

**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**  
**CARRERA INGENIERIA AGROPECUARIA**



**Proyecto de investigación previo a la obtención del  
título de Ingeniero Agropecuario**

Efecto de inclusión de dos niveles (10 y 15%) de harina de sachá inchi sobre indicadores productivos y los ácidos grasos poliinsaturados en el huevo de gallinas criollas.

**Autor (as):**

Karla Estefania Aguirre Flores

Jenny Tatiana Aimara Quishpe

**Director del Proyecto:**

Dra. Alina Ramírez Sánchez, PhD

**Puyo – Ecuador**

**2020**



## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, Aguirre Flores Karla Estefania, con C.I: 1725228066; Yo, Aimara Quishpe Jenny Tatiana , con C.I: 1600913022, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente, certificamos libremente que los criterios y opiniones que constan en el presente Proyecto de Investigación bajo el tema: “Efecto de inclusión de dos niveles (10 y 15%) de harina de sachá inchi sobre indicadores productivos y los ácidos grasos poliinsaturados en el huevo de gallinas criollas”.

.....  
Aguirre Flores Karla Estefania

C.I: 1725228066

.....  
Aimara Quishpe Jenny Tatiana

C.I: 1600913022

# **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

Por medio del presente, Yo, Alina Ramírez Sánchez, con C.I: 1756943419 certifico que las egresadas, Aguirre Flores Karla Estefania, Aimara Quishpe Jenny Tatiana, realizaron el Proyecto de Investigación titulado: “Efecto de inclusión de dos niveles (10 y 15%) de harina de sachá inchi sobre indicadores productivos y los ácidos grasos poliinsaturados en el huevo de gallinas criollas”, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria bajo mi supervisión.

.....

Dra. Alina Ramírez Sánchez, PhD

**DIRECTORA DE PROYECTO**

# CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO



## Urkund Analysis Result

Analysed Document: urkund.docx (D63112616)  
Submitted: 1/28/2020 6:11:00 PM  
Submitted By: \${Xml.Encode(Model.Document.Submitter.Email)}  
Significance: 5 %

### Sources included in the report:

proyecto plagio.docx (D63112233)  
informe jimmy antiplagio.docx (D19478620)  
TESIS HOLGUIN.docx (D54988112)  
5. SMLAA 2.docx (D60851026)  
ESTUDIO DEL EFECTO DE LOS ACEITES DE SACHA INCHI (Plukenetia huayllabambana), AJONJO LÍ (Sesamum indicum), MANÍ (Arachis hypogaea), EN LA ELABORACIÓN DE SALCHICHA VEG ETAL TIPO "FRANKFURT.docx (D59375572)  
<https://productosnaturalesperuanos.blogspot.com/2011/03/sacha-inchi.html>  
<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icsa/n2/e2.html>  
[https://www.researchgate.net/profile/Liliana\\_Betancourt2/publication/237669538\\_ENRIQUECIMIENTO\\_DE\\_HUEVOS\\_CON\\_ACIDOS\\_GRASOS\\_OMEGA3\\_MEDIANTE\\_LA\\_SUPLEMENTACION\\_CON\\_SEMILLA\\_DE\\_LINO\\_Linum\\_usitatissimum\\_EN\\_LA\\_DIETA\\_EGG\\_ENRICHMENT\\_WITH\\_OMEGA3\\_FATTY\\_ACIDS\\_BY\\_MEANS\\_OF\\_FLAXSEED\\_SUPPLEMENT/links/55b97a2e08aec0e5f43c3587/ENRIQUECIMIENTO-DE-HUEVOS-CON-ACIDOS-GRASOS-OMEGA3-MEDIANTE-LA-SUPLEMENTACION-CON-SEMILLA-DE-LINO-Linum-usitatissimum-EN-LA-DIETA-EGG-ENRICHMENT-WITH-OMEGA3-FATTY-ACIDS-BY-MEANS-OF-FLAXSEED-SUPPLEMENT.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Liliana_Betancourt2/publication/237669538_ENRIQUECIMIENTO_DE_HUEVOS_CON_ACIDOS_GRASOS_OMEGA3_MEDIANTE_LA_SUPLEMENTACION_CON_SEMILLA_DE_LINO_Linum_usitatissimum_EN_LA_DIETA_EGG_ENRICHMENT_WITH_OMEGA3_FATTY_ACIDS_BY_MEANS_OF_FLAXSEED_SUPPLEMENT/links/55b97a2e08aec0e5f43c3587/ENRIQUECIMIENTO-DE-HUEVOS-CON-ACIDOS-GRASOS-OMEGA3-MEDIANTE-LA-SUPLEMENTACION-CON-SEMILLA-DE-LINO-Linum-usitatissimum-EN-LA-DIETA-EGG-ENRICHMENT-WITH-OMEGA3-FATTY-ACIDS-BY-MEANS-OF-FLAXSEED-SUPPLEMENT.pdf)

### Instances where selected sources appear:

..

## **CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

El proyecto de investigación titulado: “Efecto de inclusión de dos niveles (10 y 15 %) de harina de sacha inchi sobre indicadores productivos y los ácidos grasos poliinsaturados en el huevo de gallinas criollas”, fue aprobado por los siguientes miembros del tribunal.

.....

Dr. Willan Orlando Caicedo Quinche, PhD

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

.....

Dra. Verónica Cristina Andrade Yucailla, PhD

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....

MSc. Juan Carlos Moyano

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## *Agradecimientos*

Damos gracias a Dios por permitirnos llegar hasta esta etapa y disfrutar junto a nuestra familia siempre estando pendiente en cada situación, brindándonos su apoyo en cada decisión tomada que no llevara a ser unas personas responsables, solidarias, respetuosas y trabajadoras con gente que necesite de nuestro apoyo y seguir creciendo cada día más.

Los resultados de cada prueba que hemos experimentado nos ha permitido profundizar nuestro conocimiento a la ciencia, descubriendo más sobre nuestra madre tierra.

A nuestros docentes agradecemos por saber orientarnos con sus saberes dando así su confianza, Este nuevo logro en gran parte es gracias a ustedes y seres queridos; hemos logrado concluir con éxito un proyecto que a la vez nos ayudó a conocer más personas trabajados que nos supieron apoyar de manera bondadosa y alegre.

A todos muchas gracias.

## *Dedicatoria*

Yo, Karla Aguirre dedico a mis padres ya que son mi pilar fundamental y apoyo en mi formación académica, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello de una manera amorosa, a toda mi familia que con su guía he podido ir formándome como persona.

Yo Jenny Ainara a mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

A nuestros docentes, quien se han tomado el arduo trabajo de transmitirnos sus diversos conocimientos, especialmente del campo y de los temas que corresponden a nuestra profesión.

Pero a de más a nuestra tutora la Dra. Alina Ramírez ha sido quien ha sabido encaminarnos por el camino correcto, y quien nos ha ofrecido sabios conocimientos para lograr nuestras metas y lo que nos propongamos.

Y por supuesto a nuestra querida Universidad y a todas las autoridades, por permitirme concluir con una etapa de nuestra vida, gracias por la paciencia, orientación y guiarme en el desarrollo de esta investigación.

Muchas gracias a ustedes por toda su ayuda.

## RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES

La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de dos niveles de inclusión de harina de sachá inchi (10 y 15 %), sobre indicadores productivos y los ácidos grasos poliinsaturados en el huevo de gallinas criollas. Para ello se empleó un diseño completamente al azar, donde se trabajó con 16 gallinas criollas de las cuales 8 pintas y 8 negras distribuidas en cuatro corrales (dos x dieta), alimentadas dos veces al día con 120 g y pastoreadas por 2 h en un área de *Arachis pintoi* (maní forrajero), con un peso promedio medio inicial de 2,29 kg. Las variables analizadas fueron: Peso inicial y final (kg), Número de huevos, masa del huevo (g), Índices del huevo; Altura y longitud (cm), Índice de yema y clara; altura de la yema, radio de la yema, altura de la clara, radio de la clara (mm), Porcentajes de roturas, % de puesta, Producción del huevo; Consumo de alimento (g), Conversión alimenticia (g), más la determinación del perfil lipídico en la yema de huevo. Los datos fueron procesados por el programa SPSS versión 21 al que se le realizó un análisis de comparación de medias. Los huevos criollos en ambas dietas (sachá inchi 10 y 15 %) obtuvo: Omega 3 (2,16 y 1,49 g/100 g), Omega 6 (4,74 y 4,94 g/100g), Omega 9 (11,585 y 12,59 g/100g) respectivamente. Con respecto, a la relación Omega 6/3 se evidenció en ambas dietas y en cada biotipo una relación adecuada, por lo que se manifestó como sigue: negras (4,74 y 2,16), pintas (5,09 y 1,28) al 10 % de inclusión, mientras para el 15 % negras (4,8 y 1,7) y pintas (5,95 y 2,73) de inclusión. Los indicadores de calidad: índice de forma y yema, y las unidades Haugh fueron superiores para la dieta de sachá inchi al 10 %. La adición de harina de sachá inchi logró enriquecer los huevos criollos con ácidos grasos omega (3, 6, 9).

**Palabras Claves:** Ácidos grasos poliinsaturados, huevo criollo, sachá inchi.

## EXECUTIVE SUMMARY AND KEY WORDS

The research aimed to evaluate the effect of two levels of inclusion of sachu inchi flour (10 and 15%), on productive indicators and polyunsaturated fatty acids in the egg of Creole hens. For this, a completely randomized design was used, where 16 Creole hens were worked, of which 8 pints and 8 blacks distributed in four pens (two x diet), fed twice a day with 120 g and grazed for 2 h in an area of *Arachis pintoi* (forage peanut), with an average initial average weight of 2.29 kg. The variables analyzed were: Initial and final weight (kg), Number of eggs, egg mass (g), Egg indices; Height and length (cm), Yolk and clear index; yolk height, yolk radius, egg white height, egg white radius (mm), Percentages of tears, laying%, Egg production; Food consumption (g), Food conversion (g), plus the determination of the lipid profile in egg yolk. The data was processed by the SPSS version 21 program, which underwent a means comparison analysis. Creole eggs in both diets (sachu inchi 10 and 15%) obtained: Omega 3 (2.16 and 1.49 g / 100 g), Omega 6 (4.74 and 4.94 g / 100g), Omega 9 (11.585 and 12.59 g / 100g) respectively. With respect to the Omega 6/3 ratio, an adequate relationship was evident in both diets and in each biotype, so it was manifested as follows: black (4.74 and 2.16), pints (5.09 and 1, 28) at 10% inclusion, while for 15% black (4.8 and 1.7) and pints (5.95 and 2.73) inclusion. Quality indicators: shape index and yolk, and Haugh units were higher for the 10% sachu inchi diet. The addition of sachu inchi flour managed to enrich the Creole eggs with omega fatty acids (3, 6, 9).

**Key Words:** Polyunsaturated fatty acids, creole egg, sachu inchi.

## Tabla de Contenidos

1.CAPITULO I.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Introducción del problema.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivo Especifico.....	3
2.CAPITULO II.....	4
2. Fundamentación teórica.....	4
2.1. Gallinas criollas.....	4
2.2. Origen.....	4
2.3. Clasificación taxonómica de la gallina.....	4
2.4 Formación del huevo.....	5
2.5. Valor nutritivo del huevo.....	6
2.6 Algunos indicadores de calidad del huevo.....	7
2.6.1 Peso del huevo.....	7
2.6.2 Unidades Haugh.....	7
2.7 Características de cría.....	7
2.7.1. Producción en piso.....	7
2.7. 2.. Producción en Jaulas.....	7
2.7.3. Producción en Pastoreo.....	7

2.8 Producción de huevos.....	8
2.9. Sacha inchi.....	8
2.9.1Clasificación botánica.....	8
2.10 Cultivo.....	9
2.10.1. Hojas.....	9
2.10.2 Flores.....	9
2.10.3. Fruto.....	9
2.10.4. Semilla.....	9
2.10.5 Propagación.....	9
2.10.6 Cosecha.....	9
2.10.7 Composición química del sachá inchi.....	10
2.10.8 Utilización .....	10
2.11 Metabolismo de los lípidos de la gallina ponedora.....	10
2.11.1 Ácidos grasos.....	11
2.11.2 Ácidos grasos poliinsaturados Omega-3 y 6 .....	11
2.11.3 Metabolismo de los ácidos grasos.....	12
2.11.4 Digestión y absorción de los ácidos grasos.....	12
2.11.5 Oxidación de los ácidos grasos.....	12
2.12. Efecto de la utilización de Omegas en pollo.....	13
2.13. Perfil lipídico del huevo.....	13-14
2.14. Efecto de los ácidos grasos poliinsaturados sobre la calidad y valor nutritivo del huevo.....	15

3.CAPITULO III.....	16
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
3.1. Localización.....	16
3.2. Tipo de Investigación.....	17
3.3. Métodos de Investigación.....	17
3.3.1. Metodología de la investigación.....	17
3.3.1.1 Obtención de la harina de sachá inchi.....	17
3.3.1.2 Formulación de dietas de harina del sachá inchi al 10 y 15 %.....	17
3.3.1.3 Manejo de los animales.....	18
3.4 Determinación de los indicadores productivos.....	18
3.4.1 Indicadores productivos.....	18
3.4.2 Determinación de los ácidos grasos poliinsaturados.....	19
3.5 Factores de estudio.....	19
3.5.1. Variables Independientes.....	19
3.5.2. Variable dependiente.....	19
3.6 Diseño del experimento.....	20
3.7 Análisis estadístico.....	20
4. CAPÍTULO IV.....	21
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21-27
5.CAPITULO V.....	28
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	28

5.1 Conclusiones.....	28
5.2 Recomendaciones.....	28
6.CAPÍTULO VI.....	29
6. BIBLIOGRAFÍA .....	29-34
7.CAPÍTULO VII.....	35
7. Anexos .....	35-38

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación taxonómica de la gallina ( <i>Gallus domesticus</i> ) .....	4
Tabla 2: Indicador del valor nutritivo del huevo .....	6
Tabla 3: Clasificación taxonómica del sachu inchi .....	8
Tabla 4: Composición del perfil lipídico del huevo .....	14
Tabla 5: Condiciones meteorológicas .....	16
Tabla 6: Formulación de dietas con distintos niveles de inclusión de harina de sachu inchi.....	17
Tabla 7: Indicadores productivos en dietas de sachu inchi al 10 y 15% de inclusión.....	21

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema del proceso de formación del huevo desde el ovario hasta la cloaca (partes anatómicas, tiempo de permanencia en las mismas y formación de los distintos componentes) .....	4
Figura 2: Ubicación del área donde se realizará la investigación.....	16
Figura 3: Efecto de la inclusión de harina de sachu inchi en dos niveles (10 y 15 %) en la calidad externa del huevo criollo.....	23
Figura 4: Efecto de la inclusión de harina de sachu inchi en dos niveles (10 y 15 %) en la calidad interna del huevo criollo.....	24

Figura 5: Perfil de ácidos grasos (Omega 3, 6, 9) en huevos criollos.....	25
Figura 6: Perfil de ácidos grasos (Omega 3, 6, 9) en huevos criollos de gallinas Negras y pintas.....	27
Figura 7. Análisis del Beneficio/Costo para escenarios de comercialización de huevos enriquecidos.....	27

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Secado de la semilla de sachá inchi.....	35
Anexo 2. Tostado de las semillas en el tambor.....	35
Anexo 3. Enfriamiento de las semillas.....	35
Anexo 4. Preparación de harina de sachá inchi.....	35
Anexo 5. Construcción de cerramiento con mallas y siembra de Maní.....	36
Anexo 6. Limpieza y construcción de corrales para las aves.....	36
Anexo 7. Recolección de todos los ingredientes para realizar la dieta.....	37
Anexo 8. Distribución de las aves en cada corral correspondiente.....	37
Anexo 9. Toma de datos pesaje, consumo y rechazo.....	37
Anexo 10. Pesaje y Distribución de alimento.....	37
Anexo 11. Pastoreo del Maní Forrajero.....	37
Anexo 12. Recolecta de huevos diaria.....	38
Anexo 13. Pesaje y mediciones de huevos.....	38
Anexo 14. Determinación de Unidades Haugh.....	38

# CAPÍTULO I

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación parte de la utilización del sachá inchi como alimento proteico para la alimentación de aves criollas, así como evaluar los cambios que influye en la producción de los huevos ya que esta semilla aporta ácidos grasos poliinsaturados, conocidos también como omegas. El sachá inchi, es hoy una popular oleaginosa selvática que está asombrando al mundo por sus concentraciones inusuales de omega 3, solo comparables con la del pescado, posee muchas propiedades funcionales que le brindan una categoría de alimento nutracéutico (Andrade,2009). Entre las principales se destacan la presencia de vitamina A, vitamina E y ácidos grasos esenciales entre ellos omega 3y 6, de acuerdo a investigaciones realizadas se ha comprobado que los ácidos grasos (omega) no solo benefician al cerebro, sino que sus efectos favorecen a todo el organismo (Betancourt, Díaz, 2009).

El aceite de sachá inchi posee excelentes propiedades dietéticas, tiene su alto contenido en ácidos grasos esenciales (84%), Alfa Linoleico Omega 3 y Linoleico Omega 6, poco abundantes en la naturaleza, vitales para la prevención y cuidado de la salud, contribuyendo en la función de control y reducción del colesterol; principal causa de mortalidad en el mundo, asimismo facilitan la micro circulación de la sangre y la irrigación cerebral ( Manzur, Suárez, Moneriz, 2006).

Estos ácidos grasos son fundamentales en la formación del tejido nervioso (mielinización) y del tejido ocular, intervienen en la formación de la estructura de las membranas celulares y su regeneración (Wikipedia, 2010).

Un huevo criollo aporta cantidades significativas de una amplia gama de vitaminas (A, B2, B12, D, E, etc.) y minerales (fósforo, selenio, hierro, yodo y zinc) que contribuyen a cubrir gran parte de la ingesta diaria de nutrientes recomendadas para un adulto. La acción antioxidante de algunas vitaminas y oligoelementos del huevo ayuda a proteger al organismo de procesos degenerativos diversos (cáncer, diabetes, cataratas), así como de las enfermedades cardiovasculares (Instituto de Estudios del Huevo, 2003).

## **1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Unas de las fuentes de alimentación en la población rural de la Amazonía ecuatoriana es la gallina criolla y sus productos. La crianza de la misma se hace a partir del maíz y algunos desechos de cosechas y de la casa. Por lo cual, puede ser una alternativa de alimentación y constituir un aporte de ácidos grasos a la carne y el huevo, favoreciendo un producto de mayor calidad, con propiedades que los productores desaprovechan al no conocer sus bondades. Ante tal escenario, se impone desarrollar investigaciones relacionadas con el efecto de este alimento en los indicadores productivos y evaluar en los huevos criollos. Siendo el huevo una fuente de colesterol consistente con el efecto promedio del contenido global de colesterol en la dieta, el consumo de huevo tiene un impacto de baja magnitud sobre los niveles de colesterol plasmático. Por ende, se destaca a que aquellos individuos que consumen una dieta baja en grasas saturadas ya que estos presentan un aumento menos aparente en el nivel de colesterol plasmático, lo que pone en relevancia el efecto modulador de la calidad global de la dieta en que se inserta el consumo de huevo. Siendo el sachá inchi una semilla oleaginosa que puede aportarnos tanto como omega 3 y 6, dentro de dietas alimenticias para las aves, aportando ácidos grasos poliinsaturados que son necesarios para el requerimiento de las funciones básicas del ave, y de los cuales los subproductos obtenidos como huevo y carne tiene beneficios para el consumo del ser humano. Por esta razón se debería realizar estudios de presencia y contenido de ácidos grasos poliinsaturados en los huevos criollos.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto de inclusión de harina sachá inchi al 10 y 15% sobre indicadores productivos y ácidos grasos poliinsaturados en huevos de gallinas criollas.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Evaluar los indicadores productivos: peso inicial y final (kg), número de huevos, masa del huevo (g); índices del huevo; altura y longitud (cm), índice de yema y clara; altura de la yema, radio de la yema, altura de la clara, radio de la clara (mm), unidades Haugh; porcentajes de roturas, % de puesta, producción del huevo; consumo de alimento (g) y conversión alimenticia (g).
- Determinar los ácidos grasos poliinsaturados (Omegas 3, 6, 9) en la yema de huevo de gallinas criollas alimentadas con sachá inchi al 10 y 15 %.
- Determinar el costo de producción de las dietas.

# CAPÍTULO II

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.1 Gallinas Criollas

Las poblaciones de gallinas criollas, a través del tiempo y por la acción de la selección natural, se han logrado adaptar a las difíciles condiciones de vida, lo que determina una variabilidad genética muy amplia, razón por la cual constituyen un auténtico reservorio genético (Cuca, Gutiérrez, López, 2015).

### 2.2 Origen

Las aves de corral pertenecen al orden Galliformes. La gallina doméstica común pertenece a la familia Fasiánidos, y su nombre científico es *Gallus gallus*. El origen de las aves de corral se sitúa en el sureste de Asia. El naturalista británico Charles Darwin las consideró descendientes de una única especie silvestre, el gallo *Bankiva*, que vive en estado salvaje desde India hasta Filipinas pasando por el Sureste asiático. La gallina es uno de los primeros animales domésticos que se mencionan en la historia. Se hace referencia al animal en antiguos documentos chinos que indican que “Esta criatura de Occidente” había sido introducida en China hacia el año 1400 A.C. (Villamagua, 2012).

### 2.3 Clasificación taxonómica de la gallina

En la Tabla 1 se presenta la clasificación taxonómica de la gallina.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la gallina (*Gallus domesticus*).

Reino	Animal
Clase	Aves
Orden	Gallinaceae
Género	Gallus
Especie	Domesticus
Nombre científico	Gallus domesticus

Fuente: (Ochoa, 2014)

## 2.4 Formación del huevo

En la Figura 1 se presenta el proceso de formación del huevo.

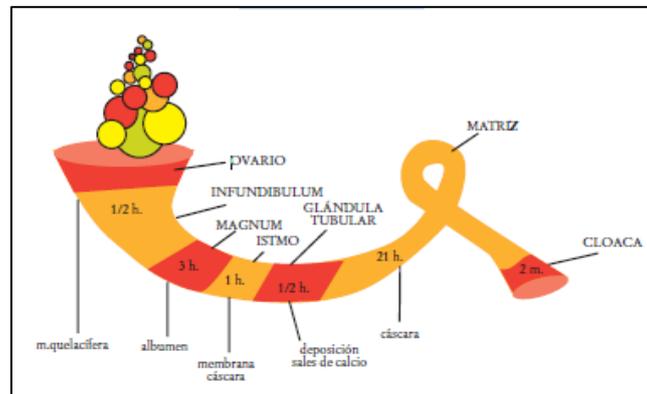


Figura 1. Esquema del proceso de formación del huevo desde el ovario hasta la cloaca (partes anatómicas, tiempo de permanencia en las mismas y formación de los distintos componentes).

Fuente: (Instituto de Estudios del Huevo, 2003).

La gallina pone huevos independientemente de que éstos sean o no fecundados por un gallo. En las estirpes modernas de gallinas, seleccionadas genéticamente para conseguir una alta producción de huevos, cada 25 horas, a un ritmo cadencial, el óvulo, que es la yema, se desprende del ovario y en su caminar al exterior a través del oviducto va rodeándose de envolturas (clara y cáscara) especialmente diseñadas para su protección (Instituto de Estudios del Huevo, 2003).

## 2.5 Valor nutritivo del huevo

En la Tabla 2 se presenta los indicadores del aporte nutritivo del huevo de gallina  
Tabla 2. Indicador del valor nutritivo del huevo.

Aporte calórico:	Alimento bajo en calorías, aporta 75 kcal
Proteínas:	Son proteínas completas de alto valor biológico con los 9 aminoácidos esenciales.
Lípidos:	Contiene ácidos grasos esenciales linoleico y alfa-linolénico. Las grasas son en su mayoría insaturadas y saludables, siendo el ácido graso oleico (omega 9) el que predomina. Además, contiene triglicéridos, lecitina y colesterol.
Minerales:	Aporta todos los minerales (hierro, magnesio, zinc, selenio, fósforo, etc.). El hierro se encuentra en la yema, es de tipo NO Hem y es de muy buena disponibilidad
Vitaminas:	Posee gran variedad de vitaminas. En la clara se encuentran las vitaminas hidrosolubles del complejo B y en la yema las vitaminas liposolubles A, D, E y K. La única vitamina que no posee es la vitamina C.
Sustancias esenciales:	Contiene colina, vitaminoide. Además, aporta pigmentos carotenoides antioxidantes de tipo xantofilas denominados luteína y zeaxantina que intervienen en la salud visual.
Propiedades físico química:	Sus principios nutritivos confieren importancia en la elaboración de preparaciones por su poder emulsionante, coagulante, espesante, aromatizante, espumante, anticristalizante, colorante y conservante

Fuente: (Madrid, 2004).

## **2.6 Algunos indicadores de calidad del huevo**

### **2.6.1 Peso del huevo**

Jerez (2010), señala que el peso del huevo depende del peso vivo de las gallinas criollas, el cual está en función del tipo de alimento que se les proporcionen; a la edad de las aves y a la semana de postura en la cual se encuentren, por lo que al determinar los indicadores productivos de la gallina criolla en sistema de producción avícola alternativo en Oaxaca, México. Determinaron que el peso promedio de huevo a la postura fue de 53,3 g.

### **2.6.2 Unidades Haugh (UH)**

La unidad Haugh indica la calidad del huevo como fue descubierto por el Doctor Raymond Haugh en 1937. La altura de la albumina que rodea la yema, combinada con el peso, determina la puntuación de la unidad Haugh. A mayor puntuación, mayor calidad del huevo, representado por la siguiente ecuación química:

$$UH = 100 * \log (h - 1,7 W^{0,37} + 7,6).$$

Dónde: h= Altura de la clara en (mm).

w= Peso del Huevo en (g).

## **2.7 Características de la crianza**

Según, Villamagua (2012) los sistemas de producción de traspatios se clasifican de la siguiente manera:

**2.7.1 Producción en piso:** Se entiende de producción de gallinas que se mantienen dentro de un corral principalmente sobre piso de cemento y con limitación de espacio.

**2.7.2 Producción en Jaulas:** Esta es una de las formas más rentables de producir huevos, pero en la actualidad su producción está siendo sometida a diversos cuestionamientos principalmente por el trato que se da a las aves y la calidad de la producción final.

**2.7.3 Producción en Pastoreo:** El sistema de pastoreo o libres permite condiciones de bienestar más ventajosas que otros métodos y se observa reflejado en las condiciones de plumaje, grado de suciedad, presencia de heridas mayor porcentaje de postura.

## 2.8 Producción de huevos

Las mejores ponedoras ponen entre 250 y 280 huevos como media al año, aunque algunas gallinas individuales puedan sobrepasar los 300. En comparación con las gallinas más grandes, las de cuerpo pequeño necesitan menos alimento para mantener su masa muscular (Damerow, 2011).

## 2.9 Sacha inchi

El sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) es una planta nativa de la Amazonía en especial de la Amazonía peruana, conocida también como maní del monte, sachá inchi y maní del inca. Esta especie produce aceite comestible y otros productos de alta calidad nutricional y cosmética (Manco, 2006).

### 2.9.1 Clasificación botánica

La clasificación del sachá inchi se refiere en la Tabla 3:

Tabla 3. Clasificación taxonómica del sachá inchi

Reino	Plantae
División	Angiospermae
Clase	Dicotyledonea
Orden	Euphorbiales
Familia	Euphorbiaceae
Género	<i>Plukenetia</i>
Especie	<i>Volubilis</i>
Nombre científico	<i>Plukenetia volubilis</i> L.
Nombre Común	“Sachá inchi” - “Sachá maní”

Fuente: (Arévalo, 1996).

### 2.10. Cultivo del sachá inchi

Manco (2006) señala las características del cultivo de sachá inchi, que se describen a continuación:

**2.10.1 Hojas:** Se manifiestan de forma alternas, acorazonadas de 10 a 12 cm de largo y de 8 a 10 cm de ancho, elípticas serradas y con peciolo de 2 a 6 cm de largo. Las nervaduras nacen en la base y la nervadura central orientándose al ápice.

**2.10.2 Flores:** Es hermafrodita con flores pequeñas en racimo y flores masculinas en la base de cada racimo.

**2.10.3 Fruto:** Cápsulas de 3 a 5 cm de diámetro, dehiscente de color verde intenso, cuando maduran son de color marrón oscuro y presentan cuatro lóbulos.

**2.10.4 Semillas:** Son cóncavas, comprimidas de forma lateral, se encuentran dentro de los lóbulos de la cápsula y son de color marrón con un ancho de 1,5 - 2 x 0,7-0,8 cm de espesor con un peso aproximado de 0,8- 1,4 g.

Estas semillas contienen entre el 49-54 % de aceite, en ellas se localizan los cotiledones en forma de almendras, revestidas de una fina película blanquecina; esta es la materia prima para la extracción del aceite.

Compuesta entre un 33-35% de cáscara y 65 al 67 % de almendra con alto contenido de proteínas (33 %) y aceite (49 %) (Hazen, Stowesand, 1980). Esta semilla contiene un gran porcentaje de ácidos grasos insaturados y un menor porcentaje en ácidos grasos saturados, a diferencia de todas las semillas oleaginosas utilizadas en el mundo.

**2.10.5 Propagación:** Las semillas son el principal medio de propagación del sachu inchi, para la siembra es necesario desinfectar las semillas, a fin controlar las enfermedades fungosas que afectan la raíz de la planta. En la siembra directa, la cantidad de semillas que se precisan es de 1,0-1,5 kg/ha, donde la distancia entre hilera debe ser de 2,5-3 m, con una distancia entre plantas de 3m y 2-3 cm de profundidad de siembra. Es necesario indicar que en suelos planos y campos limpios el uso de tutores muertos o espalderas permiten un mejor manejo del cultivo, debido que reduce el uso de mano de obra en las podas (Drasam, 2008).

**2.10.6 Cosecha y rendimiento:** Las primeras cosechas del producto empezaran a partir del octavo mes, dependiendo del buen manejo que se le dé a la plantación. La cosecha se realiza recolectando únicamente las capsulas que se hallan de color marrón y que aún

continúan en la planta, impidiendo la recogida de las semillas que han caído al suelo ya que están contaminadas y podrían dañar el lote producido (CIED, 2007).

La época de mayor producción es cuando existe más frecuencia de lluvias (Andrade, 2009).

**2.10.7 Composición química del sacha inchi:** La primera mención científica del sacha inchi fue hecha en 1980 a consecuencia de los análisis de contenido graso y proteico realizados por la Universidad de Cornell en USA, los que demostraron que las semillas del sacha inchi tienen alto contenido de proteínas (29 %) y aceite (49 %) (Hazen, Stoewesand, 1980). El sacha inchi tiene un alto contenido de aceite, con niveles de ácido linolenico (omega 3), por lo cual tiene un gran potencial de aplicación en la industria alimenticia cosmética y farmacéutica (Gutiérrez, Rosada, Jiménez, 2011).

**2.10.8 Utilización:** El uso de insumos vegetales para la producción de no rumiantes a pequeña escala en los países con climas tropicales es una estrategia viable para producir proteína de origen animal. En este sentido, la utilización y aprovechamiento de alimentos fibrosos para la producción han sido cuestionados, debido a la baja capacidad que tienen estos animales de aprovechar la fibra. No obstante observaciones demuestran que las aves criollas son más eficientes que las aves comerciales en aprovechamiento de insumos fibrosos (Sarmiento, 2004).

## **2.11 Metabolismo de los lípidos de la gallina ponedora**

En las aves, la digestión y transporte hasta el hígado de los lípidos difiere en gran manera con los mamíferos; los triglicéridos se almacenan especialmente en los hepatocitos, la yema de huevo o en el tejido adiposo; asimismo, son fuente de energía para el embrión.

En las aves no se reporta la acción de la lipasa lingual ni de la lipasa gástrica, por lo tanto, la de las grasas (colesterol esterificado y triglicéridos o fatty Acid Transport "TAG", fosfolípidos, ésteres de colesterol y vitaminas liposolubles) en las células de la mucosa intestinal. En el caso de los TAG son monoacilglicéridos y los ácidos grasos de cadena larga, y al entrar a células son resintetizados; en las aves la resíntesis intramucosal de los TAG está dada por las vías de los monoacilgliceroles y la del ácido fosfatídico (Bickerstaffe, Annison, 1969). La reesterificación de los ácidos grasos depende de la suplementación con

carbohidratos, debido a que estos proveen substrato y energía para su síntesis (Krogdahl, 1985).

La vitelogenénesis se caracteriza por la acumulación de lípidos especialmente TAG (Hermier, Catheline, Legrand, 1996), por tal razón la cantidad sérica de VLDL es mayor en las líneas de huevo comparadas con los machos o hembras inmaduras (Walzem, Davis, Hansen, 1994), además en las gallinas existe la vitelogenina (VTG) la cual es una lipofosfoproteína de alta densidad que junto con otras lipoproteínas van a ser parte de la yema de huevo.

En las hembras hay un aumento en la concentración y secreción de VLDL, y no solo de manera cuantitativa sino también cualitativa debido a que hay mayor cantidad de colesterol libre que de ésteres de colesterol en su composición lo cual difiere de los machos, además, hay diferencias en la concentración de las lipoproteínas entre las mismas gallinas, lo cual puede ir relacionado con la cantidad de  $\beta$ -estradiol pues las gallinas inmaduras están en un rango menor que las gallinas en producción (Hermier, Forgez, Williams, Chapman, 1989).

### **2.11.1 Ácidos grasos**

Se considera que los Poly Unsaturated Fatty Acids (PUFA) son beneficiosos, aunque las distintas familias de PUFA tienen efectos diferentes; los PUFA n-6 (que se encuentran principalmente en los lípidos de vegetales), reducen la concentración de sangre de lipoproteínas de baja densidad (LDL), u los PUFA n-3 (de los lípidos en los peces), reducen las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL). Se considera conveniente que exista un equilibrio entre los n.6 y n.3 de la ración

### **2.11.2 Ácidos grasos polinsaturados omega 3 y 6**

Los ácidos grasos omega-3 son ácidos grasos poliinsaturados necesarios para el crecimiento y el desarrollo humano y para tener una buena visión; su deficiencia se ha relacionado con las enfermedades cardíacas, el cáncer, la enfermedad del Alzheimer y otras dolencias devastadoras. Los omega-3 son abundantes en las hojas verdes de algunas plantas, así como en ciertos frutos secos, aceites y pescados y en semillas de lino.

Las gallinas camperas que pastan ponen huevos con la yema rica en ácidos omega-3; aunque su contenido total de grasas es el mismo que en gallinas que no pastan, no ocurriendo así en el porcentaje de grasas poliinsaturadas que es más elevado. Como

alternativa al pastoreo, pueden incrementar el contenido en Omegas-3 de los huevos ajustando la dieta de las gallinas (Damerow, 2011).

Cabe aclarar, que el n-6 al igual que la familia de compuestos n-3, tienen funciones importantes en las células animales. Los AG n-3 y n-6 se consideran compuestos “progenitores” de una familia entera de otros AGE n-3 y n-6, esenciales para la función normal tisular. Estos “otros” compuestos son AG más largos que contienen más carbonos y más dobles ligaduras que sus “progenitores”. A estos componentes se les conoce comúnmente como AGPI n-3 y n-6 de cadena larga o poly unsaturated fatty acids (PUFA) (Bèzard, 1994).

### **2.11.3 Metabolismo de los ácidos grasos**

El término metabolismo de los ácidos grasos refiere a un grupo de procesos metabólicos que involucran a los ácidos grasos; dentro de estos procesos, existe una serie de procesos catabólicos, es decir que generan energía; y a un grupo de procesos anabólicos, es decir que crean moléculas de importancia biológica tales como triglicéridos, fosfolípidos, segundos mensajeros, hormonas locales y cuerpos cetónicos (Stryer, 1995).

### **2.11.4 Digestión y absorción de los ácidos grasos**

Digestión y absorción de las grasas en aves. La separación mecánica de los lípidos de los demás nutrientes tiene lugar en el estómago por efecto de la actividad peristáltica del estómago (Donald, 1988), Se denomina a la molleja y al intestino delgado como los encargados de la emulsificación de los lípidos, formación de micelas y absorción de lípidos, dicha emulsificación está a cargo de los ácidos biliares y el jugo pancreático con sus componentes más importantes: las sales biliares y la lipasa pancreática. En los pollos, la digestión de aceites y grasas se produce principalmente en el segmento duodenal del intestino delgado. Posteriormente a su emulsificación por las sales biliares, los ácidos grasos poliinsaturados son hidrolizados por las lipasas pancreáticas en mezclas que consisten en 2 monoacilglicéridos libres de ácidos grasos. La lipasa pancreática actúa únicamente a nivel de la superficie agua- grasa (Krogdahl, 1985).

### **2.11.5 Oxidación de los ácidos grasos**

Ocurre en tejidos como: Hígado, músculo esquelético, corazón, riñón, tejido Adiposo, etc.

Comprende la oxidación del carbono  $\beta$  del ácido graso.

Ocurre en las mitocondrias

Antes debe ocurrir:

1. Activación del ácido graso (requiere energía en forma de ATP)
2. Transporte al interior de la mitocondria

## **2.12. Efecto de la utilización de omegas en pollo**

La alimentación de las gallinas ponedoras para hacer variar la composición lipídica de sus huevos son una herramienta de utilidad por ser un alimento accesible, altamente nutritivo, de fácil cocción y digestión (Butcher, Miles, 2000), siendo la lipogénesis la que se confina al hígado, donde su importancia es particular para proporcionar lípidos utilizados en la formación del huevo, en muchos mamíferos, la glucosa es el substrato primario para la lipogénesis, pero en los rumiantes este papel lo desempeña el acetato, que es la principal molécula combustible producida por la dieta.

También se sabe de acuerdo a lo expresado por (Butcher, Miles, 2000), que las prostaglandinas inhiben la respuesta inmune en animales, razón por la que los niveles altos de n-6 en la dieta se han relacionado a la disminución de la respuesta inmunológica en las aves y otros animales; y que los componentes de los AGPI n-6 también son la base de otros compuestos del organismo que aumentan la tendencia a la coagulación de la sangre, incrementan la inflamación, constriñen las arterias y predisponen al corazón a las arritmias.

## **2.13. Perfil lipídico del huevo**

Se informa en la Tabla 4, el perfil lípido del huevo.

Tabla 4. Composición del perfil lipídico del huevo

Nutrientes	Cantidad	Unidad
Agua	75,2	g
Energía	160	kcal
Energía	669	Kj
Nitrógeno Total	2,03	g
Nitrógeno proteico	1,93	g
Hidratos de Carbono	0,68	g
Lípidos totales	12,1	g
Ácidos grasos saturados	3,3	g
Ácidos grasos mono insaturados	4,9	g
Ácidos grasos poliinsaturados	1,8	g
Colesterol	410	mg
Fibra	0	g
Calcio	56,2	mg
Magnesio	12,1	mg
Hierro	2,2	mg
Yodo	12,7	ug
Zinc	2,0	mg
Vitamina B1	0,11	mg
Vitamina B2	0,37	mg
Niacina	0,08	mg
Ácido Fólico	51,2	ug
Vitamina B12	2,1	ug
Vitamina B6	0,12	mg
Vitamina C	0	mg
Vitamina A	227	ug
Vitamina D1	1,8	ug
Vitamina E	2,0	mg

Fuente: (Tablas de composición de alimentos españoles. Ministerio de Sanidad y Consumo, 1995).

## **2.14. Efecto de los ácidos grasos poliinsaturados sobre la calidad y valor nutritivo del huevo**

La producción de huevo enriquecido con ácidos grasos omega-3 es viable, con un sobrecosto de producción de 12 %, en las gallinas ponedoras se incrementa el contenido total de ácidos grasos omega 3 y se aumenta 80 veces el contenido de ácido  $\alpha$ -Linolénico, sin afectar negativamente el sabor, el peso y la textura del huevo (Betancourt, Díaz, 2009).

# CAPÍTULO III

## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3. Localización

El presente experimento se realizó en el centro de investigación, posgrado y conservación amazónica (CIPCA), situado en la región Amazónica Ecuatoriana, en las provincias de Pastaza y Napo, catón Santa Clara; en la vía Puyo-Tena km 44, en confluencia de los ríos Piatúa y Anzu. Las condiciones ambientales se describen en la Tabla 5 y Figura 2.

Tabla 5. Condiciones meteorológicas.

PARÁMETRO	VALOR
Temperatura media	25° - 30°C
Clima	Trópico-Húmedo
Humedad relativa	80 %
Precipitación, mm/año	4000 mm
Altitud (msnm)	580 y 990 msnm
Topografía	Ligeramente Ondulado

Fuente: (SIG-UEA,2017)



Figura 2. Ubicación del área donde se realizará la investigación

### 3.1 Tipo de Investigación

La investigación es experimental donde se evaluó y analizó cómo influyó la sustitución de la harina de sachá inchi al 10 y 15 % en los indicadores productivos, los ácidos grasos y qué beneficios ofrecía al productor al producir huevo criollo enriquecido.

### 3.2 Métodos de Investigación:

El método es científico porque se basó en la experimentación y la revisión de documentos científicos para comprobar el efecto de dietas con sachá inchi al 10 y 15 % en los indicadores productivos y los ácidos grasos poliinsaturados en el huevo de gallinas criollas.

#### 3.3.1. Metodología de la investigación:

##### 3.3.1.1 Obtención de la harina de sachá inchi

La preparación del sachá inchi se secó durante tres días al sol y después a 60 °C en la bombona por 2 horas, cada medio saco. Una vez verificado que el sachá inchi estaba bien seco se procedió a moler con un tamaño de partícula fina de 0,02mm.

##### 3.3.1.2 Formulación de dietas de harina del sachá inchi al 10 y 15 %

La inclusión del sachá inchi en la dieta de las gallinas criollas se realizó a partir del pesaje total del maíz y el pesaje del sachá inchi en los diferentes porcentos de sustitución y se procedió a realizar la mezcla (Tabla 6).

Tabla 6. Formulación de dietas con distintos niveles de inclusión de harina de sachá inchi.

Materia prima	Niveles de inclusión de harina de sachá inchi	
	Inclusión del 10%	Inclusión 15%
Concentrado proteico	58	54,5
Maíz	22	20,5
Sachá Inchi	10	15
Melaza	8	8
Maní Forrajero	2	2
L- Lisina	0,2	0,2
DL- Metionina	0,3	0,3
Sal mineral	0,5	0,5
<b>Aporte de nutrientes</b>		
PB, %	16,03	16,195
FB, %	4,789	5,8243

### 3.3.1.3 Manejo de los animales

Para el desarrollo del experimento se trabajó con 8 gallinas criollas pintas y 8 negras distribuidas en cuatro corrales, alimentadas dos veces al día, donde se realizó primero el pastoreo por 2 h en un área de *Arachis pintoi* (maní forrajero) de 8:30 a 11:30 y en la tarde con 120 g de dieta y agua a voluntad. La duración del experimento fue de 45 días de los cuales 5 fueron de adaptación a las dietas y los 40 días restantes del empleo de las dietas y toma de datos.

## 3.4 Determinación de los indicadores productivos

### 3.4.1 Indicadores productivos

Los indicadores productivos se evaluaron durante 40 días, donde se tomó las siguientes mediciones:

**Peso inicial de las aves:** el pesaje se hizo a la entrada al experimento con una balanza digital, a partir del quinto día de adaptación al alimento (kg).

**Peso final de las aves:** se realizó el pesaje al concluir el experimento con una balanza digital, en hora de la mañana (kg).

**# de huevos (semanal):** se recolectaron diariamente y se registraron por ave; al final de la semana fueron contados.

**Masa del huevo (semanal):** # de huevo \* peso del huevo (g).

**Índice de forma:** altura del huevo/longitud del huevo (cm) \*100

**Índice de yema:** altura de la yema/radio de la yema (mm).

**Índice de clara:** altura de la clara/radio de la clara (mm).

### Unidades Haugh (UH)

$$UH= 100*\log (h-1,7 W^{0.37}+7,6).$$

Dónde:

h= Altura de la clara en (mm).

w= Peso del Huevo en (g).

**% de postura** = huevos puestos/# de gallinas \*100

**Porcentaje de roturas:** (# de huevos rotos ÷ total de huevos producidos) \* 100

**Producción de huevo/ave/semana** = cantidad de huevo que produce un ave a la semana.

**Consumo de alimento (g/ave):** Se estableció semanalmente mediante la diferencia de alimento proporcionado y alimento sobrante.

**Conversión alimenticia:** relación de alimento consumido por la ganancia de peso y el resultado multiplicado por 100.

### **3.4.2 Determinación de los ácidos grasos poliinsaturados**

La determinación de los ácidos grasos poliinsaturados se determinó en el laboratorio particular AVVE en Guayaquil, para lo cual se preparó al finalizar el experimento dos muestras de yemas de 12 huevos por dieta y traslado al laboratorio. El laboratorio determinó el perfil lipídico en los huevos criollos.

## **3.5 Factores de estudio.**

### **3.5.1. Variables Independientes.**

- Inclusión de harina de sachu inchi en niveles de 10 y 15 %.

### **3.5.2. Variable dependiente.**

- Peso inicial y final (kg), Número de huevos, masa del huevo (g)
- Porcentajes de roturas, % de puesta, Producción del huevo.
- Consumo de alimento (g), Conversión alimenticia (g).
- Índices del huevo; Altura y longitud (cm), Índice de yema y clara; altura de la yema, radio de la yema, altura de la clara, radio de la clara (mm),
- Determinación de los ácidos grasos poliinsaturados.

### **3.6 Diseño del experimento**

El experimento se condujo según un diseño completamente al azar pre-experimental (modelo matemático):

$$Y_i = \mu + \beta\chi_i + \varepsilon_i$$

**Y<sub>i</sub>**= La variable Independiente (dietas de sachá inchi).

**μ**= La media general del experimento.

**βχ<sub>i</sub>**= El efecto del tratamiento (indicadores productivos y ácidos grasos)

**ε<sub>i</sub>**= representa el error experimental

### **3.7 Análisis estadístico**

Los datos fueron tabulados y analizados en el programa estadístico SPSS versión 21, a los que se les aplicó una comparación entre medias.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 7 se presenta el efecto la inclusión de harina de sachá inchi al 10 y 15 % en los parámetros productivos de la gallina en la cual las variables consumo y rechazo de alimento, peso inicial y final, producción de huevo semanal, porcentaje de postura y conversión no presentan diferencias estadísticas entre ellas.

Tabla 7. Indicadores productivos en dietas de sachá inchi al 10 y 15% de inclusión.

<b>Indicadores</b>	<b>Sachá inchi, 10%</b>	<b>Sachá inchi, 15%</b>
Consumo Total, kg	2,07±0,188	2,01±0,178
Rechazo Total, kg	1,28±0,188	1,50±0,466
Peso inicial, kg	2,42±0,4	2,16±0,23
Peso final, kg	2,55±0,22	2,29±0,37
Producción huevo, semanal	24±6	24±6,7
% Postura	68,93±17,37	69,64±19,37
Conversión	0,83±0,17	0,92±0,16

Las gallinas criollas seleccionadas para el experimento comenzaron con pesos iniciales de 2,42±0,4 y 2,16±0,23 kg para las dietas de sachá inchi, 10 y 15 % respectivamente, peso que es favorable para ser aves criollas productoras de huevos y que mantuvieron con un incremento de 0,130 kg en ambos lotes. Según Antruejo (2010), afirma que un ave de postura debe tener entre 1,56± 0,70 kg a 2,104 a ± 0,53 kg por cada docena de huevos. Este investigador realizó una investigación de obtención de huevos de gallinas para consumo de calidad diferenciada, en la que obtuvo un incremento de la proporción de ácidos grasos omega-3 y se redujo el contenido de colesterol.

Con respecto a la producción de huevo, para ambas dietas se puede observar que se produjo una cantidad similar de 24 huevos semanales; mientras que esto se reflejó en el porcentaje de postura, siendo estos los valores de 68,93±17,37 para el 10 % y 69,64±19,37 para el 15 %. Castro y Chavarría (1996), al evaluar en patios de productores locales el descarte de gallos y gallinas, estos coincidieron que alrededor del 29 % de los reproductores se

reemplazan a los 2 o 3 años, porque comienzan a presentar síntomas de disminución de la producción y huevos pequeños, causado por el envejecimiento del animal y el desgaste del sistema reproductivo, por lo que los productores consideran que cumplieron su etapa productiva. Aguilar, López, Pérez (2012), consideran a una gallina de 33 semanas como el pico máximo de postura con un 80,41 a 82,23 % y que este parámetro está influenciado por factores fisiológicos y la edad en la que se encuentra. En esta investigación las aves se encontraban en la semana 40 por lo que parece ser que la edad influyó en los resultados de esta variable (68,93 al 69,64 %). Ayerza (2000), también señala que, a las gallinas ponedoras con una buena producción de huevo, oscila entre 82,47 a 83,48 % de postura.

El consumo de alimento fue similar para las ambas dietas (sacha inchi al 10 y 15 %) entre  $2,07 \pm 0,18$  y  $2,01 \pm 0,1788$  respectivamente, este comportamiento parece estar relacionado con la composición de las grasas en sachá inchi, ya que posee aceites de cadenas cortas lo que favorece la palatabilidad, la absorción de los minerales, vitaminas y la digestibilidad del alimento; esto se corresponde con los bajos rechazos obtenidos al aplicar estas dietas. No obstante, Muirragui (2013), demuestra que a medida que se incrementa el porcentaje de pasta de sachá inchi tostado en la formulación del alimento, el consumo disminuye, este resultado puede ser importante para lugares de bajas temperaturas, al contribuir a la producción calórica.

Zambrano (2010) hace referencia a la formulación de dietas en base a aminoácidos digeribles, quien expresa que, al optimizar la utilización de la proteína, aminoácidos, nitrógeno e incluso de la energía, se evita de esta manera deficiencias, excesos y desbalances nutricionales los cuales pueden provocar una baja palatabilidad por parte de los animales.

La conversión para ambas dietas fue buena, aunque para la dieta de (sachá inchi al 15 %) fue más eficiente; ya que esta convierte de  $2,01 \pm 0,17$  kg de alimento a  $0,92 \pm 0,16$  de huevo, mientras que la dieta (sachá inchi al 10 %), necesita un consumo mayor  $2,07 \pm 0,18$  kg de alimento para poder transformarlo a  $0,83 \pm 0,17$  de huevo

En las Figuras 3 y 4 se presenta el efecto de la inclusión de sachá inchi al 10 y 15 % en la calidad externa e interna del huevo. La dieta (sachá inchi 10 %) fue superior en un 0,9 % con respecto al índice de forma ( $75,65 \pm 3$ ), variable que relaciona el ancho y largo del huevo expresados en porciento según (Vásquez, 2017). Ambos valores del índice de forma superan el 70% para huevos normales, lo que indican que los huevos obtenidos tienen forma redondeada y la inclusión de harina de sachá inchi en los niveles 10 y 15 % no afectan el índice de forma; esto lo confirma Cabrera y Trinchet (2010) quienes señalan que los valores

para huevos normales oscilan alrededor del 70 %, considerándose alargados con menos del 60 % y redondos cuando se aproximan al 100 %.

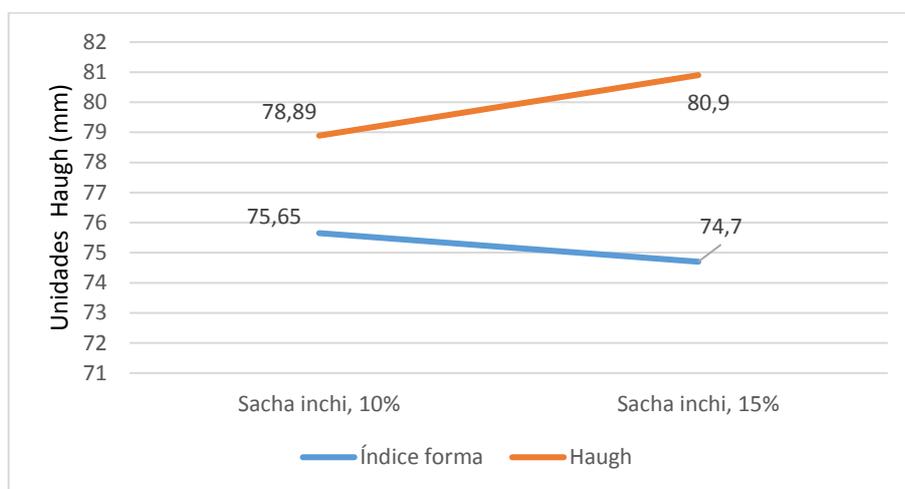


Figura 3. Comportamiento del índice de forma y unidades haugh en huevos criollos al consumir dos dietas harina de sachu inchi en dos niveles (10, 15 %).

La variable Unidades Haugh permiten evaluar la calidad del huevo con respecto al tiempo de conservación, por lo que en esta investigación ambas dietas muestran valores superiores al 78 %. Sin embargo, entre las dietas hay diferencias de 2,01 UH, siendo la dieta de sachu inchi al 10 % menor ( $78,89 \pm 10,39$ ) mientras que; la dieta al 15 % mostró superioridad en la calidad ( $80,9 \pm 8,46$ ), ambas dietas presentan desviaciones importantes, lo que indica que la calidad y frescura en las dos dietas se mueve entre aceptable y muy bueno. La calidad del huevo puede estar influenciada por la edad de los animales que se encontraban en la última fase de puesta.

Según Keener (2006), señala que el indicador de Haugh es un elemento clave y principal para evaluar la frescura de los huevos, mientras que Castelló, 2010 indica que hasta 60 UH la calidad y frescura del huevo es aceptable. Cuando los huevos tienen menos de 60 UH, la clara se vuelve fluida, lo cual es síntoma de pérdida de calidad; ya sea porque el tiempo desde la puesta es demasiado largo o la temperatura de conservación no ha sido correcta (Tovar, 1995).

Con respecto a las Unidades de Haugh, se coincidió con Fernández (2015), quien considera que la calidad óptima debe estar por encima de 74 U.H; estos resultados se asemejan a los obtenidos en la investigación. En el Ecuador la (INEN, 2011) afirma que el rango de unidades debe estar entre 70-110 U.H, para su comercialización.

La variable índice de yema (Figura 4), en ambas dietas presenta indicadores que están en el rango normal (0,41-0,42) para el 10 y 15% respectivamente, por lo que no hay ninguna afectación en el alto y ancho de la yema, lo que es importante porque a partir del transcurso de los días el huevo tienden a perder agua a través de la cáscara en dependencia de la temperatura de conservación, que en este experimento osciló entre 22-25 °C. El índice de yema según Raigón (2015) es una medida que indica la forma ideal de la yema y su relación con la frescura y calidad del huevo, de ahí que cuanto mayor sea el valor de este índice, mayor es la frescura del huevo, ya que la yema se presenta más compacta. De acuerdo a lo que expresado por Periago (2013) la calidad óptima de la yema debe tener alrededor de un índice de 0,42 mm, coincidiendo con los resultados obtenidos.

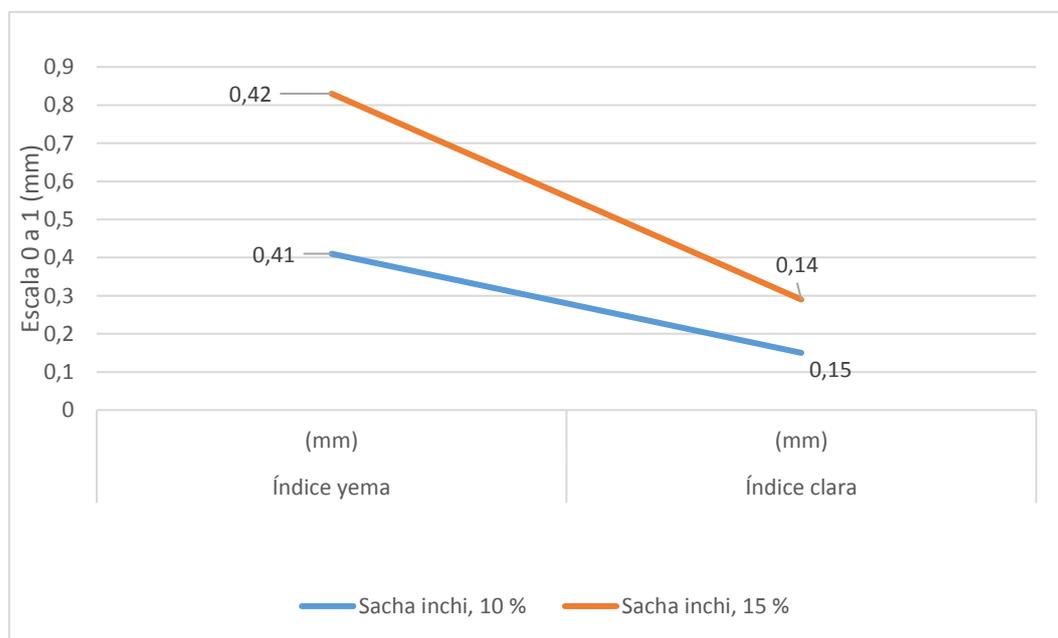


Figura 4. Comportamiento del índice de yema y clara o albumen en huevos criollos al consumir dos dietas harina de sachá inchi en dos niveles (10 y 15 %).

Sardá (2005), expresa que el índice de yema es un indicador que está influenciado por el tiempo de conservación de los huevos, sobre todo cuando se realiza a temperatura ambiente; en el caso de esta investigación es muy leve el cambio de la frescura y calidad en la yema que ocurrió en la dieta de harina de sachá inchi al 10 % con un valor de  $0,41 \pm 0,02$  mm. Según Méndez (2001), en su investigación la altura de la yema no mostró variaciones con la inclusión de HSC (Harina de semilla de calabaza) en el alimento; pero sí se observó que a medida que avanzaba la edad de la gallina, las yemas eran más prominentes; esto pudo estar determinado por el contenido de grasa en las dietas, aunque también influyen factores como peso del huevo, etapa productiva, edad y raza.

Se conoce que los ácidos grasos omega 3 y 6 no pueden ser producidos por los animales, por lo que es importante que aparezcan en los productos avícolas como aporte a la alimentación humana. En la Figura 5 se puede observar que en el perfil lipídico de los ácidos grasos (Omegas 3, 6, 9) en huevos criollos en la dieta (sacha inchi 10 %), posee un valor superior en 0,67 en el Omega 3, en comparación a la dieta (sacha inchi 15 %), en ambas dietas se infiltró el omega 3 en 2,16 y 1,49 respectivamente. En este estudio el contenido de omegas 6 en ambas dietas presentan diferencias mínimas entre ellas con valores de 4,74 y 4,94, mientras que con respecto al omega 9 existe una diferencia favorable para la inclusión de sachá inchi al 15 %. Este resultado indica que hay infiltración de los ácidos grasos en el huevo criollo, por lo que al incrementarse los ácidos grasos poliinsaturados en la dieta aumenta la proporción de ácidos grasos insaturados en la yema.

Ayerza (2002), destaca que si bien los productos marinos son ricos en n-3, dentro de las materias primas más utilizadas de origen vegetal hay dos que tienen las más altas concentraciones de ALA n-3, y son la chía y el lino. También hay otros como la semilla de colza, la soja, el germen de trigo u otras semillas de oleaginosas que contienen porcentajes de ALA.

Manzur, Suárez, Moneriz (2006), consideran que múltiples estudios clínicos realizados en animales experimentales, muestran que los ácidos grasos poliinsaturados omega- 3, disminuyen el riesgo de arritmias y por ende de muerte súbita, a través de la modificación de los canales iónicos de calcio y sodio, los cuales cambian el potencial de acción del corazón; esto conlleva una disminución de la vulnerabilidad del miocardio y baja el riesgo de fibrilación ventricular. Estos también reportan que las dietas enriquecidas con omega-3 durante tres meses versus dieta saturada, disminuyen la presencia de fibrilación ventricular.

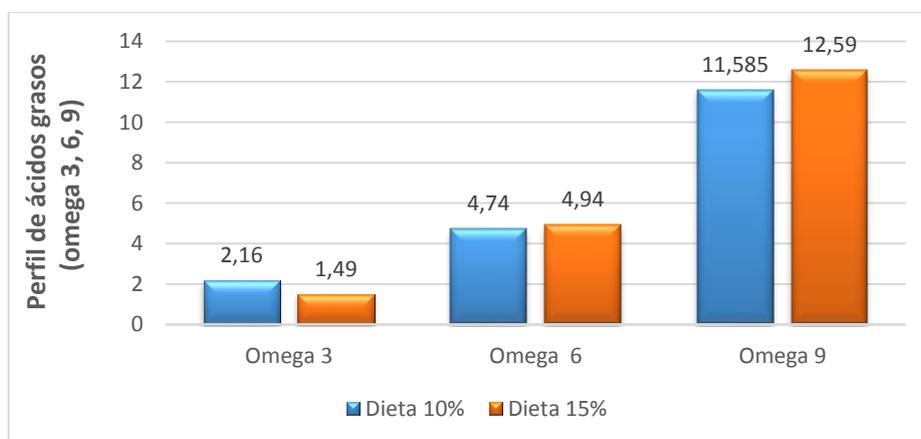


Figura 5: Perfil lipídico de ácidos grasos (Omega 3, 6, 9) en huevos criollos.

En la Figura 6 se observa los resultados de la inclusión de harina de sachá inchi al 10 y 15 % en dos biotipos de gallina criolla (pintas y negras).

En la dieta al 10 % se puede apreciar que los huevos de las gallinas negras presentaron un valor de 2,16 omega 3, siendo superior en un 0,88 a los huevos de las gallinas pintas (1,28), similar comportamiento se observó para los Omegas 6 y 9 ambos fueron superiores en el biotipo negro; no obstante, en ambos huevos de estos biotipos se logra la infiltración de los ácidos grasos poliinsaturados con relaciones entre ellos importantes de 2:4 para los Omegas 3 y 6 en huevos de gallinas negras y 1:5 en huevos de las pintas.

Con respecto, a estas proporciones que se produjeron Omega 6/Omega 3, se puede distinguir en este estudio que existió una buena disposición de infiltración de estos dos Omegas para los huevos de las gallinas pintas 10 % (5,09 y 1,28), ya que según las recomendaciones del comité de expertos de FAO/OMS (2003) la relación n-6/n-3 debería oscilar entre 5:1. Para las demás muestras de huevos criollos de gallinas negras 10 %, pintas 15 % y negras 15 %, mantiene una provechosa correlación de Omega 6/3, los cuales Butcher, Miles (2000), consideran que la inclusión de grasas y aceites en la dieta insaturados, tiene un impacto positivo al reflejarse en la nutrición y salud animal. A medida que se conoce más sobre la función de los ácidos grasos, especialmente los poliinsaturados, la comunidad científica enfoca sus investigaciones a la promoción de los beneficios para la salud que los ácidos grasos n-3 y n-6 proporcionan.

Según (Guerrero, 1993) estima que el aceite de sachá inchi posee muchas propiedades funcionales que le brindan una categoría de alimento nutracéutico, donde sus principales virtudes que se destacan es la presencia de ácidos grasos esenciales (AGE) entre ellos n-6 y n-3 (36,8 y 45,2 %). En comparación a los aceites de otras semillas oleaginosas utilizadas para consumo humano, el sachá inchi es el más rico en ácidos grasos insaturados, llegando hasta 8 %.

Según Antruejo (2010), determinó, que el n-6 influye sobre la fluidez de las membranas celulares animales y también sobre la función de las enzimas y receptores de las membranas celulares. Una vez que el n-6 se convierte en un ácido graso poliinsaturado de cadena más larga: el ácido araquidónico, el animal puede convertirlo en otros ácidos grasos importantes de cadena larga que actúan como mediadores biológicos. Entre éstos se incluyen a las prostaglandinas que actúan como hormonas y son importantes en la reproducción (están

altamente concentradas en el fluido seminal); en la contracción muscular; en la transmisión de impulsos nerviosos y en el control de la presión sanguínea, por consiguiente, los valores obtenidos en las dietas (10 y 15 %), en los Omegas 6, es importante para el ave ya que estos ayudan a mantener el control nervioso y sanguíneo.

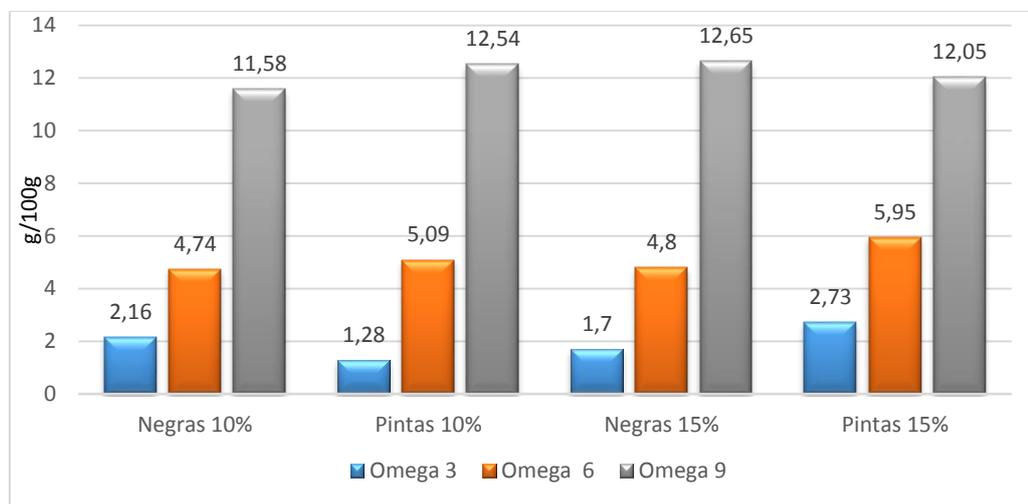


Figura 6. Perfil de ácidos grasos (Omega 3, 6, 9) en huevos de biotipos criollos.

El análisis económico reflejó que, a partir de la inversión en alimentación de 389,79 dólares con respecto a un ingreso de los huevos enriquecidos con Omegas 3, 6, 9, a precios diferenciados para diferentes mercados se simulan los siguientes resultados. Con respecto a la comercialización, en el mercado europeo los huevos enriquecidos tienen un valor de Uds. 1,30 \$, por lo que en esta etapa de postura se lograría un B/C de 0,72, para el mercado asiático el valor de los huevos enriquecidos está a Uds. 1,25 y representa un B/C de 0,70 y para el mercado americano el valor está en 0,65 y sólo se lograría un B/C 0,51. Por lo que al estar los valores del B/C por debajo de 1, indica que en esta etapa por la disminución de la producción de huevos; no se logra ganancias, ni aun con el valor agregado del huevo (Figura 7).



Figura 7. Análisis del Beneficio/Costo para escenarios de comercialización de huevos enriquecidos.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Los indicadores del comportamiento productivo a las 40-45 semanas de postura tuvieron similares resultados en ambas dietas y se destacan las conversiones por debajo de 1.
- Los indicadores de calidad del huevo índice de forma, índice de yema, unidades Haugh, fueron superiores para la dieta de sachá inchi al 10 %, y clasifican como huevos redondos.
- La adición de harina de sachá inchi al 10 y 15 %, permitió lograr una infiltración en la yema de los ácidos grasos insaturados Omega (3, 6, 9), por lo que entra a la categoría de huevos enriquecidos.
- Para la etapa de postura a las 40 semanas no se logra un Beneficio/costo positivo, ni aun considerando como valor agregado el enriquecimiento de los huevos, al presentar una disminución de la producción del producto.

#### 5.2 Recomendaciones

- Seguir estudiando el uso de la inclusión de harina de sachá inchi, para la obtención de huevos diferenciados con mayor contenido nutricional y otras alternativas de alimentación en gallinas criollas.
- Definir en la crianza hasta que etapa de postura las gallinas criollas pueden ser económicamente viable para los productores.

## CAPÍTULO VI

### 6. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Aguilar, Y. López, J., y Pérez, A. (2012). Productividad y calidad del huevo de gallinas con niveles crecientes de harina de semilla de calabaza (*Cucurbita máxima*). Revista Mexicana Ciencia Pecuaria. 3(1):65-75.
- 2) Andrade, L. (Ed.). (2009). Manual de producción de sacha inchi para el biocomercio y la agroforestería sostenible. Lima: Publicaciones Peruanas.
- 3) Antruejo, M. (2010). Obtención de huevos de gallinas para consumo de calidad diferenciada, incrementando la proporción de ácidos grasos omega-3 y reduciendo el contenido de colesterol. (Tesis Doctoral), Universidad nacional de Rosario, Buenos Aires, Argentina. 24p.
- 4) Ayerza, C. (2000). Dietary levels of chia: influence on yolk cholesterol, lipid content and fatty acid composition for two strains of hens. Poultry Science. 79(5); 110-121.
- 5) Ayerza, R. Coates, W. Lauría, M. (2002). Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) as an omega-3 Fatty Acid Source for Broilers: Influence on Fatty Acid Composition, Cholesterol and Fat Content of White and Dark Meats, Growth Performance, and Sensory Characteristics. Poult. Sci.81(6):826 - 837.
- 6) AFRC, (1990). Technical Committee on Responses Nutrients. FAO. 60(10):729-804.
- 7) Arévalo, G. (1996). El cultivo de sacha inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) en la Amazonia. Lima: INIA.
- 8) 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.
- 9) Bézard, J. Blond, J. Bernard, A. y Clouet, P. (1994). The metabolism and availability of essential fatty acids in animal and human tissues. Nutr. Dev.34(6): 539-568.

- 10) Bickerstaffe R, Annison, E. (1969). Triglyceride synthesis by the small intestinal epithelium of the pig, sheep and chicken. *Biochem Journal*. 111(4), 419-429,doi: 10.1042/bj1110419
- 11) Butcher, R. Miles, S. (2000). Ácidos grasos omega-3. *Realyc.org*. 22(2):120-132.
- 12) Castelló, J. Barragán, J. (2010). Producción de huevos. *Dialnet*. 34(12):307-333.
- 13) Castro, M. Chavarría, C. (1996). Ácidos grasos omega 3: beneficios y fuentes. *Realyc.org*. 27(3):128-136.
- 14) Cabrera, R. Trinchet, J. (2010). Calidad externa e interna de los huevos no aptos para la incubación (deformes, pequeños, grandes y rugosos) procedentes de reproductoras pesadas. *Gale*. 16(1):55-60.
- 15) Cayambe, J. (2018). Evaluación de la calidad del huevo en gallinas criollas (*Gallus domesticus*) a diferentes días de conservación (0, 5, 10 y 15) en la amazonia ecuatoriana. (Tesis de Ingeniería), Universidad Estatal Amazónica, CIPCA).
- 15) CIED, (Ed.). (2007). Cultivo de sachá inchi. Lima: ® CIED.
- 16) Cuca, J, Gutiérrez, D y López, E, (2015). La avicultura de traspatio en México: Historia y caracterización. *Agroproductividad*. 8(4):1-20.
- 17) Donald, H. (1988). "Observations on the functions of the alimentary canal in fowls ". *J. Exp. Biol*. 2(3):153 - 171.
- 18) Damerow, G. (2011). Guía de la crianza de pollos y gallinas. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.
- 19) DRASAM, (2008). Cadena productiva de sachá inchi en la región San Martín. *Factsheet*. 20(2):359-432.
- 20) FAO/OMS, (2003). Grasas y aceites en la nutrición humana. FAO. 34(20):402-602. Recuperado el 2 de enero de <http://www.fao.org/3/v4700s/v4700s00.htm>
- 21) FAO, (1995). Datos de composición de alimentos españoles. Nueva Gales del Sur Sidney:INFOODS.

- 22) Fernández, J. (2015). Efecto de los tiempos de conservación a temperatura ambiente, en la calidad del huevo de gallinas camperas (*Gallus domesticus*) en la Amazonia Ecuatoriana. Redvet. 17(12):1-17.
- 23) Gutiérrez, L. Rosada, L. y Jiménez, Á. (2011). Chemical composition of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and characteristics of their lipid fraction. Grasas y aceites. Instituto de las grasas. 62(1):288-311. doi:org/10.3989/gya044510
- 24) Guerrero, C. (1993). Densidad de siembra de leguminosas de grano en asociación con «maní del inca» (*Plukenetia volubilis* L.) en etapa inicial de desarrollo en el Bajo Mayo. (Tesis de Ingeniería), Universidad Nacional de San Martín).
- 25) Hazen, Y. Stoewesand, Y. (1980). Resultados de análisis del aceite y proteína del cultivo de sachá inchi. AMV, 12(6), 23-25.
- 26) Hermier, D. Catheline, D. Legrand, P. (1996). Relationship between hepatic fatty acid desaturation and lipid secretion in the estrogenized chicken. ScienceDirect, 115(3), 259-264. doi:10.1016/0300-9629(96)00057-6
- 27) Hermier, D, Forgez, P, Williams, J y Chapman, M. (1989). Alteraciones en las lipoproteínas y apolipoproteínas plasmáticas asociadas con la hiperlipidemia inducida por estrógenos en la gallina ponedoras. Revista Colombiana Scielo. 16(1):1-24.
- 28) INEN, (Edi). (2011). Huevos comerciales y oroproductos. Lima: Publicaciones peruanas
- 29) Instituto de estudios del huevo, (2006) Huevo y Salud nuevas evidencias científicas. Madrid, Editora IEH.
- 30) Juárez, A y Alvarado, O. (2001). Estudio de la incubabilidad y crianza en aves criollas de traspatio. Revista Veterinaria México. 32(1):27-32.
- 31) Juárez, A. 2010. Incubación del huevo de gallina criolla en las condiciones ambientales del trópico seco. Veterinaria México.36(3):62-78.
- 32) Keener, K. McAvoy, K. (2006). Effect of testing temperature on internal egg quality measurements. Poultry Science, 85(3), 550-555. doi: 10.1093/ps/85.3.550

- 33) Krogdahl, A. (1985) Digestión y absorción de lípidos en aves de corral. Madrid:ASN.
- 34) Madrid, (2004). El libro del huevo. Madrid:Editora Everest, S.A.
- 35) Manco, E. (2006). Cultivo de sacha inchi. Recuperado el 26 de septiembre <https://es.scribd.com/document/345970617/cultivo-de-sacha-inchi>
- 36) Manzur, F. Suárez, A. y Moneriz, C. (2006). Efectos y controversias de los ácidos grasos omega-3. Revista Colombiana Scielo.13(3):180-184.
- 37) Méndez, J. (2001). Influencia del porcentaje de comida en la permanencia y composición de los ácidos grasos en los huevos. Recuperado el 1 de enero <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v14n1/v14n1a09.pdf>
- 38) Muirragui, C. (2013). Estudio de factibilidad del uso de pasta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L*) en dietas para aves. Recuperado el 13 de diciembre de <http://192.188.53.14/bitstream/23000/2409/1/107123.pdf>
- 39) Nakamura, Y. Iso, H. Kita, Y. Ueshima, H. Okada, K. y Konishi, M. (2006). Egg consumption, serum total cholesterol concentrations and coronary heart disease incidence. Satori.13(5):64-76.
- 40) Ochoa, T. (2014). Determinación morfológica y fenotípica de las gallinas criollas en el cantón Puyango de la Provincia de Loja. (Tesis previa a la obtención del título de ingeniera en producción, educación y extensión agropecuaria, Loja).
- 41) Periago, G. (2013). Protocolos control calidad huevos. (Open courseware). Murcia: universidad de Murcia. Recuperado el 5 de enero de <https://www.um.es/documents/4874468/10812050/protocolos-control-de-calidad-huevos.pdf/c860b16b-6c2f-481a-9d52-542a2296d005>
- 42) Raigón, M. García, M. y Esteve, P. (2002). Valoración de la calidad del huevo de granja ecológica e intensiva. Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Gijón (España).1323-1332.
- 43) Sardá, R. (2005). Calidad de los huevos para la incubación. Rev. Prod. Anim.33(2-3):33-38.

- 44) Sarmiento, F. (2004). Insumos no convencionales para la alimentación y el ave rústicas experiencias en el trópico mexicano. Recuperado el 23 de septiembre en <http://www.fao.org/ag/againfo/subjects/en/infpd/documents/xvii/paper3.pdf>.
- 45) Stryer, L. (1995). «Fatty acid metabolism.». *In: Biochemistry*. (Fourth edición). Nueva York: W.H. Freeman and Company. pp. 603-628. ISBN 0 7167 2009 4.
- 46) SIG-UEA, (2017). Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica. CIPCA.
- 47) Tovar, M. 1995. El huevo comercial: estructura, composición calidad y manejo Cap XIV. En Buxadé: Mundi Prensa.
- 48) Vásquez, M. (2017). "Calidad del huevo de qué Depende y cómo la medimós". Recuperado el 22 de septiembre de <https://bmeditores.mx/avicultura/calidad-del-huevo-de-que-depende-y-como-la-medimos-1689/>
- 49) Villamagua, P. (2012). Proyecto de factibilidad para la producción de huevos de gallinas criollas en traspatio, en la parroquia Malacatos y su comercialización en la zona urbana del catón Loja. (Tesis previa a optar por el grado de ingeniero en administración y producción agropecuaria, Universidad Nacional de Loja).
- 50) Wikipedia, (2010). Sacha Inchi. (en línea). [https://es.m.wikipedia.org/wiki/Pluketia\\_volubilis](https://es.m.wikipedia.org/wiki/Pluketia_volubilis)
- 51) Walzem, R. Davis, P. & Hansen, R. (1994). La sobrealimentación aumenta el diámetro de lipoproteínas de muy baja densidad y causa la aparición de una partícula de lipoproteína única en asociación con el depósito fallido de la yema. California: ASBMB.2(3):45- 47.
- 52) Weggemans, R, Zock, P y Katan, M. (2001). El colesterol dietético de los huevos aumenta la proporción de colesterol total a colesterol de lipoproteínas de alta densidad en humanos: un meta análisis. Oxford cademic.11(4):1-33.
- 53) Zambrano, A (2010). Formulación de alimentos balanceados para pollo de engorde bajo el concepto de aminoácidos digestibles. Molinos Champion S.A. Recuperado el 1 de enero de <http://192.188.53.14/bitstream/23000/2409/1/107123.pdf>

## CAPÍTULO VII

### 7. ANEXOS

#### 1. SECADO DE LA SEMILLA DE SACHA INCHI



#### 2. TOSTADO DE LAS SEMILLAS EN EL TAMBOR



#### 3. ENFRIAMIENTO DE LAS SEMILLAS



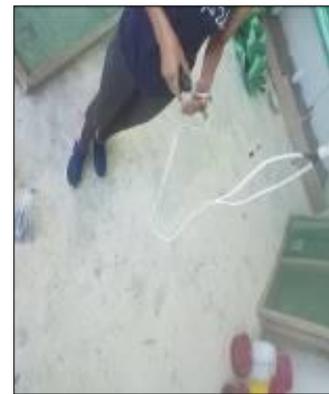
#### 4. PREPARACIÓN DE HARINA DE SACHA INCHI



5. Construcción de cerramiento con mallas y siembra de Maní



6. Limpieza y construcción de Corrales para las aves



7. Recolección de todos los ingredientes para la realizar la dieta



8. Distribución de las aves en cada coral correspondiente

9. Toma de datos pesaje, consumo y rechazo



10. Pesaje y Distribución de alimento



11. Pastoreo del Maní Forrajero



12. Recolecta de huevos diaria



13. Pesaje y mediciones de huevos



14. Determinación de Unidades Haugh

