso, de densidad 1,83 g/ml, transparente e incoloro cuando se encuentra en estado puro, y de color marrón cuando contiene impurezas. Es un ácido fuerte (Avantor 2015). Por su parte, el ácido fórmico, también llamado ácido metanóico, es un ácido orgánico de un solo átomo de carbono relativamente fuerte, siendo el más simple de los ácidos orgánicos; se distingue por ser de color claro, de olor picante y penetrante (BASF 2011).



Metodología.

Enfoque de Investigación.

Este trabajo requiere de actividades y materiales que dan paso a la toma de medidas y controles para hacer eficiente el uso de un producto tecnológico (dieta para la alimentación de gallinas ponedoras) en la calidad del huevo y parámetros zootécnicos como el consumo, peso de las aves, porcentaje de postura, peso del huevo, digestibilidad y conversión alimentaria. Por lo tanto, es necesario realizar un enfoque cuantitativo y experimental.

Diseño Experimental.

Se aplicará un diseño de comparación de dos muestras independientes para cada variable en estudio, utilizando el software Statgraphics centurión versión XVII. II.

Desarrollo de las Dietas Experimentales.

Para la adecuada formulación de las dietas se usará balances de masa. Se desarrollará dos dietas, cada una con seis repeticiones y cinco animales por repetición.

Las dietas estarán asignadas así:

Dieta control: 0% de ensilado químico de vísceras de Tilapia roja + insumos convencionales.

Dieta ensilado: 17.36% de ensilado químico de vísceras de Tilapia roja + insumos convencionales.

Población.

Tenemos una muestra de 60 unidades experimentales.

Instrumentos.

Procesador de alimentos Black & Decker

Balanza de humedad con lámpara halógena modelo MOC63 (Shimadzu, Suiza).

Equipo modelo DK 12 heating digester (Velp Scientifica, USA)

Soxlet.

Mufla modelo D8 (Terrígeno, Colombia).

Balanza analítica (PA-214, Ohaus).

Pie de rey

Micrómetro 0-25 x 0.01mm

Horno tostador Black & Decker

Incubadora



Procedimiento y Técnicas para Objetivo 1.

Adecuación y optimización de condiciones apropiadas del galpón para el desarrollo del proyecto.

Elección de los Animales de Estudio y Condiciones Ambientales.

Se elegirán animales para el estudio de la inclusión de las dietas experimentales: Gallinas ponedoras, de la línea ISA Brown de 11 semanas de edad con un peso promedio entre 800 y 900 g, serán alojadas en jaulas de 120 cm x 80 cm x 70 cm, a razón de 5 aves/ jaula.

Los estudios se realizarán en la granja de la Universidad Popular del Cesar, a una altitud de 168 m.s.n.m, temperaturas entre 28 °C y 34°C, las cuales serán controladas para proporcionarles un microclima apropiado y ajustado a las condiciones fisiológicas de las aves, por medio de cortinas, cercados con anejo y una ventilación adecuada y así mantener las temperaturas de los lugares en donde estarán los animales entre 21°C y 33°C que es el rango para la crianza de aves dependiendo de la fase de levante (Luna 2011).

Recolección y Desengrasado de las Vísceras de Pescado.

Las vísceras de Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*) serán recolectadas en el Gaitero ubicado en el municipio de Sopetrán - Antioquia y transportadas en neveras de icopor con gel refrigerante hasta llegar al laboratorio de investigación en la Universidad de Antioquia, donde se retirará de inmediato un porcentaje importante de aceite por medio de calentamiento a 60°C por 30 minutos (parámetros estandarizados previamente en el laboratorio de investigación), debido que las altas concentraciones de lípidos afectan la formulación de las dietas, luego las vísceras fueron almacenadas a -20°C hasta su posterior uso para el ensilado químico.

Elaboración del Ensilado Químico.

Las vísceras desengrasadas y refrigeradas, después de 12 horas de almacenamiento, se molerán en un procesador de alimentos Black & Decker por 1 minuto a la máxima velocidad, luego estas serán mezcladas con ácido sulfúrico al 98%, Ácido Fórmico al 85%, antioxidante Butil hidroxitolueno y conservante Sorbato de Potasio de acuerdo a la fórmula base descrita en la Tabla 3 (Delgado 2014). **Tabla 3.** Formulación del ensilado químico. Componente Proporción Vísceras 98,68% Ácido Sulfúrico 0.03% Ácido Fórmico 1.16% Antioxidante BHT 0,002% conservante Sorbato de potasio 0,12%. Para dosificar las materias primas se empleará una balanza analítica (PA-214, Ohaus). Posteriormente el ensilado se mezclará cuidadosamente con varilla de vidrio hasta obtener una mezcla homogénea, el recipiente se sellará herméticamente y se almacenará en un lugar limpio, seco y alejado de la luz por diez días mezclando diariamente.



Evaluación del Alimento en las Aves.

Las gallinas se recibirán en el galpón de la granja de la universidad para iniciar el estudio, serán pesados e iniciarán con la incorporación de las dietas experimentales que serán suministradas en cantidades de acuerdo al peso vivo del animal según lo describe Lohmann (2007). De ahí, cada 7 días se pesarán las aves durante toda la evaluación para determinar la ganancia de peso, se realizará seguimiento a los parámetros fisiológicos de los aparatos respiratorio y digestivo, descartando jadeos, estertores, disneas a nivel respiratorio y en lo digestivo vigilar que no presenten diarreas o síndrome de mala absorción. El consumo de alimento se medirá diariamente, suministrando una cantidad pesada y restando el sobrante al día siguiente. Se evaluará la determinación de la digestibilidad aparente (D.A.) de materia seca (M.S.), utilizando la metodología propuesta por Wiesemuller (1983), Para tal análisis se usarán bandejas de recolección de heces, las cuales serán pesadas al inicio y final del periodo de alimentación y se determinara qué cantidad del alimento consumido ha sido asimilado. La D.A. se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$\text{digestibilidad aparente de M. S.} = \frac{\text{cant de M. S. ingerida} - \text{cant de M. S. excretado}}{\text{cant de M. S. ingerido}} \times 100$$

Procedimiento y Técnica para Objetivo 2.

Basados en los requerimientos de la norma FEDNA 2018, se realizará la formulación de las dietas a través de un software, balanceando los porcentajes para cada insumo.

Procedimiento y técnica para objetivo 3 y 4.

Métodos Analíticos.

Se realizarán análisis fisicoquímicos y microbiológicos, al ensilado químico, a los huevos y a los alimentos desarrollados a partir de las diferentes formulaciones, mediante los métodos descritos a continuación: Determinación de humedad: La humedad se determinará según el método oficial de análisis (AOAC 950.46, 2000), el cual se realizará empleando una balanza de humedad con lámpara halógena modelo MOC63 (Shimadzu, Suiza). Todas las determinaciones se realizarán por triplicado. Determinación de proteína: La técnica utilizada será microkjendahl según el método oficial (AOAC 928.08, 2000). Se utilizará un equipo modelo DK 12 heating digester (Velp Scientifica, USA), Todas las determinaciones se realizarán por triplicado. Determinación del extracto etéreo: Se realizará de acuerdo al método oficial extracción por solventes (AOAC 7.062, 2000). Todas las determinaciones se harán por triplicado. Determinación de cenizas: según el método oficial de análisis (AOAC 923.03, 2000), donde se calcinará la muestra a 550°C en una mufla modelo D8 (Terrígeno, Colombia). Todas las determinaciones se realizarán por triplicado. Análisis microbiológicos: coliformes totales y fecales, bacterias mesófilas aerobias, Salmonella, ECSR, Mohos y levaduras, según las indicaciones de la NTC 2107.



Análisis del Huevo.

Se realizará la caracterización proximal para determinar la composición mediante los métodos definidos en el apartado de “métodos analíticos”. Sumado a esto se realizará los siguientes análisis:

Peso: Se determinará el peso del huevo, durante la etapa de postura de las aves. Se tomarán las muestras cada día, separadas por grupo. Se pesará en una balanza analítica para su posterior análisis.

Diámetro longitudinal y diámetro transversal: Se determinará la forma y simetría del huevo a partir de la medida del diámetro longitudinal y transversal, mediante el uso de un vernier.

Altura de albúmina: Para estimarlo, se utilizará un medidor de altura de la clara que es una forma indirecta de medir la viscosidad de la clara. El huevo se quiebra en una plataforma para exponer la clara y se mide con el vernier en mm.

Unidades Haugh. Es una medida internacional para determinar la calidad y frescura de los huevos relacionando peso del huevo en gramos y la altura de la albúmina en milímetros. Con base en dichas medidas se calcula las unidades a partir de la siguiente ecuación:

$$UH = 100 \log (h - 1.7p^{0.37} + 7.6)$$

Grosor del cascara: Se realizará la medida con un micrómetro. Los huevos son conocidos por su delicadez, así que la alimentación juega un papel muy importante en la aportación de calcio y fosforo para suplir al ave y también para desarrollar un huevo resistente. Los huevos son sometidos a muchos movimientos desde que son producidos en la granja hasta que llegan al consumidor. Entre más gruesa es la cáscara, el huevo es más resistente a fracturas y pérdida de su integridad interna.

Fuerza de ruptura: Mediante texturómetro, se evaluará la dureza de la cáscara, al medirse de forma precisa y repetible, la fuerza (N) que es capaz de soportar el huevo hasta romperse (Revista aviNews América Latina, 2017).

Análisis sensorial: Este análisis se realizará mediante un test de valoración de calidad que utiliza el método de la escala Karlsruhe, la cual mide nueve puntos, en donde cada valor está perfectamente descrito para cada parámetro. Esta escala permite discriminar sobre la intensidad en que los componentes internos del huevo (clara y yema) se presentan, y lo hace de la forma que todos los componentes típicos del alimento se describen en el tramo 7-9. Los componentes extraños o atípicos que aparecen en el alimento sin perjudicar la comestibilidad se describen en el tramo 4-6 y los componentes extraños que deterioran la calidad hasta hacerla no comestible y aun repugnante se incluyen en el tramo 1-3. Se evaluarán sensorialmente muestras de huevos



cocidos y la escala de calificación es la que se presenta en la tabla 4. Los parámetros para evaluar son: color, forma, olor, sabor y textura. (Wittig, 2001).

Tabla 4. *Escala Karlsruhe aplicada en análisis sensorial de huevos cocidos.*

Características	Típicas			Deterioro tolerable			Deterioro indeseable		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Color	Excelente	Muy buena	Buena	Satisfactoria	Regular	Suficiente	Defectuosa	Mala	Muy mala
Forma									
Olor									
Sabor									
Textura									

Procedimiento y Técnica para Objetivo 5.

Se determinarán los costos de las dietas experimentales mediante la relación costo-beneficio.

Análisis Estadístico.

En la parte estadística se realizarán comparación de dos muestras independientes para cada variable en estudio. En los grupos donde sean significativas las medias de las variables como consumo de alimento, ganancia de peso de las aves, porcentaje de postura, peso del huevo, conversión alimenticia y digestibilidad se procederá con la aplicación de pruebas de diferencias de medias por Tukey con $p < 0.05$.



Resultados y discusiones.

Composición química y análisis microbiológico del ensilado de pescado, de las dietas experimentales y del huevo.

Tabla 5. *Composición química del ensilado de pescado*

Análisis (%)	Valor
Proteína cruda	6,85±0,047
Humedad	81,27 ± 0,093
Grasa	9,08 ± 0,01
Cenizas	2,69 ± 0,008

La composición química del ensilado de pescado se presenta en la tabla 5 y, se observó que son semejantes a los reportados por Suarez et. al., (2018), en la preparación de un ensilado químico de tilapia donde los porcentajes alcanzados fueron: proteína 7.12 %, humedad 82.61%, grasa 6.12%, excluyendo cenizas con 0.97%. Otros autores han reportado los siguientes resultados, similares o mayores, como, por ejemplo, Llanes et al. (2007) en la elaboración del ensilado químico, a base de carpa cabezona (*Aristichthys nobilis*) y ácido sulfúrico obtuvo los posteriores valores: humedad 74.01%, proteína 13.08%, grasa 9,70% y cenizas 6.32%. Así mismo Vignuzzi et al., (2012) en la elaboración de ensilado químico a base de carpa común (*cyprinus carpio*) utilizando ácidos fórmico y sulfúrico consiguió los subsiguientes datos: humedad 77.62%, proteína 11.99%, grasa 1.80% y cenizas 5.30%. Por ende, la composición de los desechos puede variar por la época de captura, desove, tipo de especie e inclusive de acuerdo al tipo de corte utilizado (Areche et al., 1992).

Tabla 6. *Análisis microbiológicos del ensilado de pescado*

Análisis	Valor	Requisitos (UFC)
Mesófilos aerobios	8 x 10 ²	10 x 10 ⁵
Coliformes totales	34	10 x 10 ⁴
Coliformes fecales	Ausencia	Ausencia
Salmonella	Ausencia	Ausencia
ECSR	Ausencia	20 x 10 ¹
Mohos y levaduras	65	10 x 10 ⁴

El análisis microbiológico del ensilado de pescado se muestra en la tabla 6 y, se observó que los valores obtenidos están dentro de los requisitos establecidos por la NTC 2107, lo cual es favorable para la conservación del ensilado.



Tabla 7. *Composición química de las dietas experimentales*

	Dieta Control (%)	Dieta Ensilado (%)
Proteína	20,3	20,6
Fibra cruda	2,7	2,2
CHO	37,66	36,21
Grasa cruda	9	7,09
Contenido energetico	3600	3500
Calcio	4	4,06
Fosforo	0,9	1,1

Los porcentajes de los nutrientes para cada dieta experimental presentados en la tabla 7, fueron similares entre estas, así mismo o, mayores a los reportados por la Norma FEDNA (2018) para pre-pico de postura, donde los requerimientos nutricionales para proteína mínima son de 17%, fibra cruda > 4,0%, grasa >3,2%, contenido energetico 2670 Kcal/Kg, calcio 3,85%, fosforo 0,60%. También, superan los reportados por (Rostagno et, al., 2005) en las tablas brasileñas para aves y cerdos, donde los requerimientos nutricionales para proteína son de 17%, fosforo 0,37%, de acuerdo a la productividad y consumo de ración, el contenido energetico es de 2900 Kcal/Kg, excluyendo el calcio que es similar, siendo de 4,2%. Por consiguiente, los valores obtenidos en la composición química de las dietas experimentales en este estudio, a pesar de ser algunos nutrientes superiores a los estandarizados por las normas no afectaron las variables productivas.

Tabla 8. *Composición química del huevo*

Análisis (%)	Control		Ensilado	
	Clara	Yema	Clara	Yema
Proteína	82,68	30,29	83,12	30,29
Humedad	85,38	41,75	85,15	40,55
Grasa	NA	58,04	NA	59,77
Cenizas	4,63	3,72	5,22	3,75

La composición química del huevo, tanto para la clara y yema de las dietas experimentales se presentan en la tabla 8 y, se observó que es muy similar entre los dos tipos de muestras de dichas dietas. Así mismo, esta composición es parecida a la reportada por (Quitral et, al., 2009), en huevos comerciales, donde los valores obtenidos para las claras fueron: humedad 87.3%, proteína 85%, grasa 0.79%, excluyendo cenizas con un 0.3%. Del mismo modo, para la yema: humedad 47.1%, proteínas 29.3%, grasa 68,1%, cenizas 1.0% y, al comparar dichos resultados con los alcanzados en esta tesis, se desprende que las yemas de las muestras de huevos analizados tienen un bajo valor de humedad y grasa con respecto a los del autor, pero, el porcentaje de proteína fue superior por las muestras en la presente investigación.



También, otros autores reportaron datos similares o, mayores a los de este estudio como, por ejemplo, Fenavi (2015), en la composición proximal de la clara en huevos secos: humedad 87.57%, proteínas 87.69% y grasa 0.17%.

De la misma manera, los datos de tablas de composición de alimentos latinoamericanos (FAO/LATINFOODS, 2002) para la constitución de la clara revelo los valores subsiguientes en Colombia: humedad 87.8%, proteína 88.52%, grasa 0%, cenizas 0.6%. Igualmente, en la yema: humedad 49.4%, proteína 32.21%, grasa 63.04%, cenizas 1.7%.

Por consiguiente, el origen de las gallinas, fuente de alimentación y hábitat determinan diferencias en los huevos. (Sánchez et, al., 2009).

Tabla 9. *Análisis microbiológico del huevo*

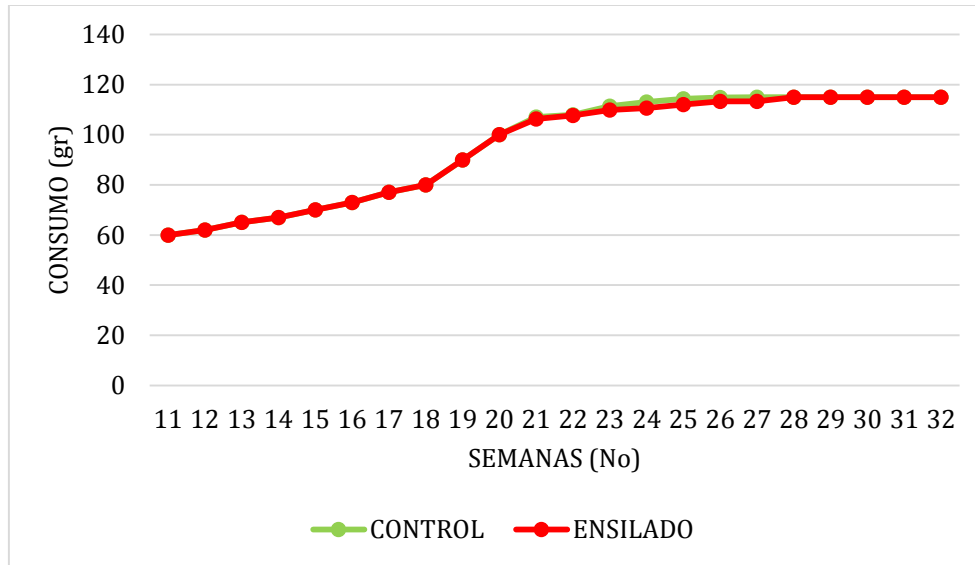
Análisis	Control	Ensilado	Requisitos (UFC)
Mesófilos aerobios	8 x 10 ³	15 x 10 ⁵	10 x 10 ⁵
Coliformes totales	34 x 10 ¹	3,5 x 10 ³	10 x 10 ⁴
Coliformes fecales	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia
ECSR	Ausencia	Ausencia	20 x 10 ¹
Mohos y levaduras	65 x 10 ¹	8,2 x 10 ³	10 x 10 ⁴

El análisis microbiológico del huevo para cada dieta experimental se describe en la tabla 9 y, se observó que los valores registrados están dentro de los requisitos establecidos por la NTC 2107, excluyendo mesófilos aerobios en ensilado presentando un leve aumento. Así mismo, al comparar entre las dietas los valores de cada microorganismo presente en los huevos, el tratamiento control mostro menos cantidades de UFC frente al ensilado. Por consiguiente, estos resultados indican que los huevos son aptos para el consumo.

Consumo de alimento.

El consumo de alimento de la gallina ponedora fue variable, aumentando cada semana la cantidad en gramos (grafica1), aunque no se presentó diferencias significativas estadísticamente ($P > 0,05$) entre las dietas control y ensilado la mayor ingesta fue de 115 g por ave. De acuerdo con (Abdullah, et. al., 2010; Siegel, 2014) diversas causas pueden modificar la ingesta de alimento en las aves, como la temperatura ambiental, el contenido energético de la dieta, la textura y la palatabilidad del alimento. Por consiguiente, la ingesta de alimento puede aumentar debido a una mayor frecuencia de alimentación, suministro en momentos más frescos del día y uso de tiempos más largos de luz (NRC, 1994).

Gráfica1. Consumo de alimento semanal por dietas (gr)



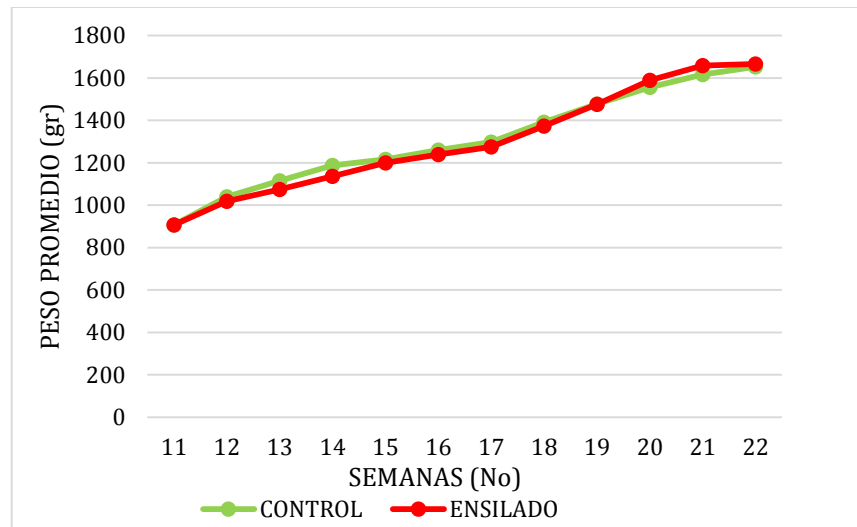
Digestibilidad.

Este análisis se realizó en las aves a las 32 semanas de edad. No se detectó ninguna diferencia significativa ($P > 0,05$) entre las gallinas alimentadas con las dietas control y ensilado, ya que tuvieron un rendimiento muy similar, siendo para la dieta control un coeficiente de digestibilidad aparente de materia seca del 84% y para ensilado 85%. Según (Arruda, et. al., 2012), las aves maduras tienen un sistema digestivo completamente desarrollado y una mayor producción de enzimas digestivas, lo que permite una mayor permanencia y absorción de los nutrientes contenidos en los alimentos. Estos resultados están de acuerdo con los autores anteriores y fueron mejores que los reportados por (Batalha, et. al., 2017), ya que, en este, el coeficiente de materia seca fue de 70.87% con una inclusión de ensilado del 3% en gallinas ponedoras de 71 semanas de edad.

Ganancia de peso del ave.

Las gallinas ponedoras mostraron una gran ingesta de alimento, por lo que tuvieron un rápido aumento de peso desde el inicio del estudio; el mayor peso corporal fue ($1665,5 \pm 91,99$) durante la semana 22 en la que se incluyó el 17.36% del ensilado en la dieta y seguido ($1652,67 \pm 50,36$) para la dieta control (grafica 2), logrando una ganancia promedio general de $746,33 \pm 57,7$ para las aves de la dieta control y de $758,66 \pm 92,63$ para las aves de la dieta ensilado. Al comparar dichas ganancias se observó que no hubo un efecto significativo estadísticamente entre las dos dietas, pero si hubo un aumento mayor para las aves de la dieta ensilado. Dichos resultados son satisfactorios para este estudio, debido a que otras publicaciones argumentan que la inclusión del ensilaje de pescado en la dieta no mostró ningún efecto sobre el aumento de peso (Abdullah, et. al., 2010; Santana, et. al., 2008, Vizcarra, et. al., 1999).

Gráfica 2. Pesos promedios de aves por dieta vs semanas



Producción de huevos.

La edad al primer huevo vario entre las 15 y 18 semanas (tabla 10). La edad al primer huevo fue más baja (15 semanas) en las gallinas alimentadas con la dieta control y más alta (18 semanas) en las gallinas alimentadas con la dieta ensilado.

Tabla 10. Numero de huevos (No) y % de producción por dietas

Edad en semanas de las aves	T1(Control)	% postura T1	T2(Ensilado)	% postura T2
18	37	18,22	12	5,71
19	42	20,68	25	11,9
20	68	33,49	60	29,55
21	108	53,20	97	47,78
22	138	67,98	125	61,57
23	155	76,35	143	70,44
24	174	85,71	153	75,36
25	172	84,72	150	73,89
26	173	85,22	153	75,36
27	163	80,29	157	77,33
28	174	85,71	145	73,97
29	175	86,20	142	72,44
30	169	86,22	150	76,53
31	159	84,12	149	76,02
32	155	82,01	153	78,06
Número total de huevos	2101		1814	
Edad al comienzo de postura	15		18	



Estos resultados indican que las aves alimentadas con la dieta control y las alimentadas con la dieta ensilado tuvieron un rendimiento aceptable de producción de huevo. Debido a esto, la edad al primer huevo fue más baja que la reportada por (Niranjan, et. al., 2008), donde la madurez sexual fue a las 22 semanas de edad en tres linajes genéticos de gallinas indígenas. Por consiguiente, el pico de postura de huevos estuvo entre la semana 29 para las aves alimentadas con la dieta control y la semana 27 para las alimentadas con ensilado. Por ende, la dieta control tuvo mejor rendimiento en producción de huevos con un porcentaje de 86,22 % y 78,06 % para la dieta ensilado, esto se debe a que las gallinas alimentadas con la primera dieta iniciaron la puesta de huevos a una edad más temprana que las de ensilado. Estos resultados fueron mejores que (Alemu, 2018), ya que, en su estudio hasta las 40 semanas de edad de las aves, tuvo una producción total de huevos de 74,9 % para gallinas alimentadas con una dieta control y 71,3 % para gallinas alimentadas con una dieta del 8% de inclusión de ensilaje de pescado.

Peso del huevo.

Los pesos de los huevos registrados en intervalos de tres semanas de edad a partir de la semana 18 se presentan en la tabla 11. No se observó diferencia significativa estadísticamente ($P > 0,05$) entre los huevos de las dietas control y ensilado, pero se observó que a medida que aumentaba las semanas en edad de las aves así mismo aumentaba el peso del huevo. Dichos resultados están de acuerdo con los informes de (Padhi, et. al, 2013; Alemu, 2018). Esto se atribuye a la madurez del ave y su peso corporal, puesto que las aves más pesadas ponen huevos más pesados (NRC, 1994). Aunque, fueron mejores que los reportados por (Niranjan, et. al., 2008) donde el peso de los huevos fue de 43,90 y 45,04 gramos para dos linajes genéticos de gallinas indígenas.

Tabla 11. *Peso de huevos por dietas (gr)*

Edad en semanas de las aves	T1 (media ± error estándar)	T2 (media ± error estándar)
18 - 20	49,80 ± 1,47	45,23 ± 5,39
21 - 23	55,23 ± 0,49	55,04 ± 0,97
24 - 26	58,14 ± 0,48	58,28 ± 0,61
27 - 29	58,28 ± 0,56	60,14 ± 0,61
30 - 32	57,90 ± 0,45	58,85 ± 0,64

Conversión alimenticia.

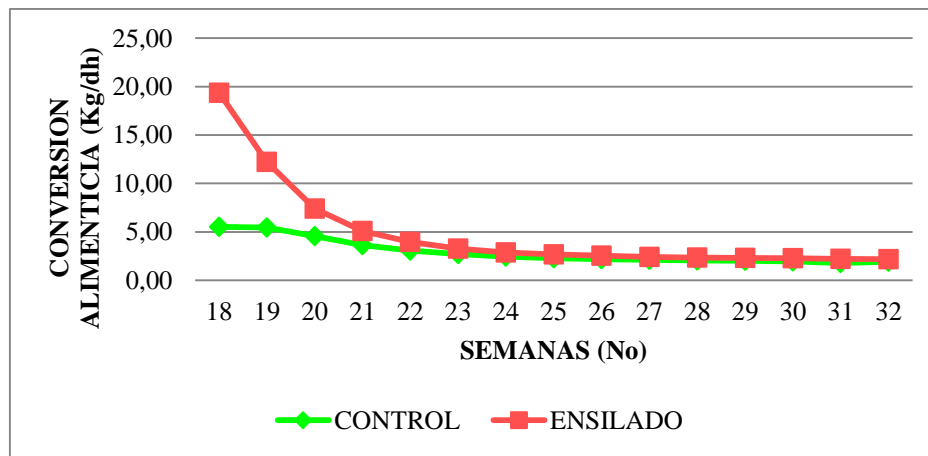
Para la conversión alimenticia por docena de huevos, no se presentó diferencias significativas estadísticamente entre las dos dietas, pero se observó que las gallinas de la dieta ensilado requirieron mayor cantidad de alimento en las primeras 4 semanas para producir una docena de huevos (en la tabla 12 se describen los valores obtenidos en intervalos de 3 semanas a partir de la semana 18), esto se debe a que la producción de huevos en estas semanas para dicha dieta era menor que la producción de huevos de la dieta control.

Tabla 12. *Conversión alimenticia para porcentaje de postura por dietas (Kg/dh)*

Edad en semanas de las aves	T1 (media ± error estándar)	T2 (media ± error estándar)
18 - 20	5,174 ± 1338,72	13,001 ± 14956,7
21 - 23	3,138 ± 1175,69	4,102 ± 2290,78
24 - 26	2,283 ± 330,02	2,687 ± 432,79
27 - 29	2,046 ± 134,41	2,357 ± 129,96
30 - 32	1,934 ± 56,00	2,223 ± 90,67

Las conversiones de alimento determinaron que, entre las 30 y 32 semanas de edad, las gallinas de la dieta control requerían 1,93 kilogramos de alimento para producir más de 2 docenas de huevos y 2,22 kilogramos de alimento las gallinas de la dieta ensilado. Dichas determinaciones se muestran más claramente en la gráfica 3. Estos resultados fueron mejores que los reportados por (Batalha, et. al., 2018), en donde la conversión alimenticia para una docena de huevo fue de 2,92 kilogramos en una dieta control y 3,74 kilogramos para una dieta con 3% de inclusión de ensilado de pescado.

Grafica 3. *Conversión alimenticia por docena de huevos (Kg/dh).*



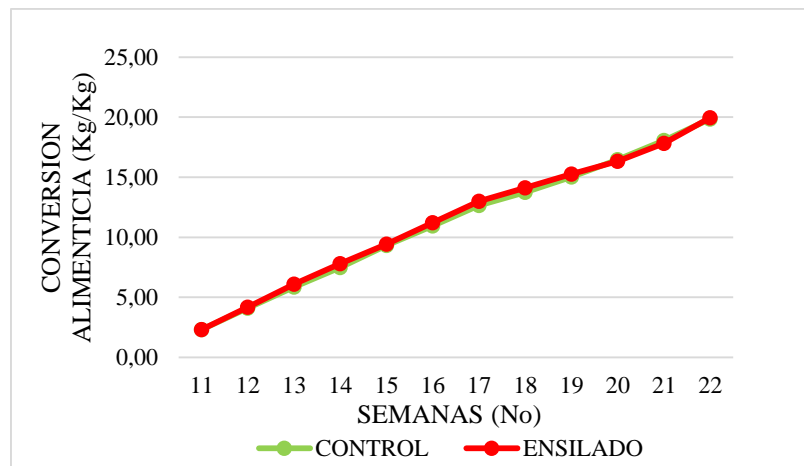
En la conversión alimenticia para ganancia de peso no se observó diferencias significativas estadísticamente entre las dietas control y ensilado (en la tabla 13 se describen los valores obtenidos en intervalos de 3 semanas a partir de la semana 11).

Tabla 13. *Conversión alimenticia para ganancia de peso (Kg/Kg) por dietas*

Edad en semanas de las aves	T1 (media ± error estándar)	T2 (media ± error estándar)
11 - 13	0,409 ± 4,42	0,420 ± 4,70
14 - 16	0,925 ± 4,32	0,949 ± 4,22
17 - 19	1,381 ± 2,95	1,413 ± 2,80
20 - 22	1,813 ± 4,22	1,803 ± 4,51

Los resultados mostraron que entre las semanas 20 y 22 las gallinas alimentadas con la dieta control tuvieron una conversión alimenticia para ganancia de peso de 1,81 kilogramos y 1,80 kilogramos para las gallinas de la dieta ensilado, muy similar estas dos, lo que demostró un buen rendimiento. Dichos efectos se aprecian mejor en la gráfica 4. Estos resultados fueron mejores que los de (Batalha, et. al., 2018) en el que reportaron una conversión alimenticia de ganancia de peso del 2,01 kg/kg en gallinas alimentadas con una dieta que contenía el 3% de inclusión de ensilado de pescado.

Grafica 4. *Conversión alimenticia para ganancia de peso*



Pruebas rápidas del huevo.

En la longitud y diámetro del huevo, la altura de la albumina, unidades Haugh, grosor de cascaron y fuerza de ruptura no se observó diferencias significativas estadísticamente entre las muestras de las dos dietas experimentales (tabla 14) pero, se pudo apreciar que los valores obtenidos fueron similares entre las mismas, excluyendo las Unidades Haugh (UH) que mostraron un leve incremento para la dieta ensilado, así mismo el grosor de cascaron resultó mayor para esta misma.

Tabla 14. *Calidad del huevo de gallinas ponedoras por dietas*

	Control	Ensilado
Longitud del huevo (mm)	52,25 ± 1,39	51,25 ± 1,32
Diámetro del huevo (mm)	40,25 ± 1,07	40,5 ± 0,99
Altura Albumina (mm)	7,83 ± 0,49	8,16 ± 0,69
Unidades Haugh (UH)	89,3 ± 2,56	91,2 ± 3,78
Grosor cascaron (µm)	575,4 ± 30,09	582,9 ± 30,21
Fuerza de ruptura (N)	44,14 ± 4,45	44,26 ± 9,38



La longitud y diámetro del huevo son características para medir la calidad externa del huevo, así como la altura de la albumina y las unidades Haugh (UH) son métodos confiables para medir la calidad interna del huevo, siendo este último el más exacto y utilizado en los países desarrollados y, al encontrar en este estudio valores superiores a 79 UH (89,3 – 91,2) los huevos son clasificados como extra (AA). Estos resultados alcanzados superaron los reportados por (Niranjan, et. al., 2008) en el que la longitud del huevo fue de 51,73 mm y diámetro 38,56 mm en un linaje genético de gallinas indígenas, además, el grosor de cascara fue de 320 μm y UH de 67,34. También, fueron mejores que (Carranco, et. al., 2003) donde las UH encontradas fueron de 87,69 y 84,78 en gallinas alimentadas con una inclusión del 10% y 25% de harina de cabezas de camarón (HCC). Del mismo modo para el grosor de cascara reportaron valores de 324,3 μm y 336,8 μm en gallinas alimentadas con el 0% y 25% de inclusión de HCC y, altura de albumina con valores de 7,70 mm en inclusión del 25 % de HCC. Igualmente, para la fuerza de ruptura, los efectos obtenidos fueron similares a los informados por Cavero (2016), donde registro la evolución de la resistencia de la cascara a rotura según la edad de la gallina y, entre las 20 – 30 semanas, la máxima fuerza de ruptura que soporto la cascara del huevo fue de 45 N y, además, superaron los presentados por (Niranjan, et. al., 2008) en donde la resistencia de la cascara fue de 29 N en un linaje genético de gallinas indígenas. Por consiguiente, estos resultados fueron buenos para la calidad del huevo, y se le atribuye a la nutrición de las aves, debido al adecuado balance entre el calcio, fosforo y otros nutrientes que son importantes para la conservación de la integridad y calidad de la cascara (King'ori, 2012).

Análisis sensorial.

Se utilizó una población de 20 personas mayores de 14 años para aplicar el test de valoración de huevos cocidos y, con los datos obtenidos se hizo un análisis estadístico de comparación de las muestras en el cual no se observó diferencias significativas entre cada parámetro. En la tabla 15 se presentan los promedios adquiridos por los participantes en las muestras por parámetro. En cuanto al color, los participantes expresaron por medio de la puntuación que existe una mínima diferencia entre las muestras de las dos dietas. Esto se debe principalmente a la yema que es de color amarillo pálido en los huevos de ensilado, mientras que en los huevos control es de color amarillo intenso, el que obtuvo mayor puntuación. Así mismo, las causas en las variaciones en el color de las yemas de huevo se deben a la cantidad y tipo de xantofilas en la dieta, a las enfermedades de las aves, estrés, contenido de grasa en la dieta y la relación huevo/alimento, entre otras. Esta última causa puede ser la principal, ya que, a medida que aumenta la producción de huevos, los pigmentos de la dieta se distribuyen sobre mayor cantidad de yemas con la correspondiente reducción en el color y viceversa. (North & Bell, 1993; FEDNA, 2018) En los parámetros forma, olor, sabor y textura no se presentó diferencias significativas entre las muestras. Por ende, en la evaluación del test se pudo ver reflejado la aceptación del huevo obtenido por la inclusión de las dietas control y ensilado dentro de los componentes típicos valorado como muy bueno por la mayoría de los consumidores participantes, esto se debe a las características que presentaron los huevos similares a las de un huevo comercial.



Tabla 15. *Valoración sensorial de huevos cocidos*

Características	Huevos control	Huevos ensilados
Color	8,0	7,4
Forma	8,1	8,0
Olor	8,0	8,0
Sabor	8,1	8,0
Textura	8,0	8,0

Costos sobre las dietas experimentales.

Estimando los costos sobre las dietas control y ensilado para el sostenimiento de 60 gallinas en total, se pudo observar en la tabla 16 que la dieta ensilado es menos costosa frente a la dieta control, presentando un total de variación en peso de \$ 46.809.

Tabla 16. *Estimación de costos sobre las dietas*

Descripción	Control	Ensilado	Variación en peso \$	Variación en %
Insumos	100.100	100.100	0	0
Concentrado/mes	139.744	101.935	37.809	-27
Producción de huevos/mes	243000	234.000	9.000	-4
TOTAL	482.844	436.035	46.809	-10



Conclusión.

Al incluir el 17.36% de ensilaje de pescado en la dieta para aves de corral, se obtiene una alternativa viable, igualando y mejorando algunos parámetros zootécnicos a saber:

Favoreciendo el consumo de alimento por su buena palatabilidad, siendo de 115gr/ave/día.

Afecta positivamente la ganancia de peso de las gallinas ponedoras, presentando un aumento general de 758,66 gramos durante el tiempo de estudio, superando la dieta testigo.

Aumenta el peso promedio de los huevos, siendo de 60 gramos.

Mantiene una buena conversión alimentaria para ganancia de peso con 1,80 Kg/Kg.

Mejora la calidad del huevo, sin generar sabores característicos del origen del ensilado (pescado).

Presenta una buena asimilación del alimento, mostrando un coeficiente de digestibilidad aparente de materia seca del 85%.

Impacta efectivamente sobre los costos, por su bajo valor económico en comparación con la dieta testigo, ya que, al incluir el ensilado, se disminuye las cantidades de las otras proteínas vegetales y, por ende, es menos el costo que se generaría, manifestando una variación en peso de \$46.809.

Por lo anterior, la dieta ensilado es una materia prima de alta calidad, que puede sustituir perfectamente una dieta comercial sin afectar los parámetros productivos y aumentar la rentabilidad, siendo competente en el mercado.



Recomendaciones.

Se recomienda la utilización de la dieta ensilado, mejorando la pigmentación, empleando colorantes de la industria de alimentos concentrados o de origen natural, siendo una alternativa para aumentar el color de la yema de huevo.



Bibliografía.

- Abdullah, A., Al-Beitawi, N., Rjoup, M., Qudsieh, R., Ishmais, M. (2010). Características de rendimiento de crecimiento, canal y calidad de carne de diferentes cruces comerciales de pollos de engorde. *El diario de la ciencia avícola*; 47 (1): 13-21. Publicado diciembre 10, 2009. Disponible en <https://doi.org/10.2141/jpsa.009021>
- Alemu, L. A. (2018) Evaluación de ensilado de barbus pequeño a través de la inclusión en alimentos para aves formulados comercialmente. *Int J Poul Fish Sci.* 2 (1): 1-7. Publicado enero 5, 2018. Disponible en <http://dx.doi.org/10.15226/2578-1898/2/1/00105>
- Al-Marzooqi, W. Al-Farsi, M. Kadim, I. Mahgoub, O. & Goddard, J. (2010). “The Effect of Feeding Different Levels of Sardine Fish Silage on Broiler Performance, Meat Quality and Sensory Characteristics under Closed and Open-sided Housing Systems”, *Asian-Aust. J. Anim. Sci*, Vol. 23 (12), pp. 1614-1625. Published october 25, 2010. Available in <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.10119>
- AOAC 7.062. (2000). *Official Methods of Analysis*. 17th Ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD.
- AOAC 923.03 (2000). *Official Methods of Analysis*. 17th Ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD.
- AOAC. 928.08 (2000). *Official Methods of pp. Analysis* 17th Ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD.
- AOAC. 950.46 (2000). *Official Methods of Analysis*. 17th Ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD.
- Areche, N., Berenz, Z. & León, G. (1992). “Desarrollo de ensilados de residuos de pescado utilizando bacterias lácticas del yogur”. Instituto tecnológico pesquero del Perú. Informe de pesca. No 441, Supl. Roma, 52-63 pp.
- Arruda, A. M., Melo, A.S., de Oliveira, V. R., Souza, D. H. y de Oliveira, J. F. (2012). Avaliação nutricional do feno de maniva de mandioca com aves caipiras. Fuente: *Acta Veterinaria Brasilica*, 6 (3), 204-210. Postado em 27 de dezembro de 2012. Disponível em <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/acta/article/view/2402>
- Avantor. (2015). Hoja de seguridad de ácido sulfúrico. EE. UU: Avantor performance materials Inc. Publicado febrero 2, 2015. Disponible en <https://www.javeriana.edu.co/documents/4486808/5015300/ACIDO%20SULFURICO.pdf/5242a57f-6604-4cc4-80de-b3656992d001>



- Baltazar, P. M., & Palomino, A. R. (2004). Manual de cultivo de tilapia. Acuerdo de Colaboración Institucional AECI/PADESPA-FONDEPES. Sub proyecto: Programa de Transferencia de Tecnología en Acuicultura para Pescadores Artesanales y Comunidades Campesinas. Publicado junio 2014. Disponible en <https://docplayer.es/2275253-Manual-de-cultivo-de-tilapia.html>
- BASF. (2011). Hoja de seguridad de ácido fórmico. EE. UU: BASF corporation.
- Batalha, O. S., Alfaia, S. S., Cruz, F. G., Jesus, R. S., Rufino, J. P., Silva, A. F. (2018). Pirarucu By-Product Acid Silage Meal in Diets for Commercial Laying Hen. Brazilian Journal of Poultry Science. Published June 2018. Available in <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2017-0518>
- Batalha, O. de S., Alfaia, SS, Cruz, FGG, Jesus, RS de, Rufino, JPF y Costa, VR (2017). <b & gt; Digestibilidad y características físico-químicas de la harina de ensilaje ácido hecha de desechos de pirarucu en dietas para gallinas ponedoras comerciales. Acta Scientiarum. Ciencias animales, 39 (3), 251-257. Publicado julio 14, 2017. Disponible en <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v39i3.35112>
- Belli, J. E. (2009). Estabilidad aeróbica y día óptimo de uso del ensilado biológico de pescado para la alimentación animal. Universidad veracruzana. Disponible en <https://repositorio.leon.uia.mx/xmlui/12345678/107>
- Bello, R. (1994). Taller "Tratamiento y utilización de desechos de origen animal y otros desperdicios en la ganadería." La Habana, Cuba.: FAO. Publicado septiembre 1994. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-w4132s.pdf>
- Berenz, Z. (2002). Utilización de residuos de pescado en pollos. Callao (Perú): Instituto Tecnológico Pesquero Del Perú, p. 32–34. Disponible en <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/APH134/cap2.htm>
- Beveridge, M. C. & McAndrew, B. J. (2001) Tilapias: biology and exploitation, Londres: Kluwer Academic Publishers Fish and Fisheries. Available in <https://www.springer.com/gp/book/9780412800900>
- Botello, A., Toledo, J., García, T., Llanes, J., & de la Vega, J. (2010). Conservación in vitro de tres ensilajes de pescado (Opisthonema oglinum). Caracterización físico-química. Granma Ciencia, 14(1).
- Braga, E., Malveira, J., Milhome, M., de Aquino, M., do Nascimento, R. (2015). " Caracterización de los ácidos grasos presentes en las aguas residuales de la producción de tilapia biodiesel ", Journal of Chemistry, vol. artículo



ID 265160, 6 páginas. Publicado marzo 17, 2015. Disponible en <https://doi.org/10.1155/2015/265160>

Carranco, M. E., Calvo, C., Arellano, L., Pérez, G. F., Ávila, E., Fuente, B. (2003). Inclusión de la harina de cabezas de camarón penaeus sp. en raciones para gallinas ponedoras. Efecto sobre la concentración de pigmento rojo de yema y calidad de huevo. *Interciencia*, 28(6). Publicado junio 2003. Disponible en http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000600004

Cavero, D (2016). La calidad del huevo en el punto de mira – Calidad Externa. *Revista aviNews América Latina*. Publicado enero 2016. Disponible en <https://avicultura.info/la-calidad-del-huevo-en-el-punto-de-mira-calidad-externa-2/>

Chalamaiah, M., Dinesh, B., Hemalatha, R., & Jyothirmayi, T. (2012). Fish protein hydrolysates: proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: a review. *Food Chemistry*, 135(4), 3020-3038. Published July 11, 2012. Available in <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22980905/>

De la Ossa, J. & Botero, L. (2003) Guía para la cría, manejo y aprovechamiento sostenible de algunas especies animales promisoras y otras domésticas. Bogotá: CAB ciencia y tecnología. Disponible en https://books.google.com.co/books?id=eypvt2IA788C&printsec=frontcover&hl=es&source=gsb_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Delgado, J. M., (2014). Estudio de la cinética del proceso de ensilado de vísceras de trucha arcoíris (*oncorhynchus mykiss*) para la producción de una base proteica con potencial uso en alimentación animal. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

Deraz, S. F. (2015). Protein Hydrolysate from Visceral Waste Proteins of Bolti Fish (*Tilapia nilotica*): Chemical and Nutritional Variations as Affected by Processing PHS and Time of Hydrolysis. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 24, 614-631. Published July 25, 2015. Available in <https://doi.org/10.1080/10498850.2013.797534>

Díaz, H. L. (2004). Efecto de la suplementación con el ensilaje de residuos de una planta procesadora de tilapia (*Oreochromis niloticus*) sobre el consumo voluntario y la digestibilidad de nutriente de heno de gramíneas y leguminosas tropicales. Universidad de Puerto Rico. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.11801/1371>

FAO. (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponible en <http://www.fao.org/3/i9540es/I9540ES.pdf>



- FAO. (2013). Revisión del desarrollo avícola. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i3531s.pdf>
- FAO. (2010). Manejo eficiente de la gallina de patio. Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-as541s.pdf>
- FAO / LATINFOODS. (2002). Tabla de Composición de Alimentos de América Latina". Disponible en http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/bases/alimento/default.htm
- FAO. (1987). The Nutrition and Feeding of farmed fish and shrimp. A training manual. 1. The essential nutrients. Food Agriculture Organization. Brasilia, Brasil. 132 pp. Available in <http://www.fao.org/3/ab470e/AB470E00.htm>
- FEDNA (2018). Necesidades nutricionales para avicultura. Normas FEDNA (segunda edición). Edita: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Imprime: improtalia S.L. ISBN: 978-84-09-06529-5. Disponible en <http://www.fundacionfedna.org/node/75>
- FENAVI (2015). Valor nutricional del huevo y productos del huevo. Federación nacional de avicultores de Colombia. Fondo Nacional Avícola. Bogotá, Colombia. Publicado septiembre 2015. Disponible en <https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/02/4.1.-Valor-Nutricional.pdf>
- Garcés, Y. (2015). Evaluación del crecimiento y aprovechamiento nutritivo in vivo e in vitro de ensilados de subproductos piscícolas en pollos de engorde [Tesis Maestría en Ciencias Agrarias]. Palmira (Colombia): Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Escuela de Posgrado, 160 p.
- Garcés, Y. J., Perea, C, Valencia, N. F., Hoyos, J. L., & Gómez, J. A. (2015), "Nutritional effect of the chemical silage of fish by-products in broiler (*Gallus domesticus* et al.) Feeding", Cuban Journal of Agricultural Science, Vol. 49 (4), pp. 503-508.
- Guzel, S. Yazlak, H. Gullu, K. & Ozturk, E. (2011). "The effect of feed made from fish processing waste silage on the growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)", African Journal of Biotechnology, Vol. 10 (25), pp. 5053-5058. Published September 12, 2013. Available in <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/94191>
- He, S., Franco, C. & Zhang, W., (2013). Functions, applications and production of protein hydrolysates from fish processing co-products (FPCP). Food Research International, 50(1), pp.289-297. Published January 2013. Available at <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.10.031>
- Luna, J. (2011). Evaluación de los parámetros productivos y económicos de las ponedoras de la línea Lohmann brown-classic en la fase de levante, en la finca experimental punzara de



la universidad nacional de Loja. Disponible en

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5422/1/EVALUACION%20DE%20LOS%20PAR%20METROS%20PRODUCTIVOS%20Y%20ECONOMICOS%20DE%20LAS%20PONEDORAS%20DE%20LA%20LINEA%20LOHMANN%20BROWN-CLASSIC%20EN%20LA%20FASE%20DE%20LEVANTE%20EN%20LA%20FINCA%20EXPERIMENTAL%20PUNZARA%20DE%20LA%20UN.pdf>

Jeon, Y. J., Byun, H. G., & Kim, S. K. (1999). Improvement of functional properties of cod frame protein hydrolysates using ultrafiltration membranes. *Process Biochemistry*, 35(5), 471–478. Published January 2000. Available in https://www.researchgate.net/publication/297544594_Improvement_of_functional_properties_of_cod_frame_protein_hydrolysates_using_ultrafiltration_membranes

King'ori, A. M. (2012). Egg Quality Deffects: Types, Causes and Occurrence: A Review. *Journal of Animal Production Advances*, 2(8), 350-357. Available in <https://www.semanticscholar.org/paper/Egg-Quality-Deffects%3A-Types%2C-Causes-and-Occurrence%3A-%27ori/4eda35441c8c68b55de9e7360a46abc171c3a4f5>

Kiosk, N. P., Herstad, O. & Overlad, M., Skrede, A. (2000). Effects of dietary fish silage and fish fat on growth performance and meat quality of broiler chicks. *Can J Anim Sci*. 80(4): 625-632. Published December 2000. Available in https://www.researchgate.net/publication/275994287_Effects_of_dietary_fish_silage_and_fish_fat_on_growth_performance_and_meat_quality_of_broiler_chicks

Kjos, N. P., Skrede, A. & Overland, M. (1999). Effects of dietary fish silage and fish fat on growth performance and sensory quality of growing-finishing pigs. *Can J Anim Sci*. 79: 139-147. Published June 1999. Available in https://www.researchgate.net/publication/250381270_Effect_of_dietary_fish_silage_and_fish_fat_on_growth_performance_and_sensory_quality_of_growing-finishing_pigs

Latcha, T. (1988). Carotenoids-their Nature and Significance in Animal Feeds. Hoffman-La Roche, Suiza. 110 pp. Available in <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19911433050>

Llanes, J., Bórquez, A., Alcaino, J., & Toledo J., (2011). “Composición físico-química y digestibilidad de los ensilajes de residuos pesqueros en el salmón del Atlántico (*Salmo salar*)”, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Vol. 45 (4), pp. 417-422. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193022260012.pdf>

Llanes, J., Toledo, J. & de la Vega J. (2007). “Máximo porcentaje de ensilado químico de pescado en la dieta de clarias *gariepinus* (Burchell, 1822)”. *Revista Electrónica de*



- Veterinaria: REDVET. Vol. VIII, No 9. 1-6 pp. Publicado septiembre 2007. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/26476181_Maximo_porcentaje_de_ensilado_q_uimico_de_pescado_en_la_dieta_de_clarias_gariepinus_Burchell_1822_-_Maximum_percent_of_chemical_fish_silage_in_Clarias_gariepinus_Burchell_1822_diet
- Llanes, J., Toledo, J. & de la Vega, J. (2001). 'Utilización del desecho de pescado en la alimentación de Clarias gariepinus', ACUACUBA, 3(1), pp. 26-31.
- Lohmann. (2007). Lohmann Brown management guide. Lohmann Tierzucht. GMBH. Cuxhaven, Alemania. Available in <https://ibertec.es/docs/articulos/manejo/LTZ-Management-Guide-Alternative-Systems-EN.pdf>
- Mach, D. T., Nguyen, M. D. & Nortvedt, R. (2010). "Effects on digestibility and growth of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) fed fish or crab silage protein", Aquaculture Nutrition, Vol. 16 (3), 305- 312. Published may 6, 2010. Available in [10.1111/j.1365-2095.2009.00666.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2009.00666.x)
- Malaver, L. F., Alméciga, C. J., Morales, I. S., Echeverri, O. Y., Guevara, J., Zuluaga, E., Córdoba, H. & Barrera, L. A. (2009). Cuantificación de aminoácidos en plasma empleando Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia. Acta bioquímica clínica latinoamericana, 43(4), 647-660. Disponible en http://zeus.colsanitas.com/manual_referencia/archivos/cuantificaci.n_de_amino.cidos_bi_oqu.mica.cl.nica_2009.pdf
- Martinez O, N., & Domingo, A. (2003) 'Utilización de frutas como sustrato en el procesamiento de ensilado de pescado', Anales Científicos UNALM, 53(A), pp. 256-270.
- Martínez P., R. (2003). Producción de un ensilado biológico a partir de vísceras de pescado de las especies *Prochilodus mariae* (coporo), *Pseudoplatystoma fasciatum* (bagre rayado) y *Phractocephalus hemiliopterus* (cajaro), 32(1), 80. Disponible en <http://doi.org/10.1024/0301-1526.32.1.54>.
- Martínez, O., Chamorro, S. & Brenes, A. (2015). Protein hydrolysates from animal processing by-products as a source of bioactive molecules with interest in animal feeding: A review. Food Research International, 73, 204-212. Published July 2015. Available in <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.04.005>
- Merino, M. C., Bonilla, S. P., & Bages, F. (2013). Diagnóstico del estado de la acuicultura en Colombia. Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia AUNAP-FAO. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Publicado mayo 2013. Disponible en <https://www.aunap.gov.co/wp->



[content/uploads/2016/04/25-Diagn%C3%B3stico-del-estado-de-la-acuicultura-en-Colombia.pdf](#)

- Niranjan, M., Sharma R. P., Rajkumar, U, Reddy, B. L., Chatterjee, R. N. & Bhattacharya, T. K. (2008). Evaluación comparativa del rendimiento de producción en variedades mejoradas de pollos para la agricultura de traspatio Int J Poultr Sci. 2008; 7 (11): 1128–1131. Disponible en DOI: [10.3923 / ijps.2008.1128.1131](https://doi.org/10.3923/ijps.2008.1128.1131)
- North, M. & Bell, D. (1993). Manual de producción avícola. Editorial Manual Moderno. 3º Edición. Disponible en <http://ceiba.agro.uba.ar/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=272>
- NRC (1994). Requerimientos de nutrientes de las aves de corral. Consejo nacional de investigación. Novena rev. Ed. National Academy Press, Washington, DC. Disponible en <https://doi.org/10.17226/2114>
- Ovissipour, M., Abedian, A., Motamedzadegan, A., Rasco, B., Safari, R. & Shahiri, H. (2009). The effect of enzymatic hydrolysis time and temperature on the properties of protein hydrolysates from Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) viscera. Food Chemistry, 115, 238-242. Published July 2009. Available in DOI: [10.1016/j.foodchem.2008.12.013](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.12.013)
- Padhi, M. K., Chatterjee, R. N, Haunshi, S. y Rajkumar, U. (2013). Estudio sobre el efecto de la edad en la calidad del huevo en pollo. Indio J Poultr Sci.; 48 (1): 122–125.
- Padilla, P. (1996). Técnica del ensilado biológico de residuos de pescado para ración animal. Folia Amazónica vol. 8(2). Disponible en DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v8i2.328>
- Quitain, A., Sato, N. Daimon, H. & Fujie, K. (2001). Production of valuable materials by hydrothermal treatment of shrimp shells. Ind. Eng. Chem., 40, pp.5885-5888. Published November 10, 2001. Available in <https://doi.org/10.1021/ie010439f>
- Quitral, V., Donoso, M. & Acevedo, N. (2009). Comparación físico-química y sensorial de huevos de campo, orgánicos y comerciales. Santiago Chile. Disponible en <http://respyn.uanl.mx/index.php/respyn/article/view/235/217>
- Ramírez, J., Ibarra, J., Romero, F., Rosas, P., Ulloa, J., Matsumoto, K., Vallejo, B. & Mazorra, M. (2013). “Preparation of Biological Fish Silage and its Effect on the Performance and Meat Quality Characteristics of Quails (*Coturnix coturnix japonica*)”, Braz. Arch. Biol. Technol, Vol. 56 (6), pp. 1002-1010. Published Nov/Dec 2013. Available in <https://doi.org/10.1590/S1516-89132013000600016>
- Revista aviNews América Latina. (2017). Determinación de calidad del huevo. Publicado febrero 17, 2017. Disponible en <https://avicultura.info/determinacion-de-calidad-del-huevo/>



- Rostagno H, S., Teixeira L, F., Lopez J., Gomez P, C., de Oliveira R, F., Lopes D, C., Ferreira A, S. & de Toledo S, L. (2005). Tablas brasileñas para aves y cerdos: composición de alimentos y requerimientos nutricionales. 2. Ed – viciosa: UFV; Departamento de zootecnia. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/nutrical/ensenanza/avicultura/Tablas%20aves%20y%20cerdos.pdf>
- Sánchez F., Jiménez O., González, M., Bastida S. (2009). Acercamiento a una realidad nutricional: Influencia de la dieta y estirpe de ponedora sobre la composición grasa de huevos consumidos en la Comunidad Autónoma de Madrid, Instituto de Estudios del Huevo (Madrid, España); 21 pp disponible en www.institutohuevo.com
- Santana, D. H., Ávila, E., Sotelo, A. (2008). Preparación de ensilaje de caballa española (*Scomberomorus maculatus*) y su evaluación en dietas de engorde. Alimentación Animal Ciencia y Tecnología: 129–140.
- Siegel, P. (2014). Evolución del pollo de engorde moderno y la eficiencia alimentaria. Revisión anual de biociencias animales; 2: 375-385. Publicado febrero 2014. Disponible en <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022513-114132>
- Suarez L. M., Montes J. R. & Zapata J. E. (2018). Optimización del Contenido de Ácidos en Ensilados de Vísceras de Tilapia Roja (*Oreochromis spp.*) con Análisis del Ciclo de Vida de los Alimentos Derivados. Grupo de Nutrición y Tecnología de Alimentos, Universidad de Antioquia UdeA, Medellín–Colombia. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000600083>
- Swapna, H. C., Rai, A. K., Bhaskar, N. & Sachindra, N. M. (2010). 'Lipid classes and fatty acid profile of selected Indian freshwater fishes', J Food Sci Technol 47(4), pp. 394-400. Published online 2010 Sep 8. Available in doi: [10.1007/s13197-010-0065-6](https://doi.org/10.1007/s13197-010-0065-6)
- Usgame, D. Z. et al., (2008). Informe general del estudio de prospectiva tecnológica de la cadena colombiana de la tilapia en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, pp.1-95.
- Viglezzi, V., Fernández, A., Tabera, A. & Sesto, A. (2012). Elaboración de ensilado químico a partir de desechos de carpa común (*Cyprinus carpio*) utilizando ácidos fórmico y sulfúrico, con su posterior evaluación físico-química, microbiológica y sensorial. Facultad de Ciencias Veterinarias -UNCPBA- Tandil. Publicado diciembre 2012. Disponible en <http://hdl.handle.net/1834/9132>
- Vizcarra, L. A., Ávila, E., Sotelo, A. (1999). Preparación de ensilaje a partir de desechos de atún y su evaluación nutricional en pollos de engorde. J Sci Food Agric; 79: 1915–1922.



Publicado 13 de septiembre de 1999. Disponible en [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199910\)79:13<1915::AID-JSFA456>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199910)79:13<1915::AID-JSFA456>3.0.CO;2-C)

- Wiesemuller, H. W. (1983). Recomendaciones para la ejecución de experimentos de alimentación. Rama agropecuaria. Universidad de Rostock. Alemania. Ed. MES. La Habana.
- Wittig, E. (2001). Evaluación Sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos Talleres Gráficos. USACH, Chile. Edición Digital. Disponible también en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/121431>

Anexos

Imágenes procesando las vísceras de Tilapia roja para realizar el ensilaje químico.



Vísceras trituradas.



Mezcla homogénea de las vísceras de Tilapia roja y ácidos para formar el ensilaje químico.

Preparación de las dietas experimentales.



En la imagen de la izquierda se ve el extrusor procesando la mezcla de los insumos para el concentrado que sale por los orificios del disco en forma de cuerda y, la imagen de la derecha es el concentrado ya listo para





Instalación y preparación del galpón.



Gallinas instaladas en jaulas.





Vitaminas y antibioticos.



Aplicando dosis de vacuna a manera de gota en el ojo.

Moliendo alimento para reducir el tamaño del pelett



Peso de aves

Postura de huevos.



Registro peso de huevos



Registro pruebas rapidas a huevos.



Analisis sensorial al huevo.



Secado de las heces de aves para prueba de digestibilidad



Analisis fisicoquimicos y microbiologicos a muestras de huevos.



Montaje soxhlet



Destilador de nitrógeno para determinación de proteína



Resultados
microbiológicos

- Mesófilos aerobios (blanco)
- Coliformes totales y fecales (morado)
- Mohos y levadura (amarillo)

Preparación de medios para microbiológicos.



Análisis de textura



Descripción de insumos utilizados para la elaboración de las dietas experimentales.

Dieta ensilado			
Materias primas	Cantidad (kg)	Precio unitario/kg	Precio total
Torta soya	10,06	1700	17102
Harina de pescado	6,82	4000	27280
Ensilado	17,36	400	6944
Harina de maiz	39,09	780	30490,2
Harina de arroz	13,00	880	11440
Roca carbcál	8,05	200	1610
Roca Fosfmone	4,02	1200	4824
Vita mix proiler (vitaminas y minerales 4Kg/ton)	0,4	6983	2793,2
Metionina	0,30	10100	3030
Lisina	0,30	4900	1470
Triptófano	0,30	4800	1440
Treonina	0,30	36000	10800
Total	100		119223,4
Total, por kg			1192,234

Dieta control			
Materias primas	Cantidad (kg)	Precio unitario/kg	Precio total
Torta soya	16,00	1700	27200
Harina de pescado	13,00	4000	52000
Harina de maiz	39,00	780	30420
Harina de arroz	16,00	880	14080
Aceite girasol	4,00	4000	16000
Roca carbcál	8,00	200	1600
Roca Fosfmone	2,5	1200	3000
Vita mix proiler (vitaminas y minerales 4Kg/ton)	0,5	6983	3491,5
Metionina	0,25	10100	2525
Lisina	0,25	4900	1225
Triptófano	0,25	4800	1200
Treonina	0,25	36000	9000
Total	100		161741,5
Total, por kg			1617,415



Descripción de costos de sostenimiento para 60 aves en postura

Costos de sostenimiento para 60 aves en postura					
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	Depreciación
Valor de aves	pollitas	60	23.000	1.380.000	57.500
Subtotal				1.380.000	
Inversión en instalaciones y equipos					
Adecuación de galpón		1	3.000.000	3.000.000	50.000
Bebederos		12	10.000	120.000	5.000
Comederos		12	14.000	168.000	7.000
Molino de 1/2 caballo		1	360.000	360.000	6.000
Horno eléctrico tostador		1	135.000	135.000	2.250
Micrómetro		1	62.200	62.200	1.037
Pie de rey		1	37.000	37.000	617
Gramera digital balanza		1	55.000	55.000	917
<u>Subtotal</u>				3.937.200	130.320
Insumos					
Concentrado control	Mes/Kg	86.4	1617.41	139.744	
Concentrado ensilado	Mes/Kg	85.5	1192.23	101.935	
Vacuna New Castle	Dosis	1	17.000	17.000	
Vitaminas Complemil oral	Litro	1	28.000	28.000	
Antibiótico Enrofloxacina 10%	Litro	1	42.000	42.000	
Canastas de huevos		262	50	13.100	
<u>Subtotal</u>				341.779	
-					
Otros costos					
Energía y agua	Mes	3	10.000	30.000	
Mano de obra directa	Jornal	1	980.657	980.657	
Transporte	Mes	30	14.000	420.000	
<u>Subtotal</u>					
Total, costos				5.658.979	
Ingresos					
Producción huevo control	Huevo/mes	810	300	243.000	
Producción huevo ensilado	Huevo/mes	780	300	234.000	
Ingreso total				477.000	



Cronograma de actividades

Numero	Actividad	Desde	Hasta	Tiempo
1	Planeación y ajuste de actividades	1	12	Semanas
2	Cotizaciones y contrataciones de materiales y asesores	2	3	Semanas
3	Adquisición de materiales	1	2	Semanas
4	Adecuación de instalaciones	2	3	Semanas
5	Preparación de ingredientes y dietas	4	12	Semanas
6	Análisis de insumos y dietas	4	13	Semanas
7	Recepción e instalación de los animales	1	2	Semanas
8	Suministro de las dietas a los animales y registro de datos	20	32	Semanas
9	Organización y evaluación de los datos	20	33	Semanas
10	Publicación de articulo	1	2	Semanas
11	Elaboración y presentación de informe final	1	4	Semanas



Presupuesto del proyecto.

Rubros	Financiado	Contrapartida		Total
		En especie	En dinero	
Equipos	4.000.000			4.000.000
Materiales e insumos	3.350.000		3.350.000	6.700.000
Personal científico	5.000.000	3.000.000		8.000.000
Publicaciones y patentes	450.000			450.000
Salidas de campo			1.000.000	1.000.000
Seguimiento y evaluación (valor total a financiar)				
Servicios técnicos			3.350.000	3.350.000
Viajes			1.800.000	1.800.000
Totales	12.800.000	3.000.000	9.500.000	25.300.000