

**Evaluación de parámetros productivos en pollos de  
engorde Cobb 500 con la inclusión de Torta de Sacha Inchi**

Miller A. Yangana Piamba

Víctor A. Beltrán Trujillo

Tutora:

Juliana Carvajal

Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

ECAMPA.

Zootecnia

2023

## **Dedicatoria**

A DIOS padre celestial por inspirar el anhelo de mi corazón habiéndome permitido estudiar, por darme el cumplimiento de su promesa aparejándome todo lo necesario para que pueda estudiar colocándome ayudadores en el transcurso de la carrera dándome la vocación por lo que decidí estudiar y me gusta hacer, a mi tía Blanca Elsa Beltrán Quinayas por ser una orientadora espiritual en mi vida y el apoyo incondicional desde el día en que nací, a mi madre Luz Alba Trujillo Otero por darme la vida siendo un ser comprensivo, cariñoso lleno de Fe que me ha dado orientaciones de apoyo en los momentos que pensé desfallecer, a mi hermana Lina Vanessa Beltrán Trujillo por ser mi ejemplo de vida espiritual y un apoyo incondicional, a mi esposa Claudia Zúñiga Guerrero por ser mi compañera de vida quien ha estado apoyándome incondicionalmente en el transcurso de mi carrera, a mi hijo Samuel Beltrán Zúñiga por ser una de las fuentes que me inspira a salir adelante y ser una persona más integra en todo lo que hago, a mis abuelos paternos por despertarme el gusto del trabajo agropecuario, la honestidad, el valor de la palabra, el ser misericordioso, responsable con toda actividad que realice y a mi padre Heberth Antimo Beltrán Quinayas que me enseñó a trabajar enseñándome como defenderme en esta vida quien por medio de su ejemplo aprendí el valor de la empatía y tener convicción de lo que se quiere realizar.

Víctor Andrés Beltrán Trujillo

## **Agradecimientos**

“A Dios por darme sabiduría y discernimiento y, a mi hijo Juan David Yangana Mopán, para que cada una de mis metas le queden como ejemplo”

*Miller Antonio Yangana.*

A DIOS padre celestial por protegerme, aparejarme apoyándome incondicionalmente, dándome herramientas como su doctrina, la oración y promesas brindándome todo lo necesario para poder estudiar, alimentando el anhelo de mi corazón por medio de sus manifestaciones expresadas en promesas cumplidas.

Juliana Isabel Carvajal Tapia PhD, directora de trabajo de grado, quien ha sido nuestra mentora que ha orientado con respecto, paciencia, vocación, dedicación y conocimiento para que nuestro trabajo de grado se haya podido realizar a pesar de las dificultades que se presentaron.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, programa Zootecnia, por haber facilitar las herramientas necesarias para el desarrollo del trabajo de investigación.

A cada uno de los Tutores quienes orientaron cada una de las asignaturas correspondientes a la malla curricular del programa de Zootecnia.

A nuestros ayudadores quien DIOS aparejo en el momento oportuno para que pudiese cumplir este anhelo de nuestro corazón.

*Víctor Andrés Beltrán Trujillo.*

## Resumen

El sector agroindustrial genera diversos subproductos que posiblemente puedan ser contaminantes del medio ambiente por su inadecuada disposición o simplemente no son aprovechados, sin embargo, un subproducto que tiene margen de aprovechamiento agrícola se da en la producción de aceite de Sacha Inchi en el cual se genera la denominada torta de Sacha Inchi (TSI), este subproducto se destaca por su contenido proteico como alternativa para sustituir fuentes alimenticias tradicionales utilizadas en la alimentación animal.

El trabajo de investigación se realizó en la finca la Fortuna ubicada en la vereda La Laja del corregimiento Santa Rosa a 8km del casco urbano de la ciudad de Popayán departamento del Cauca, con el propósito de evaluar los parámetros productivos de la inclusión de Torta de Sacha Inchi-TSI (*Plukenetia volubilis*) en la dieta para pollos de la raza Cobb-500. La investigación general se compuso de dos etapas: en la primera se utilizó torta de Sacha inchi cruda (TSIC) y en la segunda se utilizó Torta de Sacha Inchi con tratamiento térmico (TSIT), teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la primera etapa. Las unidades experimentales utilizadas fueron 64 pollos Coob500 en fase de levante para la primera etapa y 48 pollos Coob 500 en fase de engorde para la segunda etapa del proyecto. El análisis estadístico utilizado fue un diseño completamente al azar para las dos evaluaciones. Las variables evaluadas fueron: consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y un análisis económico. Los niveles de inclusión de TSIC en la etapa de levante fueron del 10, 20 y 30%, mientras que en la segunda evaluación o etapa de engorde fueron del 5 y 10% de TSIT. En la primera etapa de evaluación, el consumo de alimento no presento diferencias estadísticas significativas entre tratamientos; el parámetro ganancia de peso presento una diferencia significativa: ( $P < 0.0001$ ) entre tratamientos T0 755,44 g y T1 359.06 g, en los tratamientos de mayor inclusión de TSI T2 284.81 g y T3 210,63 g

respectivamente no se presentan diferencias significativas infiriendo que niveles de inclusión en porcentajes mayores al 10% disminuye el peso en esta primera etapa; La conversión alimenticia presento diferencias estadísticas significativa :( $P < 0.0001$ ) T0 1,44 en referencia de los tratamientos T1, T2, y T3 2,54; 2.27 y 3.70 respectivamente, determinando que la inclusión de TSIC afecta este parámetro productivo. En la segunda investigación el consumo de alimento presentó diferencia estadística significativa ( $P = 0.0001$ ) entre los tratamientos encontrándose una diferencia de 927,75 g entre T0 y T3; el parámetro productivo ganancia de peso en esta etapa presento diferencias significativas entre tratamientos T0 1.954,69 g; T1 1.010 g y T2 569,44 g indicando que niveles de inclusiones superiores al 5% inciden desfavorablemente en el peso de los animales; en el parámetro conversión alimenticia no presentaron diferencias significativas entre el tratamiento T0 1.72 y T1 2.73 indicando que niveles de inclusión de TSI inferiores al 5% son asimilables en esta especie T2 4,51 presento un mayor valor.

En los resultados obtenidos se observa que en las dos etapas investigadas (etapa de levante y engorde) el tratamiento que presento los mejores resultados en relación con los parámetros productivos evaluados fue la dieta testigo, se observa que a medida que aumenta el nivel de inclusión de TSIC o TSIT, desfavorece los parámetros productivos en pollos posiblemente por la incidencia de los factores antinutricionales (FAN). Niveles de inclusión por encima del 10% de TSIC ocasionaron morbilidad y mortalidad.

La torta de sachá Inchi puede ser una alternativa de alimentación para pollos de engorde con una inclusión hasta el 10% siempre y cuando se eliminen FAN presentes en la misma.

**Palabras clave:** Torta de Sacha Inchi, alimentación de pollos, morbilidad, costos de producción.

### Abstract

The agro-industrial sector generates various by-products that may possibly be polluting the environment due to inadequate disposal or simply are not used, however, a by-product that has a margin of agricultural use is given in the production of Sacha Inchi oil in which the so-called Sacha Inchi cake (TSI) is generated, this by-product stands out for its protein content as an alternative to replace traditional food sources used in animal feed.

The research work was carried out at La Fortuna farm located in La Laja, Santa Rosa, 8 km from the urban area of Popayán, Department of Cauca, with the purpose of evaluating the productive parameters of the inclusion of Sacha Inchi-TSI cake (*Plukenetia volubilis*) in the diet of Cobb-500 breed chickens. The statistical analysis used was a completely randomized the general research was composed of two stages with different methodology; the first used Sacha inchi cake (TSIC) and in the second with different animals and taking into account the results of the first stage, Sacha Inchi cake with heat treatment (TSIT) was used. The statistical analysis used was a completely randomized design for the two evaluations. in the first stage, 64 Coob 500 chickens were used in the rearing phase and the second stage was carried out the following year with 48 Coob 500 chickens in the fattening phase. The variables evaluated for both evaluations were feed intake, weight gain, feed conversion and an economic analysis. The levels of inclusion of TSIC in the rearing stage were 10, 20 and 30%, while in the second evaluation or fattening stage they were 5 and 10% of TSIT.

The results obtained show that in the two stages investigated (rearing and fattening stage), the treatment that presented the best results in relation to the productive parameters evaluated

was the control diet. It is observed that as the level of TSI inclusion increases, the productive parameters in chickens are unfavorable, possibly due to the incidence of anti-nutritional factors (ANF). Inclusion levels above 10% caused morbidity and mortality.

Sacha Inchi cake can be an alternative feed for broilers with an inclusion level of up to 10% as long as the ANF present in the cake are eliminated.

***Keywords:*** Sacha Inchi Cake, chicken feeding, morbidity, production costs.

## Índice de Contenido

Introducción .....	13
Marco Teórico.....	16
Antecedentes .....	16
Consumo de carne de pollo.....	16
Sacha Inchi.....	17
Caracterización de la torta de Sacha Inchi. (TSI) .....	18
Materiales y métodos .....	22
Localización.....	22
Instalaciones y equipos .....	24
Plan de manejo.....	24
Animales .....	25
Diseño experimental .....	26
Alimentación.....	27
Preparación de las dietas .....	28
Variables evaluadas .....	30
Consumo de alimento .....	30
Ganancia de peso. ....	31
Conversión alimentación .....	31



Análisis económico .....	31
Resultados y discusión. ....	32
Variables evaluadas .....	33
Ganancia de peso .....	33
Consumo de alimento .....	36
Conversión alimenticia .....	39
Análisis económico .....	43
Conclusiones .....	47
Recomendaciones .....	48
Bibliografía .....	49
Anexos .....	53

### **Lista de cuadros**

**Cuadro 1.** Distribución de las unidades experimentales dentro del galpón en la etapa de inicio ..... 26

**Cuadro 2.** Distribución de las unidades experimentales dentro del galpón en la etapa de engorde..... 26

### Lista de Imágenes

<b>Imagen 1.</b> Mapa ubicación geográfica del municipio de Popayán.....	23
<b>Imagen 2.</b> Georreferenciación Google Earth vereda la Laja, finca la Fortuna .....	23
<b>Imagen 3.</b> Instalaciones.....	25
<b>Imagen 4.</b> Diagrama de proceso.....	30
<b>Imagen 5.</b> Ganancia de peso etapa de levante.....	35
<b>Imagen 6.</b> Consumo de alimento etapa de levante y engorde .....	37
<b>Imagen 7.</b> Conversión alimenticia etapa de levante y engorde.....	40
<b>Imagen 8.</b> Necropsia .....	42

### **Lista de Anexos**

<b>Anexo A.</b> Tabla de consumo etapa levante y engorde.....	53
<b>Anexo B.</b> Análisis de varianza etapa de levante .....	55
<b>Anexo C.</b> Análisis de varianza etapa de engorde .....	56
<b>Anexo D.</b> Costo general etapa de levante .....	58
<b>Anexo E.</b> Costo general etapa de engorde.....	59

## **Introducción**

La avicultura se encuentra posicionada a nivel mundial entre los renglones más activos del sector agropecuario, incursiona desde pequeños sistemas familiares, que contribuyen al sostenimiento económico y abastecen a los mercados locales o especializados hasta grandes empresas industrializadas (FAO, 2015).

En contexto nacional, actualmente la avicultura se encuentra en un proceso de recuperación, después de haber pasado por una crisis debido a los efectos negativos de la pandemia del COVID19 y el estallido social generado por el paro nacional. Dicho evento ocasionó un incremento significativo en los costos de producción, debido al alza en los precios de las materias primas necesarias para la elaboración de concentrados y demás insumos utilizados para la producción avícola. A pesar de este complejo escenario, los avicultores continuaron contribuyendo al suministro de fuentes de proteínas importantes para la dieta de los colombianos como lo son el huevo y la carne de pollo. La avicultura creció 3,5 % durante el año 2021 y el huevo siguió aumentando un 4 % tras el registro histórico del 13,9% en el año 2020. En el caso de la carne de pollo, la tasa fue de 3,2 % contra el 4,5 de decrecimiento que se tuvo en 2020. (FENAVI, 2020).

El inventario regional registrado para el año 2020 en el departamento del Cauca se encuentran un total de aves para la capacidad ocupada de 12.455.700, con un total de predios avícolas registrados de 135, ocupando el 4 puesto a nivel nacional teniendo en cuenta que la vocación del sector avícola en el departamento en un 80% está orientada a la producción de huevos y el 20 % restante a la producción de pollo en canal que para la estadística a nivel nacional no es un dato significativo (FENAVI, 2020).

Por otra parte, el sector de la agroindustria genera diversos subproductos que posiblemente puedan ser contaminantes del medio ambiente debido a su inadecuada disposición o simplemente no son aprovechados. Desde el punto de vista nutricional, el tipo de materias primas utilizadas para la alimentación balanceada de animales depende de su fisiología digestiva y hábito alimenticio, es así como difiere la exigencia en la calidad de alimentos para utilizarla en dietas ya sea para animales monogástricos y rumiantes, por eso, la constante investigación para identificar alimentos que se adapten a las condiciones específicas de cada una de las especies de importancia zootécnica; ante la creciente investigación de los últimos años en la utilización de materias primas no convencionales para animales, se destaca la agroindustria de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), yuca, caña de azúcar, de los cuales se obtienen varios subproductos, pero que hasta el momento no tiene una validación científica para ser utilizados en dietas nutritivas en animales o en otros sectores (Fuente Propia), por tal razón la presente investigación aborda el tema del aprovechamiento y uso de un subproducto generado en la agroindustria del Sacha Inchi para la alimentación y nutrición animal de una forma sostenible. Tiene como principal objetivo, evaluar la inclusión de Torta de Sacha Inchi (TSI) (*Plukenetia volubilis*) en dietas balanceadas para pollos de engorde, específicos: a) Analizar la inclusión de subproductos de Sacha Inchi en la alimentación animal mediante revisión bibliográfica. b) Evaluar ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en pollos de engorde alimentados con diferentes niveles de TSI y c) Realizar los análisis económicos, mediante presupuestos parciales de la inclusión de TSI en alimentos balanceados para pollos de engorde en sistemas productivos campesinos, buscando así, alternativas para la producción ecoeficiente de sistemas pecuarios, y a la vez contribuir con la mitigación del impacto ambiental negativo haciendo uso de los subproductos generados en la agroindustria.

Integrando los conceptos de alimentación balanceada para animales y el aprovechamiento de la TSI, se plantea la siguiente pregunta ¿Las materias primas de alto costo utilizadas en la fabricación de alimentos para pollos de engorde, podrán ser reemplazadas en forma total o parcial por alimentos no convencionales como la TSI sin alterar los parámetros productivos óptimos y calidad del producto?

## **Marco Teórico**

### **Antecedentes**

#### ***Consumo de carne de pollo***

La población mundial crece y con ello, la necesidad de buscar alternativas alimenticias que surtan los nutrientes necesarios y que además sean amigables con el medio ambiente, tales como el suministro de granos y carnes; entre las carnes cuenta la de pollo, que tiene una gran aceptabilidad a nivel mundial y es de fácil producción, y que por sus características nutricionales y fácil acceso es hoy la carne de mayor aceptación en Colombia (FENAVI, 2020).

El pollo Cobb-500 es preferido por un creciente número de avicultores que reconocen la excepcional calidad en rendimiento, producción de carne y su potencial para producirla a menor costo. Su habilidad de buena performance en diferentes ambientes alrededor del mundo lo califica como una combinación única de reproductores, pollos y atributos de faena, basados en 30 años de constante progreso genético. (Caicedo, Castrillón. & Jácome, Vargas., 2014); ahora, la evaluación de parámetros como digestibilidad, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, son algunos de las técnicas investigativas in situ que permiten identificar la aceptación y aprovechamiento de los alimentos no convencionales en los diferentes animales cuya carne es de consumo humano y apuntan a mejorar cantidad y calidad de la carne.

Como se anotó en párrafos iniciales, el consumo de carne de pollo crece tanto a nivel mundial, como nacional y local, pero a la vez también crecen los costos de producción haciendo que el producto final también tenga alza y perjudique así al consumidor final, sobre todo a la clase social más vulnerable, lo que hace perentorio la búsqueda de alternativas para bajar costos de producción, y , el camino más viable, es acudir a la fuente de alimentación de los pollos, puesto que estos insumos son los que directamente inciden en los costos de producción.



### ***Sacha Inchi***

El Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), es una oleaginosa silvestre que pertenece a la Familia Euforbiácea. Se encuentra distribuida en estado silvestre en diversos lugares desde América Central hasta la Amazonia (Gutiérrez, Rosada, & Jiménez., 2011). También conocida por las antiguas tribus Chancas de la zona de Tarapoto. Actualmente, en el Perú se siembra como planta de huerto, cobertura de cercos vivos y alambrados y su semilla es consumida tostada o cocida (Anteparra, Berrios, Granados& Diaz, 2014.)

El contenido de proteína de las semillas de Sacha Inchi es similar al de otras semillas oleaginosas como la soya (alrededor de 27%) (Ruíz, Díaz, Anaya, & Rojas., 2013) pero su perfil de aminoácidos es mejor. Además, el aceite de Sacha Inchi es muy rico en ácidos grasos linoléicolinoleico (omega 3) y linoléicolinoleico (omega 6), los cuales tienen efectos en la prevención de enfermedades del corazón (Niu, L, Chen, M., & Xu, 2014.) para reducir la lipemia postprandial (Huamán, y otros, 2008). Igualmente, el contenido de otros fito-constituyentes como taninos, flavonoides, esteroides, alcaloides y saponinas, hacen que esta especie adquiera mayor importancia para fines medicinales (Hurtado, Ramírez, Paredes, López, & Robles. Huaynate., 2014).

Dada la diversidad edafoclimática que existe en el país y con ello la viabilidad de cultivar diversas especies, el cultivo de Sacha Inchi constituye una alternativa, con la posibilidad de industrialización y potencial rendimiento económica (Ayala, 2016) que puede ser una opción para reemplazar los cultivos de uso ilícitos al nivel del sur occidente de Colombia. La producción de Sacha Inchi se encuentra centralizada en el departamento del Putumayo, pero en estos momentos los departamentos de Antioquia, Quindío, Risaralda, los Santanderes, Valle del Cauca, y Cauca han incursionado en esta producción, logrando establecer áreas significativas en

el cultivo. (Peña & Cancelado, 2018). Con la ampliación en los cultivos de Sacha Inchi aumentaría la producción de los subproductos y entraría a ser una alternativa en los suministros necesarios para la actividad avícola y pecuaria que en el momento importa unas seiscientas mil toneladas de torta de soya al año, teniendo en cuenta que la tercera torta después del proceso del aceite de Sacha Inchi contiene 59.13% de proteína y 6.93% de grasa en base seca (Pérez de Cuellar. Javier, 2012.)

### ***Caracterización de la torta de Sacha Inchi. (TSI)***

La torta de semilla de Sacha Inchi (TSI) debe provenir de semillas seleccionadas en estado óptimo de madurez. Para el proceso de elaboración, las semillas se deben descascarar eficientemente para evitar que partes de la cascara queden en la torta al momento del prensado de la almendra para la obtención del aceite. La cascara en la torta es considerada una impureza, lo ideal es que la torta sea 100% almendra desengrasada libre de cualquier tipo de impurezas. La almendra desengrasada después del proceso de prensado, y homogenizado constituye el subproducto agroindustrial denominado torta. (Hurtado O, Z. A. 2013)

Algunas caracterizaciones realizadas de TSI, indican fracciones fibrosas y propiedades físicas del 7.96% considerados bajos, voluminosidad alta del 3.92% mL/g, absorción de 2.16g/g, considerada baja, materia seca 89,24%, proteína bruta 41,49%; siendo favorable el contenido de proteínas y fibra, como propiedades físicas y presencia de FANs, para incluir la torta de Sacha Inchi en la alimentación animal (Alcívar., et al , 2020), estos mismos investigadores en el año 2020, realizaron estudios incluyendo la TSI en pollos Broiler en etapa inicial, crecimiento y engorde, sustituyendo parcialmente la torta de soya con la evaluación de tres niveles (10-20-30%) de inclusión de TSI, los resultados obtenidos en esta investigación fueron: con el 10% mostró una mayor ganancia de peso (GP) ( $P < 0,5$ ) con promedio de 2.666 gramos, el tratamiento

con el 30% de inclusión, se logra mejor índice de conversión (IC) ( $P < 0,05$ ) con promedio de 1,74. La conclusión del estudio es que la TSI puede ser sustituto parcial de la soya en pollos de engorde Cobb500, favorable también en cuanto a rentabilidad, sobresaliendo el tratamiento de la inclusión del 10%.

En la investigación realizada por Muirragui (2013), para observar la factibilidad del uso de TSI en términos de rendimiento nutricional y beneficio económico en aves (1ra fase pollos y 2da fase codornices). En la primera fase se usó torta de soya (Dieta testigo) TSI cruda (Dieta B) y TSI tostadas (Dieta C) el resultado del consumo de la dieta C (TSI tostada) fue mayor que el de la dieta B (TSI cruda) pero inferior a la de la dieta testigo (torta de soya). En la segunda fase de la investigación se realizaron cuatro dietas que fueron suministradas a codornices de 4 días de nacidas, en la que se reemplazó la torta de Soya por diferentes porciones de TSI; los porcentajes a evaluar fueron los siguientes: 0% de TSI, 5% de TSI, 10% de TSI y 15% de TSI, empleando un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con 100 codornices en cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, siendo los parámetros de evaluación: consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, en esta segunda fase se concluye que la variable consumo promedio por animal es mayor en los tratamientos realizados con TSI en comparación con el tratamiento testigo (0% TSI). Respecto de la variable peso de las codornices se concluye que no hay diferencias significativas en los tratamientos en los que se empleó TSI, pero si hay diferencia significativa comparados los datos de estos con el tratamiento testigo. Por último, al realizar la conversión alimenticia, se divisó que las codornices del grupo testigo tuvieron un incremento más eficiente comparado con las codornices con tratamiento con TSI.

En la investigación realizada por Arias (2015) cuyo objetivo fue la evaluación de efecto de la sustitución de la pasta de soya con TSI en pollos Broiller con inclusión de TSI (0% 5%, 10.

15% y 30%). Los resultados indican que la variable incremento de peso fue mayor en el tratamiento testigo presentando diferencias estadísticas significativas con los demás tratamientos que tenían la inclusión de TSI. Entre los tratamientos que contenían TSI no presentaron diferencias estadísticas significativas. Respecto al consumo acumulado, el tratamiento con TSI tuvo un crecimiento leve durante la evaluación, en tanto con el tratamiento testigo el incremento fue significativo hasta el final del experimento. Para la mortalidad en el tratamiento testigo es significativamente menor comparado con los valores obtenidos con los tratamientos con TSI.

Reátegui-Inga et al (2015) en su investigación para estudiar los efectos de la alimentación con TSI en pollos Cobb en donde se enfoca en la determinación del perfil bioquímico en la sangre, el tejido hepático, el peso relativo y su desempeño zootécnico, concluye que: la TSI no altera los niveles de hemoglobina proteína sérica y albumina, en contraste si altera los niveles de hematocrito dependiendo de la edad. También reseña que uno de los efectos del consumo de TSI en el tejido hepático en pollos adultos es la mayor concentración de hepatocitos, siendo esta una de las causas más comunes de hiperplasia por irritación crónica debido a la presencia de toxinas, lo cual provoca la proliferación y el acumulo de las células (Cheville, 1996). Por otro lado, el consumo fue alterado concluyendo que en la TSI hay factores anti nutricionales o sustancias nocivas al compararse la histología hepática sin embargo el peso relativo de los órganos de los pollos alimentados con TSI es estadísticamente iguales. Uno de los resultados obtenidos en el estudio fue que hubo más consumo cuando hay menor inclusión de TSI en la ración. En tanto a la variable ganancia de peso a mayor inclusión de TSI en la ración hay menor ganancia de peso ( $p < 0.05$ ). En la conversión alimenticia se concluye que existe similitud entre los pollos alimentados con una ración de 7% TSI y los pollos del T1 (0% TS) y T3 (14% TSI); en

contraste, existe una diferencia en el grupo de animales con ración de 14% de TSI en relación a los pollos alimentados con 0% de TSI.

## **Materiales y métodos**

La evaluación de inclusión de Torta de Sacha Inchi (TSI) en pollos de engorde, constó de 2 etapas con metodología independiente para cada una. La primera evaluación se denominó etapa de levante y la segunda etapa de engorde.

La primera evaluación (Etapa de levante) se utilizaron dietas con inclusión de TSI cruda (TSIC) en un porcentaje de 10, 20 y 30%. En la segunda evaluación con nuevos animales, se utilizaron dietas con TSI con tratamiento térmico (TSIT) y una inclusión del 5 y 10%. El tratamiento térmico consistió en un horneado a 102°C por 20 minutos; esta actividad se hizo debido a los resultados preliminares obtenidos en la primera evaluación, más adelante descrito. La intención de reducir factores antinutricionales presentes en la TSI extraída en un proceso de 30C. Cada etapa se desarrolló con adecuado diseño experimental, que serán descritos a continuación

El análisis y evaluación de la inclusión de TSI en los parámetros nutricionales, se realizó mediante la observación detallada de los resultados obtenidos en el ejercicio y luego se comparó con la información bibliográfica obtenida en el repositorio institucional de la Universidad, como en documentos disponibles en base de datos como Scopus, Google Académico, entre otras.

### **Localización**

El proyecto se desarrolló en el municipio de Popayán (Cauca) en la finca La Fortuna ubicada en la vereda La Laja del corregimiento Santa Rosa a 8km del casco urbano. La finca se encuentra localizada a una altura de 1700 msnm, tiene una temperatura entre 20-23°C, humedad relativa 80-90% y precipitación promedio anual de 1800mm.

## Imagen 1

*Mapa ubicación geográfica del municipio de Popayán.*



Fuente: <http://www.popayan.gov.co/nuestra-geografía>.

## Imagen 2

*Georreferenciación Google Earth vereda la Laja, finca la Fortuna.*



Fuente:

<https://earth.google.com/web/@2.4978997,76.64929442,1712.4882841a,130.37043864d,35y,64.76812777h,59.88462518t,0r?pli=1>

## **Instalaciones y equipos**

Se utilizó un galpón de 4 m de largo, 2 m de ancho y 80 cm de alto. Para el desarrollo de la primera evaluación el galpón se subdividió en 16 compartimentos con una longitud de 50 cm de largo por 1 m de ancho para “encasetar” 64 pollos y para la segunda evaluación en 12 compartimientos con una longitud de 66 cm de largo por 1m de ancho para “encasetar” 48 pollos. Cada compartimento contó con comederos lineales elaborados en tubos de PVC, bebederos tipo niple, piso en tierra recubierto con una cama en viruta de 10 cm y cascarilla de arroz hasta los 20 cm de altura para el control de temperatura.

Al mismo tiempo, se inició la adecuación locativa y consecución de los implementos necesarios para la investigación, para finalizar con la consecución y recibimiento de los pollos de la investigación en cada una de las etapas.

## **Plan de manejo**

Se tuvo en cuenta la preparación del galpón, debido que es el lugar donde se les brinda a los pollos bienestar y confort, así como también el momento de la llegada, periodo donde se determinaron algunas características como la parte sensorial, el plan de vacunación y el buen estado de las aves en base al bienestar animal, posteriormente se hizo el pesaje y se les permitió la entrada de los pollos a las diferentes unidades del galpón.



### Imagen 3

*Instalaciones.*



Fuente. Elaboración propia.

### Animales

Para la primera evaluación (etapa levante): se utilizaron 64 pollitos de la línea Cobb 500 de 15 días de edad. La evaluación duró 12 días.

Para la segunda evaluación (etapa engorde): fueron 48 pollitos de la línea Cobb 500 de 15 días de edad, en donde se incluyó un periodo de acostumbramiento de 7 días con alimento sin TSI. La evaluación duro 17 días.

## Diseño experimental

El proyecto se ejecutó aplicando el diseño experimental completamente al azar (DCA) en las dos etapas. En la primera etapa, se trabajó con cuatro tratamientos, cuatro repeticiones y 16 animales por tratamiento, para un total de 64 animales y en la segunda etapa se trabajó con 3 tratamientos cuatro repeticiones y 4 animales por tratamiento para un total de 48 animales. La distribución de las unidades experimentales puede apreciarse en los cuadros 1 y 2.

Para la primera evaluación, los tratamientos fueron:

T0: Alimento balanceado con materias primas convencionales

T1: Alimento balanceado con inclusión de 10% torta de Sacha Inchi cruda (TSIC)

T2: Alimento balanceado con inclusión del 20% torta de Sacha Inchi cruda (TSIC)

T3: Alimento balanceado con inclusión del 30% torta de Sacha Inchi cruda (TSIC)

### Cuadro 1

*Distribución de las unidades experimentales dentro del galpón en la etapa de inicio.*

T2R1	T0R1	T2R2	T1R1	T3R4	T1R3	T3R3	T0R3
T0R2	T1R4	T2R3	T3R2	T0R4	T3R1	T1R2	T2R4

Fuente: Propia (2021).

Para la segunda evaluación los tratamientos fueron:

T0: Alimento balanceado con materias primas convencionales

T1: Alimento balanceado con inclusión de 5% torta de Sacha Inchi con tratamiento térmico (TSIT)

T2: Alimento balanceado con inclusión del 10% torta de Sacha Inchi con tratamiento térmico (TSIT)

### Cuadro 2

*Distribución de las unidades experimentales dentro del galpón en la etapa de engorde.*

T2R1	TOR1	T2R2	T1R1	TOR3	T1R3
TOR2	T1R4	T2R3	T1R2	TOR4	T2R4

Fuente: Propia (2022).

Los parámetros productivos obtenidos como consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia en cada una de las etapas fueron analizados con el software para análisis estadístico InfoStat. Se trabajo con un nivel de significancia del  $p > 0,05$

### **Alimentación**

Las dietas suministradas se elaboraron de acuerdo con los requerimientos nutricionales de cada etapa, fueron iso proteicas e iso energéticas, también se consideró, similar contenido de fosforo, calcio, lisina, metionina, como se expone en la tabla No 1.

**Tabla 1**

*Composición nutricional de las dietas.*

	Dietas	Proteína %	Energía metabolizable Kl/cal	Calcio %	Fosforo %	Lisina %	Metionina %	Fibra %
<b>Primera Etapa</b>	Iniciación sin Sacha	20,98	3	0,92	0,45	1,34	0,54	2,28
	Iniciación 10% TSIC	21,18	2,95	0,92	0,46	1,39	0,56	2,03
	Iniciación 20% TSIC	21,28	2,97	0,92	0,48	1,36	0,53	1,78
	Iniciación 30% TSIC	21,21	2,95	0,9	0,45	1,36	0,52	1,51

	Finalizaci ón sin Sacha	18	3100	0,76	0,38	1,02	0,42	2,6
<b>Segunda Etapa</b>	Finalizaci ón 10% TSIT	18	3100	0,76	0,39	1,02	0,42	2,6
	Finalizaci ón 5% TSIT	18	3100	0,76	0,4	1,02	0,42	2,6

---

TSIC: Torta de Sacha Inchi cruda TSIT: Torta de Sacha Inchi con tratamiento térmico

Fuente: propia (2022).

### *Preparación de las dietas*

La formulación de las dietas se realizó con diferentes cantidades de materias primas proteicas, energéticas, minerales, aditivos y harina de TSI, de acuerdo con los requerimientos nutricionales de los animales (tabla 2) en cada una de las evaluaciones.

**Tabla 2**

*Composición nutricional de dietas utilizadas en la evaluación No. 1 y 2.*

Materia Prima (MP)	Cantidades en Kg.									
	Iniciación - TSIC				Finalización – TSIT					
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	Total, de MP	Total, Iniciació n	Total, Finalizació n
<b>Harina de Pescado (Pescado 62/9/18)</b>	0,43	0,53	0,43	0,43	1,32	1,33	1,55	6,01	1,81	4,19
<b>Torta de Soya (Harina de Soya 44)</b>	7,75	5,38	3,45	1,47	14,5 3	11,4 1	8,35	52,34	18,04	34,29
<b>Torta de Sacha Inchi</b>	0,00	2,13	4,26	6,38	0,00	2,95	5,90	21,62	12,77	8,85

<b>Maíz (Maíz Nacional)</b>	8,09	9,15	8,83	8,92	23,7 5	27,0 8	26,2 5	112,0 6	34,98	77,08
<b>Sorgo</b>	3,09	2,34	2,45	1,87	14,2 9	11,8 0	11,8 0	47,64	9,74	37,90
<b>Fosfato Bicálcico</b>	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00	0,04	0,06	0,16	0,06	0,10
<b>L - Lisina</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,09	0,08	0,23	0,00	0,23
<b>DL - Metionina</b>	0,03	0,04	0,06	0,07	0,10	0,11	0,13	0,53	0,20	0,34
<b>Aceite de palma</b>	1,13	0,98	1,01	1,06	2,76	2,41	2,62	11,97	4,18	7,79
<b>Carbonat o de Calcio</b>	0,34	0,33	0,34	0,35	0,86	0,84	0,83	3,91	1,37	2,53
<b>Premezcla Vitaminas y Minerales</b>	0,32	0,32	0,30	0,32	0,83	0,79	0,89	3,76	1,25	2,51
<b>Sal Común</b>	0,04	0,02	0,04	0,11	0,00	0,06	0,27	0,54	0,21	0,33
<b>Bentonita</b>	0,06	0,04	0,11	0,27	0,53	0,12	0,30	1,44	0,49	0,95
<b>Total</b>	21,2 8	21,2 8	21,2 8	21,2 8	59,0 2	59,0 3	59,0 3	262,2 1	85,12	177,09

TSIC: Torta de Sacha Inchi cruda.

TSIT: Torta de Sacha Inchi con tratamiento térmico

Fuente propia (2022).

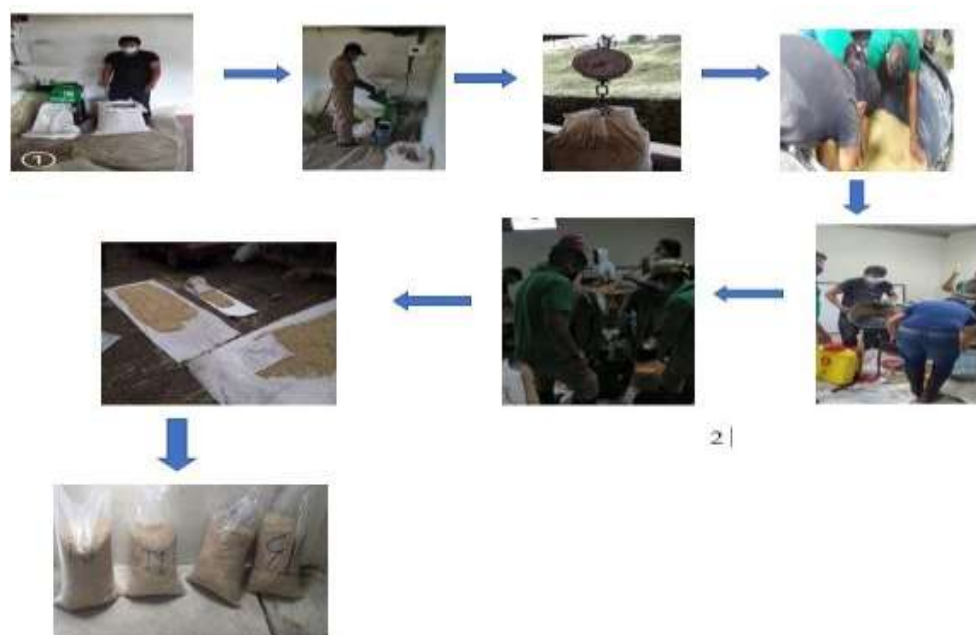
Para la preparación de las dietas se llevó a cabo el siguiente procedimiento.

1. Consecución de las materias primas.
2. Molido de las materias primas en grano (maíz, sorgo, torta de soya y TSI).
3. Pesaje de materias primas de acuerdo con el balance.
4. Tratamiento térmico horneado 102°C por 20 minutos. Esta actividad se hizo para la TSI que se usó en la segunda evaluación con el fin de eliminar factores antinutricionales.
5. Mezcla de las materias primas de forma manual hasta tener la mezcla homogénea.
6. Adición de agua a la mezcla con el fin de alcanzar humedad para la compactación en la peletizadora.

7. Peletizado
  8. Oreado por medio de la luz solar con el fin de eliminar la humedad del alimento concentrado y prevenir la formación de hongos.
  9. Molido con el fin de disminuir el tamaño del pellet y facilitar el consumo.
- Empaque y almacenamiento.

#### Imagen 4

*Diagrama de proceso.*



Fuente: propia.

#### Variables evaluadas

##### *Consumo de alimento*

En las dos evaluaciones se realizó un pesaje diario del alimento suministrado y rechazado en cada jaula experimental. Se suministró una sola ración en la mañana y en la tarde se recogió el alimento rechazado.

Mediante la siguiente formula se determinó el consumo total del alimento.

$$QA = AS - AR.$$

Dónde: QA: Consumo de alimento, AS: Alimento suministrado y AR: Alimento rechazado.

### ***Ganancia de peso***

Los pesajes se realizaron cada semana en horas de la mañana antes de ofrecer el alimento a los animales. Esta actividad se realizó hasta finalizar cada una de las evaluaciones (etapas levante y engorde).

Peso final – Peso inicial

### ***Conversión alimentación***

Para este parámetro el cálculo se realizó en cada una de las evaluaciones. La conversión alimenticia se estableció por medio de la relación de consumo y ganancia de peso mediante la fórmula:

$$CA = \frac{\text{Consumo de Alimento.}}{\text{Ganancia de Peso.}}$$

Fuente: Jensen, (1994) Citado por: Diaz et al, (2007).

### ***Análisis económico***

Para determinar la viabilidad económica de las dietas evaluadas, se utilizó la metodología de presupuestos parciales que permite interpretar los resultados obtenidos, comparando al tratamiento control con los demás tratamientos y determinar su viabilidad en términos de costo beneficio (Campo et al., 2017). Para ello se tuvo en cuenta el siguiente concepto.

Costo variable. Se determinó mediante la sumatoria del precio del kilogramo del concentrado experimental, por la cantidad consumida y carne producida.

## **Resultados y discusión**

La revisión de literatura permite dar a conocer los siguientes resultados y discusión:

Subproductos como la torta de soya, son los más utilizados en la elaboración de dietas para animales por su alto contenido proteico, pero su alto costo impulsa la necesidad de reconocer y caracterizar nuevos subproductos de plantas no tradicionales que tienen uso potencial en la alimentación animal, es así, como en la última década han aumentado investigaciones para determinar la viabilidad del uso del subproducto generado en torno en la obtención de aceite del sachá Inchi, ingrediente que promete aportar un alto porcentaje de proteína en la suplementación alimenticia de animales, brindando una opción viable en las zonas donde se produce esta especie vegetal.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta investigación pretende establecer un antecedente bibliográfico en Colombia, a través de la evaluación de la torta de sachá Inchi (TSI) cultivado e industrializado en la región del Cauca, para que en conjunto con posteriores estudios se formulen nuevas investigaciones relacionadas con la suplementación en dietas con animales, que permita conocer más a fondo las propiedades del subproducto, trasformando con ello el cultivo del sachá en un potencial para el sector agropecuario y la industria nacional.

Según (Gómez Pérez & Montaña Carrillo, 2019)El sector de la agroindustria genera diversos productos que posiblemente puedan ser contaminantes del medio ambiente por su inadecuada disposición o simplemente no son aprovechados, desperdiciando de cierta forma características nutritivas que pueden ser útiles en otros sistemas productivos. Por otra parte, desde el punto de vista nutricional, las clases de materias primas empleadas para la alimentación balanceada de animales depende de su fisiología digestiva y hábito alimenticio, es así como difiere la exigencia en la calidad de alimentos para utilizarlos en dietas ya sea para animales



monogástricos o rumiantes, por eso, la constante investigación con el objetivo de identificar alimentos que se adapten a las condiciones específicas de cada una de las especies de importancia zootécnica. Por lo anterior, pequeños y medianos productores del departamento del Cauca, han visto en *Plukenetia Volubilis* L una alternativa de producción que puede generar un sustento con el proceso agroindustrial por lo cual han iniciado actividades del cultivo y transformación de la semilla en la región suroccidental de Colombia.

Sacha Inchi es originaria de la Amazonía peruana y es reconocida en otras partes del mundo como un cultivo sostenible con aplicaciones comerciales viables (Wang et al., 2018). En base de datos reconocida (Scopus) se encuentra información desde hace 20 años, pero la evaluación como fuente alternativa alimenticia para animales es baja (5%), y desde hace aproximadamente 10 años, se destaca la evaluación en especies como tilapias, cuyes y pollos principalmente en Suramérica.

### **Variables evaluadas**

#### ***Ganancia de peso***

En la evaluación 1 y 2 (etapa de levante y engorde) el tratamiento T0 en relación con los tratamientos (T1, T2 y T3) y (T1 y T2) respectivamente, presenta diferencias estadísticas altamente significativas (Tabla 3). Se observa que a medida que se incrementa la inclusión de TSIC o TSIT la ganancia de peso disminuye, presentando menor ganancia de peso con la más alta inclusión (30%) en la etapa de levante y (10%) en la etapa de engorde.

**Tabla 3**

*Ganancia de peso evaluación 1 - etapa de levante y 2 etapa de engorde.*

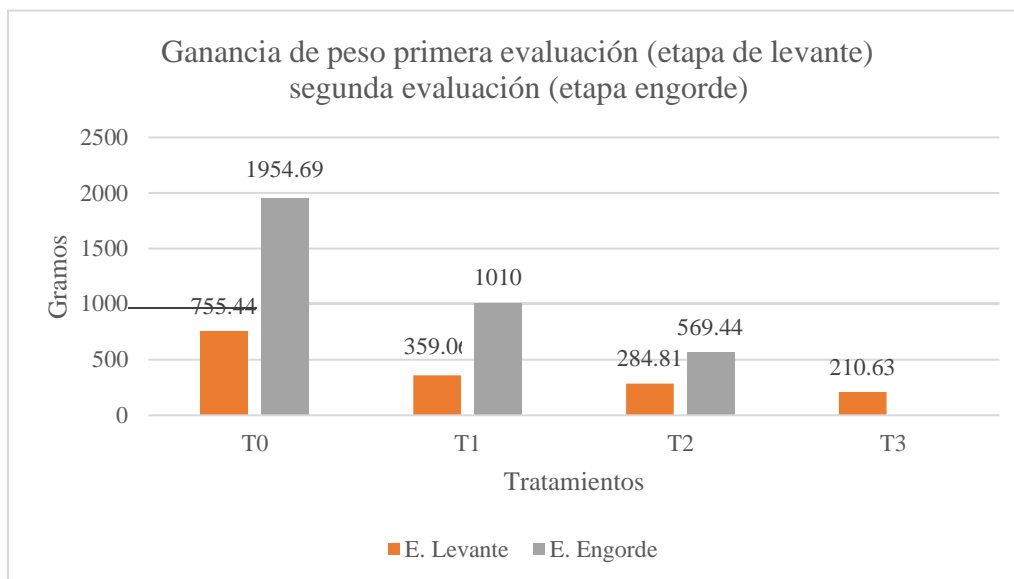
Tratamientos	T0	T1	T2	T3	P-valor
<b>% de inclusión TSIC</b>	0%	10%	20%	30%	<0.0001
<b>peso gr</b>	755,44 gr <sup>c</sup>	359,06 gr <sup>b</sup>	284.81 gr <sup>ab</sup>	210.63 gr <sup>a</sup>	
<b>% de inclusión TSIT</b>	0%	5%	10%		<0.0001
<b>peso gr</b>	1954 gr <sup>c</sup>	1010 gr <sup>b</sup>	569.44 gr <sup>a</sup>		
TSIC: Torta de Sacha Inchi Cruda		TSIT: Torta de Sacha Inchi con Tratamiento Térmico			

Fuente: Propia (2021).

En la primera evaluación (etapa de levante), al suministrar harina de TSIC en 10, 20 y 30% se presenta una menor ganancia de peso (imagen 5) con respecto al T0 en 396.38 g, 470.63 g y 544.81g respectivamente, por lo tanto, se evidencia que la inclusión mayor al 10% de TSIC afectan la ganancia de peso.

### Imagen 5.

*Ganancia de peso etapa de levante.*



Fuente: Propia (2021).

Igualmente, al suministrar harina de TSIT en un 5 y 10% en la etapa de engorde, menor ganancia de peso con respecto a T0 en 944.69 g y 1385 g respectivamente. Con lo que se evidencia que la inclusión de harina de TSIT así sea con tratamiento térmico mayores al 5% afectan el parámetro ganancia de peso en pollos de engorde a partir de los 23 días de edad.

Los resultados obtenidos se presentaron posiblemente debido a la presencia de FAN (taninos) en la TSI, los cuales reducen significativamente los parámetros productivos en concordancia con lo encontrado por Quinta (2009). Los resultados también demuestran que el aumento paulatino del nivel de inclusión de la harina de TSI genera que el valor nutritivo y la digestibilidad de TSI tengan valores negativos, reflejándose en varios parámetros como lo son: un lento tiempo del tránsito intestinal, cambios en los aspectos fisiológicos y morfológicos del sistema digestivo, modificación de la estructura de la mucosa intestinal por la característica

astringente de los taninos y la variación de la tasa de absorción de los nutrientes de la dieta, debido a que la proteína se hidroliza siendo de difícil asimilación por parte del sistema digestivo en los pollos de engorde en la etapa de levante. Se debe tener en cuenta que estas características son más significativas los pollos de 11 a 23 días, los cuales aún están en etapa de formación morfológica y los FAN presentes en TSI reducen el valor nutritivo de las dietas impidiendo que se tome del concentrado los nutrientes adecuados para el desarrollo correcto de los animales.

En la segunda evaluación - etapa de engorde se realizó un tratamiento térmico a 120 °C por un tiempo de 20 minutos, lo cual generó en principio una mejora significativa en el parámetro de ganancia de peso en relación con los resultados obtenidos en la primera evaluación - etapa de levante, a pesar de ello, los resultados de ganancia de peso evidencian el efecto que pueda generar la presencia de taninos en la harina de TSI, los cuales a pesar de ser inhibidos parcialmente por medio del tratamiento térmico siguen conservando algunas de sus características como la astringencia y la baja digestibilidad que se reflejan en el bajo consumo de alimento, la conversión alimenticia y la baja ganancia de peso, tal como lo señala Quitin (2009).

### ***Consumo de alimento***

En la siguiente tabla se observa el consumo de alimento en las etapas de levante y engorde, para cada uno de los tratamientos.

**Tabla 4**

*Consumo de alimento evaluación 1. (etapa de levante) y evaluación 2 (etapa de engorde).*

Tratamientos	T0	T1	T2	T3	P-valor
% de inclusión TSIC	0%	10%	20%	30%	=0.0036

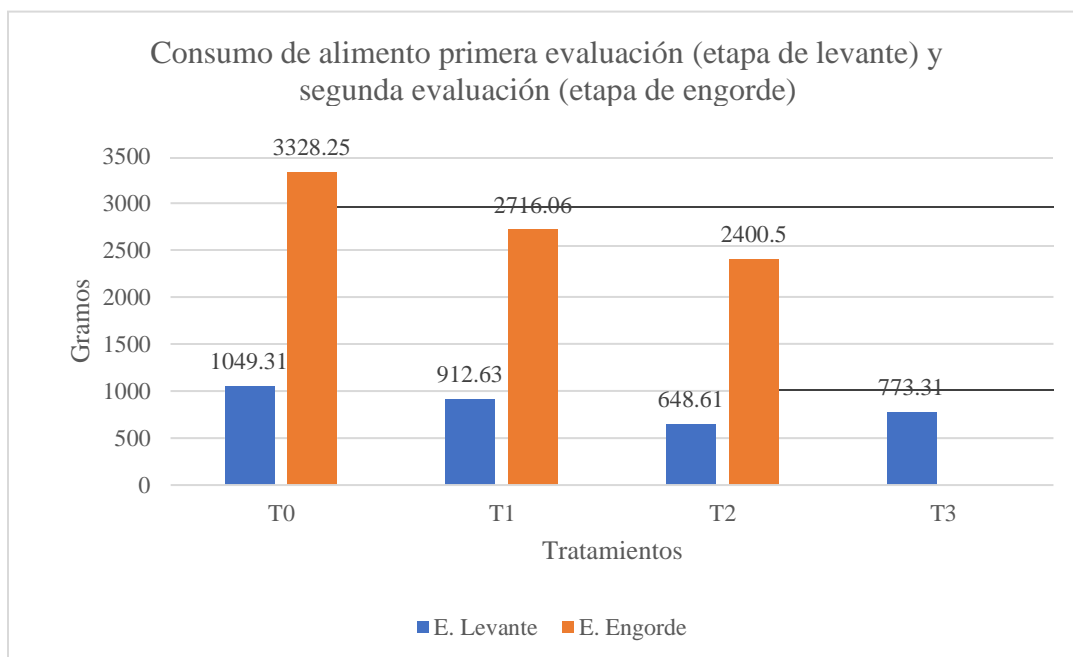
<b>Consumo de alimento</b> <b>gr.</b>	1049.31g <sup>c</sup>	912.63g <sup>bc</sup>	648.61 g <sup>a</sup>	773.31 g <sup>ab</sup>
<b>% de inclusión TSIT</b>	0%	5%	10%	< 0.0001
<b>Consumo de alimento</b> <b>gr.</b>	3328.25g <sup>c</sup>	2716.06 g <sup>b</sup>	2400.50g <sup>a</sup>	

TSIC: Torta de Sacha Inchi Cruda. TSIT: Torta de Sacha Inchi con Tratamiento Térmico.

Fuente: Propia (2021).

### Imagen 6

*Consumo de alimento etapa de levante y engorde.*



Fuente: Propia (2021).

Se observa en la imagen 6 que la probabilidad de P es  $> 0.001$  en el parámetro consumo durante la primera evaluación (etapa de levante) no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos T0 y T1; T2 y T3; T1 y T3, sin embargo, se observa que a medida que aumenta el porcentaje de inclusión de TSIC se reduce el consumo del alimento. El

tratamiento T0 presentó un consumo superior en comparación con los tratamientos T1, T2 y T3, la inapetencia en los 3 tratamientos que contenían TSIC se puede atribuir a la presencia de FAN en la proteína de la TSI; Quinta (2009) establece que los taninos presentan características de astringencia los cuales causan desecación en el transcurso del paso del alimento por el aparato digestivo, causando efectos negativos en el consumo reflejados en diferentes niveles de inapetencia.

En la segunda evaluación (etapa de engorde) para el consumo de alimento se evidencian diferencias estadísticas significativas P valor es  $<0.001$ , se observa que a medida que aumenta el nivel de inclusión de harina de TSIT disminuye el consumo.

Teniendo en cuenta que la etapa de levante y engorde son diferentes en referencia a los requerimientos nutricionales, la fisiología de los animales y la diferencia de la muestra, en la segunda evaluación (etapa de engorde) se observó que hubo un mejoramiento significativo en el consumo en relación con la primera evaluación (etapa de levante) debido al proceso de inhibición parcial de FAN por medio del tratamiento térmico que se realizó a la TSI quedando TSIT, de acuerdo con lo planteado por Quinta (2009) el calor influye positivamente sobre la digestibilidad de la proteína ya que ocurre una desnaturalización de su estructura tridimensional lo que incide directamente en el consumo.

A pesar de la mejora significativa en la segunda evaluación (etapa de engorde) respecto a la primera evaluación (etapa de levante), se observa que a medida que aumenta el nivel porcentual de la TSIT en la dieta, el consumo disminuye posiblemente por que los FAN no desaparecieron por completo con el tratamiento térmico (Imagen 6).

Jaramillo (1991), citado por La Torre y Calderón (1998); indican que los taninos alteran la forma y funciones del duodeno, buche y proventrículo; además de ocasionar daños a nivel de

mucosa de estos órganos; las aves para contrarrestar este efecto tóxico de los taninos producen mucoproteínas, viéndose afectada la respuesta productiva. Fahey y Jung (1990), citados por La Torre y Calderón (1998), mencionan que los taninos causan disminución del consumo voluntario, forman complejos con las proteínas y demás nutrientes de la dieta y complejos con enzimas digestivas; interfiriendo con la digestión.

Rostagno (1973) citado por La Torre y Calderón (1998); evalúa el ácido tánico como FAN, e indica que éste ocasiona una disminución en el consumo de alimento y ganancia de peso; acentuándose esta disminución a los 21 días de edad, la mortalidad puede llegar al 70% cuando se incluye 5% de ácido tánico en la dieta; a la necropsia las aves mostraron el buche vacío e hígado graso. La Torre y Calderón (1998); señalan que altos porcentajes de ácido tánico en la dieta, ocasionan desprendimiento de mucosa del esófago, edema subcutáneo e inflamación del buche; pudiendo llegar a romperse tejidos del tracto digestivo; todo esto acompañado de excreciones de mucoproteínas, ácido siálico y glucosaminas en las heces.

### ***Conversión alimenticia***

Se observa en la tabla 5 que la conversión alimenticia en la primera evaluación (etapa de levante) presenta la probabilidad  $P < 0.001$  lo que indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos T0 (1.44) y los tratamientos con TSIC T1 (2.27), T2 (2.54) y T3 (3.70); los tratamientos T2 y T1 no presentan diferencias significativas entre ellos.

**Tabla 5**

*Conversión alimenticia etapa de levante y engorde.*

Tratamientos	T0	T1	T2	T3	P-valor
% de inclusión TSIC	0%	10%	20%	30%	<0.0001

<b>Conversión alimenticia levante</b>	1.44 <sup>a</sup>	2.54 <sup>b</sup>	2.27 <sup>b</sup>	3.70 <sup>c</sup>
<b>% de inclusión TSIT engorde</b>	0%	5%	10%	0.0069
<b>Conversión alimenticia engorde</b>	1.72 <sup>a</sup>	2.73 <sup>a</sup>	4.51 <sup>b</sup>	

---

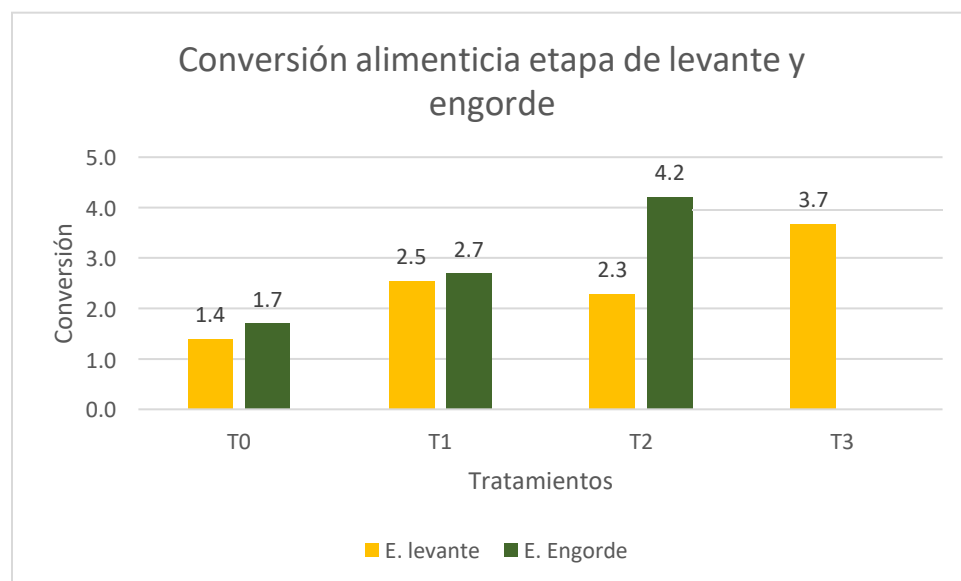
TSIC: Torta de Sacha Inchi Cruda      TSIT: Torta de Sacha Inchi con Tratamiento Térmico

Fuente: Propia (2021).

En la primera evaluación etapa de levante (imagen 7) se observó que a medida que se incrementó la inclusión de TSI en los tratamientos el alimento deja de ser eficiente siendo mayor la conversión alimenticia.

### Imagen 7

*Conversión alimenticia etapa de levante y engorde.*



Fuente: Propia (2021).



En la primera evaluación, etapa de levante, se encontraron resultados similares conversiones alimenticias a los reportados por Reategui, Paredes y Robles (2012)

La conversión alimenticia es un parámetro directamente afectado por el consumo de alimento y ganancia de peso, por lo tanto, la presencia de FAN que afectaron la respuesta de los anteriores parámetros también se ven reflejados en este parámetro productivo.

En la segunda evaluación etapa de engorde se observa (imagen 7) que el P valor es  $> 0.001$ , la conversión alimenticia no presenta diferencias significativas entre los tratamientos T0 y T1, el tratamiento T2 si presenta diferencias significativas con relación al T0 y T1, reiterando que a medida que aumenta el nivel porcentual de inclusión aumenta la conversión alimenticia.

Para el parámetro de conversión alimenticia en la segunda evaluación (etapa de engorde) se observó (imagen 7) que el tratamiento térmico de la TSI, presentó un comportamiento más estable en el parámetro de conversión alimenticia en relación a la primera evaluación (etapa de levante), posiblemente debido a que al inhibir los FAN mediante el tratamiento térmico se presenta una mejora significativa en la digestibilidad de los nutrientes como los aminoácidos (Dudley, 2003), a pesar de ello se observó, que a medida que se incluye mayor porcentaje de inclusión de TSI se presenta un mayor índice en la conversión alimenticia, lo que denota que el proceso térmico disminuye la toxicidad o cantidad de los taninos presentes en la TSI pero no es un factor de mejoramiento significativo en este parámetro evaluativo en relación con el parámetro y los tratamientos balanceados.

Los taninos de TSI son causantes de astringencia afectando la palatabilidad del alimento causando sensación de llenado intestinal, debido a que los taninos condensados inhiben la digestión de la proteína, la fibra y la materia seca (Bernal, 2007), lo anterior se pudo evidenciar en una de las necropsias que se realizó a una de las aves del T3R2 proveniente de la primera

evaluación (etapa de levante) el cual se le encontró el buche impactado; Quinta, R. R. (2009) establece que el alimento se acumula en el buche causando procesos necróticos de putrefacción afectando la pared del buche y el poco alimento que pasa al estómago es de difícil digestión, lo que se ve reflejado en una baja conversión alimenticia que conlleva a la desnutrición de los pollos y en casos más extremos la muerte.

### **Imagen 8**

*Necropsia.*



Fuente: propia 2021.

La Torre y Calderón (1998); reportaron que, a mayor nivel de taninos en la dieta, disminuye la digestibilidad de la proteína y como respuesta a esta toxicidad el tracto digestivo del animal secreta fluidos arrojando valores altos para el caso de nitrógeno proteico excretado y nitrógeno total excretado. En ese sentido se le responsabiliza al complejo tanino-proteína por el bajo nivel de crecimiento, baja digestibilidad de la proteína y disminución del aprovechamiento de los aminoácidos; incrementando el nitrógeno excretado, lo que trae como consecuencia una baja en la producción.

En la primera evaluación se presentó el 17% de mortalidad representado principalmente en T2 y T3, en cambio en la segunda evaluación cuando se utilizó TSIT no presentó mortalidad. Por lo cual se puede intuir que el resultado obtenido es producto de la reducción de la inclusión de la TSI en los tratamientos (T1= 5% y T2=10%) y el tratamiento térmico para la inhibición de los FAN. Quinta (2009) sostiene que el procedimiento de inhibición térmica reduce el nivel de toxicidad en el complejo tanino proteína permitiendo que los aminoácidos presentes en la proteína sean más asimilables en relación con el nivel porcentual en la inclusión de la TSI en los tratamientos.

Quispe (2008), reportó que al incluir 2% de Sacha Inchi tostado a 110°C por 20 minutos, las aves mostraron menor desempeño alimenticio, frente al testigo; afirma que niveles superiores aumentan en la conversión alimenticia y disminución en la ganancia diaria de peso.

La inclusión de harina de TSI hasta en un 10% con tratamiento térmico y sin hornear en etapas de levante y engorde no presenta índices de mortalidad, pero si afecta negativamente los parámetros productivos evaluados, en la muestra pre horneada hay una reducción de taninos, pero no es total.

### ***Análisis económico***

**Costos de alimentación.** Los costos de producción de pollos de engorde se determinaron en función del costo de cada ración suministrada, haciendo uso de la metodología de presupuestos parciales, donde se compararon los resultados del T0 respecto a los demás tratamientos planteados en cada una de las evaluaciones. En este sentido, se determinó que la dieta más económica fue la dieta control y a medida que fue incrementando la inclusión de TSI cruda o con tratamiento térmico los costos igualmente incrementaron, siendo esta materia prima, la que incrementó sustancialmente el valor por kilogramo.

**Costos variables por tratamiento.** Para la obtención de los costos variables, fue necesario cuantificar el costo del concentrado por kilogramo de cada dieta evaluada, con lo cual se determinó la diferencia con respecto al tratamiento control. (Tabla 6)

**Tabla 6**

*Costos variables por tratamiento.*

<b>Evaluación</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Costo del Kg concentrado \$</b>	<b>Cantidad consumida Kg</b>	<b>Total \$</b>
<b>Evaluación 1</b>	0	2029	1.05	2128.42
	1	4770	0.91	4353.24
	2	5227	0.65	3390.28
	3	9953	0.8	7696.75
<b>Evaluación 2</b>	0	1320	3.33	4393.29
	1	2356	2.72	6399.03
	2	3192	2.40	7662.39

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla 7 se relaciona el aumento del costo por cada tratamiento con respecto al tratamiento control en cada una de las evaluaciones.

**Tabla 7**

*Aumento de costo por tratamiento.*

<b>Evaluación</b>	<b>Incremento costo \$</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Evaluación 1</b>	0	2128,42
		100

	1	+2224,82	104,53
	2	+1261,86	59,29
	3	+5568,33	261,62
	0	+2264,87	100
<b>Evaluación 2</b>	1	+4270,61	145,65
	2	+5533,97	174,41

Fuente. Elaboración propia.

**Costo producción carne.** Los costos se realizaron teniendo en cuenta el peso vivo de los pollos en cada uno de los tratamientos en base a la conversión alimenticia, como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 8**

*Costo de producción de un kilogramo de carne con las dietas experimentales primera etapa de levante.*

<b>Evaluación</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Costo por kg de pollo</b>
	0	2029
<b>Evaluación 1</b>	1	4770
	2	5227
	3	9953
	0	1320
<b>Evaluación 2</b>	1	2356
	2	3192

Fuente. Elaboración propia

El mayor costo de producción se presentó en las formulaciones que contienen mayor inclusión de TSIT del 5% y 10% como se observa en la tabla 8, el sobre costo estimado es

directamente proporcional al alto índice de conversión alimenticia, a medida que se incrementa el porcentaje de inclusión de TSIT disminuye el consumo y por ende la conversión alimenticia es mayor comparada con la dieta testigo, lo anterior posiblemente en consecuencia a la presencia de los FAN.

## Conclusiones

La extracción de aceite de alta calidad de la semilla de Sacha Inchi limita el uso de altas temperaturas, por lo tanto, para ser incorporado el subproducto como la Torta de Sacha Inchi en alimentación animal se debe considerar la presencia de factores antinutricionales (FAN) lo cual evidencio alterar los parámetros productivos medidos en la alimentación de pollos.

Se demostró que el uso de Torta de Sacha Inchi puede constituir una alternativa a la alimentación tradicional protéica como la soya, pero presenta ciertas características negativas como lo son el poco incremento de peso y la disminución del consumo por la presencia de factores nutricionales cuando se compara con los pollos que son alimentados con soya.

En la variable ganancia de peso, tanto en la etapa de levante como de engorde, se evidencia que estos parámetros se afectan negativamente al aumentar el porcentaje de TSI. Al realizarse un tratamiento térmico a la TSI se disminuye el efecto, pero la inclusión sigue afectando parámetros productivos

La inclusión de TSI en la primera evaluación (etapa de levante) afecta proporcionalmente el consumo y la conversión alimenticia, posiblemente por factor astringente representado en la presencia de FAN. En la segunda evaluación (etapa de engorde), hubo un cierto aumento de consumo al incluir menor cantidad de TSI con un tratamiento térmico y la conversión alimenticia fue más estable

La inclusión de TSI altera los costos de producción de en la alimentación de un sistema avícola, tanto en la primera como en la segunda evaluación, cuando se comparan con una dieta sin TSI no son rentables en la medida que se requiere mayor inclusión de este producto.

### **Recomendaciones**

Promover investigaciones sobre el aprovechamiento de la harina de TSI en otras especies de interés pecuario, tales como especies rumiantes teniendo en cuenta la posibilidad de que estas puedan tener una mejor asimilación del complejo proteico presente en el Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) debido a que el sistema digestivo en estas especies animales tendría la capacidad de asimilar y sintetizar de forma eficiente la proteína presente en la harina de TSI.



## Bibliografía

- Alayón, A. N., & Echeverry, I. (2016). Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo): ¿una experiencia ancestral desaprovechada? Evidencias clínicas asociadas a su consumo. *Revista chilena de nutrición*, 43(2), 167-171., 167\_171.
- Anteparra, M., Berrios, M., Granados, L., & Diaz, W. (2014.). Insectos Polinizadores presentes de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en el distrito de Chinchao, Provincia de Huánuco. *Investigación y Amazonía*. Vol.3. No. 2, 94-98.
- Caicedo, Castrillón., G., & Jácome, Vargas., H. (2014). Razas de Gallinas. [jacomeuta.blogspot.com/](http://jacomeuta.blogspot.com/). Obtenido de <http://caicedo-jacomeuta.blogspot.com/>: <http://caicedo-jacomeuta.blogspot.com/>
- Carvajal, Tapia, J. I., Martínez, Mamian, A., & Truque, Ruíz. , N. Y. (2016). Digestibilidad de la harina de Guandúl (*Cajanus Cajan*) en alimentación de pollos de engorde. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Vol. 4. No. 1. , 87- 94.
- FAO. (2013). Revisión del Desarrollo Avícola.
- FAO (2015). Mercados y comercio. <https://www.fao.org/poultry-production-products/socio-economic-aspects/markets-trade/es/>
- FENAVI. (2018). El sector avícola en Colombia creció 4.5% en el 2018. . Bogotá.
- FENAVI. (2020). El más saludable. 14/10/2020, de FENAVI Sitio web: <https://fenavi.org>. Bogotá.
- FENAVI. (2020). Información estadística. <https://fenavi.org/informacion-estadistica/>

- G., A. (2016.). Análisis de crecimiento y producción de 3 variedades de sachá inchi (*Plukenetia Volubilis*. L) en el municipio de Tena Cundinamarca. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales-Tesis Sacha Inchi. Medellín.
- Gutiérrez, L. F., Rosada, L. M., & Jiménez., Á. (2011). Chemical composition of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L) seed and characteristics of their lipid fraction. *Grasas y Aceites*. Vol. 62. No. 1. , 76-83.
- Huamán, J., Chávez, K., Castañeda, E., Carranza, S., Chávez, T., Beltrán, Y., Cadenillas, J. (2008). Efecto de la *Plukenetia Volubilis* Linneo) Sacha Inchi= en la trigliceridemia posprandial. *Anales de la Facultad de Medicina*. v.69. n.4., 263-266.
- Hurtado Ordoñez, Z. A. (2013). Análisis composicional de la torta y aceite de semillas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) cultivada en Colombia (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Palmira).
- Hurtado, Ramírez., L. L., Paredes, López, , D., & Robles. Huaynate. (2014). Efecto de la torta de Sacha Inchi) *Plukenetia Volubilis*.I= en el perfil bioquímico sanguíneo e histopatología del hígado de aves de postura. *Ciencia Amazónica (Iquitos)* Vol.4. No.1, 60-66.
- Javier., P. d. (2012.). Sacha Inchi, tantos beneficios del Perú. Proyecto Omega. Agroindustrias Amazónicas. Folleto feria Internacional Agroindustrial. Quito .
- Niu, L, L. J., Chen, M., S., & Xu, , Z. F. (2014.). Determination of oil contents in Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) seeds at different developmental stages by two methods: Soxhlet extraction and time-domain nuclear magnetic resonance. *Industrial Crops and Products*. Vol. 56., 187-190.
- Obregón, A. (1997). Obtención de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis*) en polvo, decado por atomización. *Rev. Tropicult, Tinge María*. , 110-128.

- Orozco, Campo., R., Meleán, Romero., R., & Romero, Medina. , A. (2004). Costos de producción en la cría de pollos de engorde. *Revista Venezolana de Gerencia*. Vol.9. N° 28., 1\_27.
- Pachón, F., Tovar, G., Urbina, N., & Martínez, N. (2005). Uso de subproductos de caña panelera como suplemento alimenticio para ganado bobino y para evitar la contaminación ambiental. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. Vol. 52. núm. 1., 79-92.
- Patricio, N. T. (2017). Los Costos de la alimentación en la producción pecuaria. *J. Selva Andina Animal Science*. Vol.4. N° 2., 93\_94.
- Peña, M. E., & Cancelado, P. G. (2018). Evaluación de los procesos agronómicos de dos sistemas productivos del cultivo de Sacha inchi (*Plukenetia Volúbilis* L) como especies promisorias en clima medio y cálido en los Municipios de San Pablo de Borbur y Briceño (Boyacá – Colombia). Universidad Nacional Abierta ya Distancia- UNAD.
- Quinta, R. R. (2009). Inhibición de Factores Antinutricionales (Taninos), presentes en semilla y torta de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis*. L) mediante diferentes tratamientos Térmicos. Universidad Nacional Agraria La Selva. , Facultad de Zootecnia. Húanuco: Tingo María. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/770>
- Quispe Aguilar, M. A. (2008). Niveles de inclusión de sachá inchi (*Plukenetia Volúbilis* L.) tostado, en la dieta, sobre el desempeño productivo de pollos de carne.
- Reátegui Inga, R., Paredes López, D., & Robles Huaynate, R. (2015). Determinación del efecto del consumo de la torta de sachá inchi (*Plukenetia Volúbilis* L.) sobre el perfil bioquímico sanguíneo de pollos de carne. *Folia Amazónica*, 24(2), 31-38.

Ruíz, C., Díaz, C., Anaya, J., & Rojas., R. (2013). Análisis Proximal. Antinutrientes, Perfil de Ácidos Grasos y de Aminoácidos de Semillas y Tortas de 2 Especies de Sacha Inchi. (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*). Rev. Soc. Quim. Perú. Vol. 79. No.1., 29-36.

## Anexos

### Anexo A

*Tabla de consumo Etapa de levante.*

Fecha	Gula de consumo gr	# pollos	Suministro alimento día gr	cantidad de alimento tratamiento	Cantidad de alimento estación	Dato	Total consumo T0 gr	Total rechazo T0 gr	Total consumo T1 gr	Total rechazo T1 gr	Total consumo T2 gr	Total rechazo T2 gr	Total consumo T2 gr	Total rechazo T2 gr
18/04/2021	82	64	5248	1312	328	Suministro								
						Rechazo								
						Total	1184	128	780	532	509	803	372	940
						Consumo								
19/04/2021	87	64	5568	1392	348	Suministro								
						Rechazo								
						consumo	1252	160	886	506	399	993	692	700
						por animal								
20/04/2021	92	64	5888	1472	368	Suministro								
						Rechazo								
						consumo	1329	143	971	500	512	960	901	571
						por animal								
21/04/2021	97	64	6208	1552	388	Suministro								
						Rechazo								
						consumo	1373	179	1154	398	830	722	1020	532
						por animal								
22/04/2021	102	64	6528	1632	408	Suministro								
						Rechazo								
						consumo	1438	194	1152	480	679	953	755	877
						por animal								
23/04/2021	108	64	6912	1728	432	Suministro								
						Rechazo								
						Total	1408	320	1247	481	988	832	783	837
						Consumo								
24/04/2021	112	64	7168	1792	448	Suministro								
						Rechazo								
						consumo	1523	273	1402	390	801	879	1162	406
						por animal								
25/04/2021	118	64	7552	1888	472	Suministro								
						Rechazo								
						consumo	1479	409	1529	359	930	840	1095	557
						por animal								
26/04/2021	123	64	7872	1968	492	Suministro								
						Rechazo								
						Total	1649	319	1474	494	883	962	1413	309
						Consumo								
27/04/2021	128	64	8192	2048	512	Suministro								
						Rechazo								
						Total	2048	447	2048	670	1920	1326	1792	611
						Consumo								
28/04/2021	133	64	8512	2128	532	Suministro								
						Rechazo								
						Total	2128	0	1958	170	1366	230	1238	225
						por animal								
29/04/2021	138	64	8832	2208	552	Suministro								
						Rechazo								
						Total	2108	100	2098	110	1366	280	658	584
						Consumo								
						Consumo por jaula	18897							
						Consumo por animal en los 10 días	4197		9651		2594		3093	
						consumo de alimento grs por pollo	1049		913		649		773	

Fuente: Autores.

## Anexo A.2.

Tabla de consumo Etapa de Engorde.

Fecha	Guía de consumo gr	# pollos	Suministro alimento día gr	cantidad de alimento tratamiento	Cantidad de alimento estación	Dato	Total consumo T0 gr	Total rechazo T0 gr	Total consumo T1 gr	Total rechazo T1 gr	Total consumo T2 gr	Total rechazo T2 gr
21/01/2022	113	48	5424	1808	452	Suministro						
						rechazo						
						Total						
22/01/2022	118	48	5664	1888	472	consumo	1888	0	1728	82	862	946
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
23/01/2022	123	48	5904	1968	492	consumo	1888	0	1248	640	642	1246
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
24/01/2022	128	48	6144	2048	512	consumo	1968	0	1348	620	1460	508
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
25/01/2022	136	48	6528	2176	544	consumo	2048	0	1702	346	1098	954
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
26/01/2022	140	48	6720	2240	560	consumo	2176	0	1780	396	1170	1006
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
27/01/2022	144	48	6912	2304	576	consumo	2078	162	1800	440	1048	1196
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
28/01/2022	150	48	7200	2400	600	consumo	2304	0	2241	63	1432	872
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
29/01/2022	153	48	7344	2448	612	consumo	2400	0	2200	200	1618	782
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
30/01/2022	158	48	7584	2528	632	consumo	2448	0	1959	489	1946	502
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
31/01/2022	162	48	7776	2592	648	consumo	2528	0	1439	1089	1662	866
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
1/02/2022	169	48	8112	2704	676	consumo	2430	162	1178	1414	1710	882
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
2/02/2022	173	48	8304	2768	692	consumo	2704	0	1390	1314	1639	1065
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
3/02/2022	176	48	8448	2816	704	consumo	2768	0	2234	534	1808	900
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
4/02/2022	180	48	8640	2880	720	consumo	2810	0	1829	982	1692	1138
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
5/02/2022	184	48	8832	2944	736	consumo	2632	248	2529	351	2093	782
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
6/02/2022	186	48	8928	2976	744	consumo	2944	0	2486	458	2327	617
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
7/02/2022	189	48	9072	3028	756	consumo	2976	0	2471	505	2536	440
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
8/02/2022	192	48	9216	3072	768	consumo	3024	0	2891	131	2783	241
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
9/02/2022	194	48	9312	3104	776	consumo	3072	0	2766	306	2780	292
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
10/02/2022	196	48	9408	3136	784	consumo	3104	0	3104	0	3009	95
						Suministro						
						rechazo						
						Total						
						consumo	3136	0	2619	517	2866	270

Fuente: Autores.

## Anexo B

### *Análisis de varianza etapa de levante*

#### Anexo B.1

##### *Parámetro consumo.*

###### Análisis de la varianza

###### Consumo

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Consumo	16	0,66	0,58	14,57

###### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	360092,47	3	120030,82	7,90	0,0036
Tratamiento	360092,47	3	120030,82	7,90	0,0036
Error	182397,71	12	15199,81		
Total	542490,18	15			

###### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 15199,8091 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2	648,61	4	61,64 A
3	773,31	4	61,64 A B
1	912,63	4	61,64 B C
0	1049,31	4	61,64 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Fuente: Autores

#### Anexo B.2

##### *Parámetro ganancia de peso.*

###### Ganancia peso

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ganancia peso	16	0,91	0,89	18,67

###### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	708472,23	3	236157,41	41,83	<0,0001
Tratamiento	708472,23	3	236157,41	41,83	<0,0001
Error	67754,42	12	5646,20		
Total	776226,65	15			

###### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 5646,2020 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
3	210,63	4	37,57 A
2	284,81	4	37,57 A B
1	359,06	4	37,57 B
0	755,44	4	37,57 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Fuente: autores.

## Anexo B.3

*Parámetro conversión alimenticia.*

CA

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CA	16	0,87	0,84	14,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,47	3	3,49	27,42	<0,0001
Tratamiento	10,47	3	3,49	27,42	<0,0001
Error	1,53	12	0,13		
Total	12,00	15			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1273 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
0	1,44	4	0,18	A
2	2,27	4	0,18	B
1	2,54	4	0,18	B
3	3,70	4	0,18	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Fuente: Autores

## Anexo C

*Análisis de varianza etapa de engorde*

### Anexo C.1

*Parámetro consumo.*

Análisis de la varianza

Consumo

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Consumo	12	0,88	0,85	5,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1780097,72	2	890048,86	33,36	0,0001
Tratamiento	1780097,72	2	890048,86	33,36	0,0001
Error	240134,55	9	26681,62		
Total	2020232,27	11			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 26681,6163 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
2	2400,50	4	81,67	A
1	2716,06	4	81,67	B
0	3328,25	4	81,67	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Fuente: autores.



## Anexo C.2

*Parámetro ganancia de peso.*

ganacia

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ganacia	12	0,92	0,90	16,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4007263,14	2	2003631,57	52,30	<0,0001
Tratamiento	4007263,14	2	2003631,57	52,30	<0,0001
Error	344782,34	9	38309,15		
Total	4352045,48	11			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 38309,1493 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2	569,44	4	97,86 A
1	1010,00	4	97,86 B
0	1954,69	4	97,86 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Fuente: Autores

## Anexo C.3

*Parámetro conversión alimenticia.*

Conversión

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Conversión	12	0,67	0,60	31,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15,90	2	7,95	9,11	0,0069
Tratamiento	15,90	2	7,95	9,11	0,0069
Error	7,86	9	0,87		
Total	23,76	11			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,8732 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
0	1,72	4	0,47 A
1	2,73	4	0,47 A
2	4,51	4	0,47 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Fuentes: autores.

**Anexo D***Costo general etapa de levante.*

<b>Materia prima</b>	<b>Total, de MP</b>	<b>Aproximado</b>	<b>\$/Kg</b>	<b>Total</b>
<b>Harina de pescado</b>	1,8	8	\$ 4.000	\$7.200
<b>(pescado 62/9/18)</b>				
<b>Torta de soya (harina de soya 44)</b>	18,0	45	\$ 1.800	\$32.400
<b>Torta de sachá inchi</b>	12,8	50	\$ 6.000	\$76.800
<b>Maíz (Maíz Nacional)</b>	35,0	130	\$ 1.000	\$35.000
<b>Sorgo</b>	9,7	66	\$ 1.300	\$12.610
<b>Fosfato bicálcico</b>	0,1	0,5	\$ 4.000	\$ 400
<b>L – Lisina</b>	0,0	0,25	\$ 8.000	\$ 2.000
<b>DL – Metionina</b>	0,2	1	\$ 7.500	\$1.500
<b>Aceite de palma</b>	4,2	18	\$ 1.700	\$ 7.140
<b>Carbonato de calcio</b>	1,4	5	\$ 500	\$ 700
<b>Premezcla vitaminas y minerales</b>	1,3	6	\$ 3.000	\$ 3.900
<b>Sal común</b>	0,2	1	\$ 500	\$ 100
<b>Bentonita</b>	0,5	3	\$ 250	\$ 125
<b>Total</b>	85,2		\$ 39.550	\$ 177.875
<b>Kilos</b>	85,2			\$ 2.088

<b>Bultos</b>	2,13	\$ 83.509
---------------	------	-----------

---

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo E

*Costo general etapa de engorde.*

<b>Materia Prima</b>	<b>Cantidad Kg</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
<b>Harina de pescado</b>	5	\$ 4.000	\$ 20.000
<b>Torta de Soya</b>	40	\$ 2.700	\$ 108.000
<b>Torta de Sacha Inchi</b>	8,9	\$ 6.000	\$ 53.400
<b>Maíz Nacional</b>	77,1	\$ 2.000	\$ 154.200
<b>Sorgo Molido</b>	31	\$ 1.640	\$ 50.840
<b>Fosfato Bicálcico</b>	0,2	\$ 4.000	\$ 800
<b>L'lisina</b>	0,3	\$ 10.000	\$ 3.000
<b>Dl- metionina</b>	0,4	\$ 8.000	\$ 3.200
<b>Aceite de Palma</b>	8	\$ 8.000	\$ 64.000
<b>Carbonato de Calcio</b>	3	\$ 1.500	\$ 4.500
<b>Premezcla vitaminas y minerales</b>	3	\$ 5.000	\$ 15.000
<b>Sal</b>	0,4	\$ 1.200	\$ 480
<b>Bentonita</b>	1	\$ 1.000	\$ 1.000
<b>Total</b>	178,3		\$ 478.420

<b>Kilos</b>	178,3	\$	2.683,23
<b>Bultos</b>	4,4575	\$	107.329,22

---

Fuente: Elaboración propia.