



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD INGENIERIA**  
**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

Usos de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) con Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en la industria cárnica

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial**

**Autor:**

Erika Alexandra Ruiz Ruiz

**Tutor:**

PhD. José Efraín Miranda Yuquilema

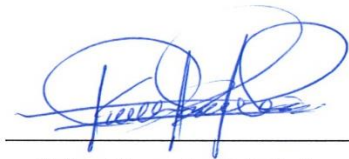
**Riobamba, Ecuador. 2024**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **Erika Alexandra Ruiz Ruiz**, con cédula de ciudadanía **060498651**, autora del trabajo de investigación titulado: **Usos de carne de cuy (*Cavia porcellus*) con Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en la industria cárnica**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a la fecha de su presentación.



Erika Alexandra Ruiz Ruiz

C.I:0604986521

## DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, **José Efraín Miranda Yuquilema** catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: **Usos de carne de cuy (*Cavia porcellus*) con Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en la industria cárnica**, bajo la autoría de **Erika Alexandra Ruiz Ruiz**; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 10 días del mes de abril de 2024



---

PhD. José Efraín Miranda Yuquilema  
C.I: 0603695875

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **Usos de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) con Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en la industria cárnica** por **Erika Alexandra Ruiz Ruiz**, con cédula de identidad número **0604986521**, bajo la tutoría de Dr. Jose Efrain Miranda Yuquilema; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 03 días del mes de mayo del 2024.

Darío Baño, PhD.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**

  
Firma

Davinia Sanchez, Dra.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**

  
Firma

José Escobar, Ing  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**

  
Firma



Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



UNACH-RGF-01-04-08.15  
VERSIÓN 01: 06-09-2021

## CERTIFICACIÓN

Que, **Erika Alexandra Ruiz Ruiz** con CC: **0604986521**, estudiante de la Carrera **AGROINDUSTRIA**, Facultad de **FACULTAD DE INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**Uso de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) con Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en la industria cárnica**", cumple con el 6 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 20 de junio de 2024

  
PhD. José E. Miranda Yuquilema  
**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo está dedicado a:*

*A Dios por darme su bendición, salud, vida, y fortaleza para cumplir las metas establecidas.*

*A mi madre María Leonor Ruiz por ser la mujer quien me dio la vida y confía en mí, por tener siempre la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos, inculcarme valores, haberme formado como una mujer de bien y motivarme a dar lo mejor de mí en cada momento de mi vida, no hay palabras en este mundo para agradecerle por tanto mamita.*

*A mi amada familia que con su cariño y apoyo incondicional es mi mayor inspiración para superarme profesionalmente y como ser humano. No fue fácil el camino para llegar hasta donde estoy, pero gracias a ustedes y su acompañamiento logre terminar con éxito este proyecto.*

*Con todo mi amor y cariño, a mi pareja y compañero de vida Guillermo Bryan Flores Obregón, quien fue mi fuente de inspiración, su ayuda a sido fundamental, ha estado conmigo incluso en los momentos más turbulentos, le agradezco mucho mi amor, y a su hermosa familia que con sus consejos y palabras de aliento estuvieron presentes en la culminación de mi carrera.*

*Quiero dedicar también esta tesis al Dr. Guido García que me brindo su apoyo y siempre estuvo conmigo apoyándome de forma económica, moral y dándome los mejores ánimos para culminar con mis estudios, a mis amigos y todas las personas que formaron parte de mi vida durante mi proceso educativo.*

***Erika Alexandra Ruiz Ruiz***

## **AGRADECIMIENTO**

*A la Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería y de manera muy especial a la carrera de Agroindustria por brindarme la oportunidad de culminar con mi formación universitaria.*

*A todos los docentes y amigos de la carrera por compartir sus conocimientos y experiencias que me permitieron y me permitirán desempeñarme profesionalmente.*

*A mi Tutor PhD. José Miranda quien dedico su tiempo, paciencia y esfuerzo, para el desarrollo de este proyecto de investigación, pues con sus sabios consejos y conocimientos fue mi principal guía.*

*A la Dra. Davinia Sánchez por su amabilidad y disposición de ayudar con su ejemplo y compromiso con la investigación y enseñanza.*

*Finalmente quiero agradecer a mis compañeros y amigos con quienes compartí las mejores etapas y las más difíciles de mis estudios, quienes formaron parte importante de mi vida, gracias por cada risa, cada anécdota compartida hizo más amena mi vida universitaria.*

***Erika Alexandra Ruiz Ruiz.***

## ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	

### **CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....16**

1.1 Antecedentes .....	16
1.2 Problema .....	17
1.2.1 Planteamiento del problema .....	17
1.2.2 Formulación del problema .....	17
1.3 Justificación.....	17
1.4 Objetivos .....	18
1.4.1 General .....	18
1.4.2 Específicos.....	18

### **CAPÍTULO II. ESTADO DE ARTE Y MARCO TEÓRICO.....19**

2.1 Estado de arte.....	19
2.2 Marco Teórico.....	20
2.2.1 Calidad genética y producción cárnica del cuy de raza Kuri.....	20
2.2.2 Las bondades de la carne de cuy en la agroindustria .....	21
2.2.3 Valor nutritivo de la carne de cuy.....	21
2.2.4 pH de la carne de cuy .....	22
2.2.5 Capacidad de retención de agua (CRA) de la carne de cuy .....	23
2.2.6 Pérdidas de agua por cocinado en la carne de cuy .....	24
2.2.7 Características de Sacha Inchi en la industria cárnica .....	24
2.2.8 Valor nutricional del Sacha Inchi .....	25
2.2.9 Evidencias clínicas asociadas al consumo de Sacha Inchi.....	25
2.2.10 Enzima transglutaminasa (TG).....	25
2.2.11 Condiciones de activación de la enzima Transglutaminasa .....	26
2.2.12 Inactivación de la enzima.....	26
2.2.13 Carnes reestructuradas .....	26

### **CAPÍTULO III. METODOLOGIA. ....27**

3.1 Tipo de Investigación .....	27
---------------------------------	----



3.2 Diseño de Investigación.....	27
3.2.1 Unidad de análisis .....	28
3.3 Técnicas de recolección de Datos .....	28
3.3.1 Animales utilizados, criterios de inclusión y exclusión. ....	28
3.3.2 Equipos, materiales, reactivos y materia prima .....	29
3.4 Proceso del faenamiento y la obtención de carne de cuy .....	30
3.5 Procedimiento para la elaboración de nuggets y filetes .....	32
3.6 Indicadores evaluados .....	36
3.6.1 Características Físicas.....	36
a) pH.....	36
b) Color.....	36
3.6.2 Parámetros Químicos.....	36
3.6.3 Parámetros Microbiológicos .....	37
3.6.4 Tecnológicos .....	38
a) Capacidad de retención de agua.....	38
b) Pérdidas por cocinado .....	38
3.7 Procesamiento de datos y análisis estadístico .....	38
3.7.1 Hipótesis .....	38
4.1 Resultados .....	39
4.1.1 Análisis físico de los nuggets.....	39
4.1.2 Análisis químico de los nuggets.....	41
4.1.3 Análisis microbiológico de los nuggets.....	42
4.1.4 Valores de pH de los nuggets de cuy almacenados a 4°C .....	42
4.1.5 Calidad tecnológica de los nuggets .....	43
4.1.6 Característica fisicoquímico, microbiológico y tecnológico de filetes de cuy .....	44
4.2 Discusión .....	45
4.2.1 Características físicas de nuggets de cuy .....	45
4.2.2 Característica química de nuggets de cuy.....	46
4.2.3 Parámetros microbiológico de nuggets de cuy .....	47
4.2.4 Estabilidad de pH de nuggets de cuy.....	48
4.2.5 Parámetros tecnológicos de nuggets de cuy .....	48
4.2.6 Característica fisicoquímico, microbiológico y tecnológico de filetes de cuy .....	49
<b><u>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</u></b>	<b><u>50</u></b>
5.1 Conclusiones .....	50
5.2 Recomendaciones.....	50
<b><u>BIBLIOGRAFÍA.....</u></b>	<b><u>51</u></b>
<b><u>ANEXOS .....</u></b>	<b><u>59</u></b>
6.1 Color de los nuggets y filetes de cuy.....	59

6.2 Obtención de la carne de cuy .....	60
6.3 Registro de datos .....	62
6.4 Guías utilizadas .....	62
6.4 Producción de nuggets y filetes .....	63
6.5 Análisis de laboratorio.....	65
6.6 Ficha Técnica Sacha Inchi .....	67
6.7 Proceso para la determinación de proteína .....	68
6.8 Socialización del proyecto.....	69
6.9 Anova de medidas repetidas para el pH . ....	70
6.10 Gráficos de medias de los indicadores de color de los nuggets .....	71

## ÍNDICE DE TABLAS.

<b>Tabla 1.</b> Características productivas del cuy de raza Kuri .....	20
<b>Tabla 2.</b> Comparación de la carne de cuy y otras especies.....	22
<b>Tabla 3.</b> pH y acidez de la carne en diferentes especies.....	22
<b>Tabla 4.</b> Capacidad de retención de agua en diferentes especies.....	23
<b>Tabla 5.</b> Ingredientes utilizados en la formulación para la elaboración de nuggets .....	27
<b>Tabla 6.</b> Equipos, materiales, reactivos y materias primas.....	29
<b>Tabla 7.</b> Valores medios de pH de los nuggets durante el tiempo de actuación de la enzima .....	39
<b>Tabla 8.</b> Valores medios de color de los nuggets durante el tiempo de actuación de la enzima ..	40
<b>Tabla 9.</b> Valores medios de la composición química de nuggets .....	41
<b>Tabla 10.</b> Parámetros microbiológico evaluados en los nuggets .....	42
<b>Tabla 11.</b> Valores medios de la capacidad de retención de agua y pérdidas por cocinado .....	44
<b>Tabla 12.</b> Valores de los parámetros físicos y tecnológicos de los filetes .....	44
<b>Tabla 13.</b> Representación gráfica del color de los nuggets .....	59
<b>Tabla 14.</b> Representación gráfica del color de los filetes de cuy .....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Especie (Cavia Porcellus).....	21
<b>Figura 2.</b> Planta de Sacha Inchi. ....	24
<b>Figura 3.</b> Proceso de Faenamiento del cuy.....	30
<b>Figura 4.</b> Elaboración de nuggets .....	32
<b>Figura 5.</b> Elaboración de filetes .....	35
<b>Figura 6.</b> Valores de pH de nuggets evaluados durante 15 días de conservación. ....	43
<b>Figura 7.</b> Valores de pH filetes obtenidos a partir de la carne de cuy .....	45
<b>Figura 8.</b> Clasificación de los animales.....	60
<b>Figura 9.</b> Selección de los animales. ....	60
<b>Figura 10.</b> Técnica de desnucamiento. ....	60
<b>Figura 11.</b> Sangrado. ....	60
<b>Figura 12.</b> Escaldado. ....	60
<b>Figura 13.</b> Pelaje. ....	60
<b>Figura 14.</b> Evisceración.....	61
<b>Figura 15.</b> Oreo.....	61
<b>Figura 16.</b> Canal del cuy .....	61
<b>Figura 17.</b> Canal del cuy sin piel. ....	61
<b>Figura 18.</b> Piel del cuy .....	61
<b>Figura 19.</b> Huesos del cuy. ....	61
<b>Figura 20.</b> Carne de cuy. ....	62
<b>Figura 21.</b> Pruebas para formulación. ....	62
<b>Figura 22.</b> Bitácora física. ....	62
<b>Figura 23.</b> Bitácora digital.....	62
<b>Figura 24.</b> Guía de faenamiento de cuyes .....	62
<b>Figura 25.</b> Guía para calidad tecnológica de la carne .....	62
<b>Figura 26.</b> Molido de la carne.....	63
<b>Figura 27.</b> Pesaje de la carne. ....	63
<b>Figura 28.</b> Pesaje de insumos. ....	63
<b>Figura 29.</b> Mezclado de insumos. ....	63
<b>Figura 30.</b> Mezclado de ingredientes. ....	63

<b>Figura 31.</b> Formulaciones.....	63
<b>Figura 32.</b> Moldeado. ....	64
<b>Figura 33.</b> Refrigerado. ....	64
<b>Figura 34.</b> Precocido. ....	64
<b>Figura 35.</b> Empacado. ....	64
<b>Figura 36.</b> Nuggets empacados al vacío.....	64
<b>Figura 37.</b> Filetes empacados al vacío. ....	64
<b>Figura 38.</b> Registro de datos. ....	65
<b>Figura 39.</b> Pesaje de muestras.....	65
<b>Figura 40.</b> Análisis de pH.....	65
<b>Figura 41.</b> Análisis de color.....	65
<b>Figura 42.</b> Análisis químico. ....	65
<b>Figura 43.</b> Análisis microbiológico.....	65
<b>Figura 44.</b> Análisis CRA. ....	66
<b>Figura 45.</b> Diferencia de pesos. ....	66
<b>Figura 46.</b> Análisis PPC. ....	66
<b>Figura 47.</b> Muestras en baño María. ....	66
<b>Figura 48.</b> Ficha Técnica Hidrolizado de Sacha Inchi .....	67
<b>Figura 49.</b> Proceso análisis de proteína.....	68
<b>Figura 50.</b> Feria “Yo emprendo con Agro” .....	69
<b>Figura 51.</b> Socialización con la delegación de la Universidad Carolina del Norte .....	69
<b>Figura 52.</b> Reposte de resultados SPSS.....	70
<b>Figura 53.</b> Análisis de pH por filas y columnas.....	70
<b>Figura 54.</b> Análisis color a*(rojo) por filas y columnas.....	71
<b>Figura 55.</b> Análisis color b*(amarillo) por filas y columnas.....	71
<b>Figura 56.</b> Análisis color L*(luminosidad) por filas y columnas .....	71
<b>Figura 57.</b> Análisis color c*(cromático) por filas y columnas .....	72
<b>Figura 58.</b> Análisis color H (ángulo Hue) por filas y columnas.....	72

## RESUMEN

En la comunidad Andina, la carne de cuy es mayormente consumida, por su alto contenido de proteínas y aminoácidos esenciales, su consumo se ha popularizado a nivel mundial, con más intensidad. Por lo expuesto, el presente trabajo tuvo como objetivo de elaborar filetes y nuggets de carne de cuy (*Cavia porcellus*) empacada al vacío con la inclusión de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), mediante el análisis del efecto de la inclusión de sachá Inchi y transglutaminasa en distintas concentraciones, se evaluaron seis tratamientos con tres repeticiones cada uno, los indicadores evaluados fueron químicos (proteína cruda, grasa, ceniza y materia orgánica), físicos (color, pH), microbiológicos (aerobios mesófilos, E. Coli, enterobacterias) y tecnológicos (capacidad de retención de agua y pérdida por cocinado). Los tratamientos estudiados fueron: HT0 (carne de cuy + harina de trigo hidratada); HT0.5, carne de cuy + harina de trigo hidratada y 0.5% transglutaminasa; HT1, carne de cuy + harina hidratada y 1% transglutaminasa; SI0, carne de cuy + harina de sachá Inchi; SI0,5, carne de cuy + harina de sachá Inchi y 0.5% transglutaminasa; SI1, carne de cuy + harina de sachá Inchi y 1% transglutaminasa. El tratamiento SI0 (76% carne cuy + 19,55% Sacha Inchi hidratada + 4,45% aditivos y conservantes) fue el de mejor comportamiento en cuanto a la composición química, físico y tecnológico, 23,01% y 12 % de proteína y grasa; los valores de pH mantuvieron bajos; la capacidad de retención de agua y pérdida por cocinado fue de 37,43 y 0.61%, respectivamente. Los parámetros microbiológicos estuvieron dentro de los rangos considerados como normales por el INEN en todos los tratamientos evaluados. Se concluye, que el uso de carne de cuy con harina de sachá Inchi y transglutaminasa es apropiada para elaborar nuggets y filetes aptos para consumo humano.

**Palabras claves:** Características fisicoquímicos, filetes de cuy, parámetros tecnológicos, nuggets

## ABSTRACT

In the Andean community, guinea pig meat is widely consumed, due to its high protein and essential amino acid content, and its consumption has become more and more popular worldwide. Therefore, the objective of this study was to elaborate fillets and nuggets of guinea pig meat (*Cavia porcellus*) vacuum packed with the inclusion of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), by analyzing the effect of the inclusion of Sacha Inchi and transglutaminase in different concentrations, six treatments were evaluated with three replicates each, the indicators evaluated were chemical (crude protein, fat, ash and organic matter), physical (color, pH), microbiological (mesophilic aerobes, *E. Coli*, enterobacteria) and technological (water retention capacity and cooking loss). The treatments studied were: HT0 (guinea pig meat + hydrated wheat flour); HT0.5, guinea pig meat + hydrated wheat flour and 0.5% transglutaminase; HT1, guinea pig meat + hydrated wheat flour and 1% transglutaminase; SI0, guinea pig meat + sachu inchi flour; SI0.5, guinea pig meat + sachu inchi flour and 0.5% transglutaminase; SI1, guinea pig meat + sachu inchi flour and 1% transglutaminase. Treatment SI0 (76% guinea pig meat + 19.55% hydrated Sacha Inchi + 4.45% additives and preservatives) was the best performing in terms of chemical, physical and technological composition, 23.01% and 12% protein and fat; pH values remained low; water retention capacity and cooking loss was 37.43% and 0.61%, respectively. The microbiological parameters were within the ranges considered normal by INEN in all the treatments evaluated. It is concluded that the use of guinea pig meat with sachu inchi meal and transglutaminase is appropriate for the preparation of nuggets and fillets suitable for human consumption.

**Keywords:** Physicochemical characteristics, guinea pig fillets, technological parameters, nuggets.



Reviewed by: Alison Tamara Varela Puente

ID: 0606093904

## CAPÍTULO I. INTRODUCCION.

### 1.1 Antecedentes

En la actualidad el consumo de especies menores para la elaboración de productos cárnicos constituye un punto crítico en cuanto al rendimiento de la carne, en consecuencia, los procesadores de alimentos constantemente tratan de usar nuevas tecnologías que les permitan desarrollar productos innovadores incrementando su valor agregado (Romero & Francisco, 2013).

Se sabe que la reestructuración permite el uso y aprovechamiento de manera íntegra de todos los tejidos del animal, este proceso se realiza mediante la reducción de tamaño, homogenizado y reconstrucción de la carne, a la vez ofrece múltiples ventajas no solo a los consumidores sino también a las industrias de alimentos, donde permite obtener productos a menor costo, además de mejorar las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de los productos procesados (Benavides, 2018).

El cuy (*Cavia porcellus*), también llamado cobayo, es un mamífero roedor domesticado en la región andina de América del Sur, especie que es utilizada como la principal proteína de origen animal en la preparación de alimento y en platos exóticos o llamados platos típicos en las comunidades indígenas, y en la actualidad a nivel nacional e internacional, este último se puede encontrar en el mercado gourmet (Avilés et al., 2014). Su alto valor nutricional y buen sabor ha hecho que la carne de cuy sea muy apetecida por los consumidores (Flores-Mancheno et al., 2017). En los últimos años la demanda de carne de cuy y sus derivados ha ido incrementando de manera gradual, sobre todo en los países andinos (Sáenz & Baltazar, 2015).

Por otro lado, el Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), es una planta oleaginosa, su nombre deriva de dos palabras quechuas: 'sacha' que significa silvestre, e 'Inchi', cuyo término hace referencia al maní que produce (Alayón & Echeverri, 2016). También es conocida como sacha yuchi, sacha yuchiqui, sacha inchik, maní del monte, maní silvestre, maní del inca, entre otras (Alayón & Echeverri, 2016). Según el estudio de Goyal et al. (2022), la planta de Sacha Inchi proporciona ciertos nutrientes como ácidos grasos monoinsaturados, poliinsaturados y proteína.

La producción de Sacha Inchi en Ecuador ha crecido potencialmente desde el año 2012, debido al aumento de la producción de este fruto gracias al apoyo del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), organismo que ha promovido su producción mediante proyectos de asistencia técnica, dotación de insumos y materiales a los pequeños productores en las comunidades rurales, mismo que ha impulsado a cultivar y producir este producto, y gracias a la gran demanda que tienen en el mercado europeo y asiático, así como en Ecuador y Perú ha generado un importante ingreso económico para las familias en el sector rural (Ramírez et al., 2021).

Cabe mencionar que la mayor parte de estudios encontrados fueron acerca de la factibilidad de implementar un plan de negocio para la comercialización de nuggets de carne de cuy (Calderón et al., 2019; Cancho & Chávez, 2019). Sin embargo, no se encontraron investigaciones fidedignas sobre la elaboración de nuggets de cuy con harinas no convencionales. Por otra parte, algunas



investigaciones aplicaron la torta de Sacha Inchi en la elaboración de productos cárnicos como hamburguesas y chorizos (Quito, 2017; Baldeón Clavijo et al., 2015; Romo, 2015).

Por lo expuesto anteriormente, la presente investigación pretende evaluar la calidad de la carne reestructurada de cuy y generar alternativas de industrialización, mediante la elaboración de filetes y nuggets con la adición de Sacha Inchi, con el fin de satisfacer la actual demanda de consumidores que buscan productos de alto valor biológico.

## **1.2 Problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

En el mercado ecuatoriano existe gran presencia de productos cárnicos, sin embargo, producir y consumir especies menores como el de cuy es una práctica milenaria sobre todo en países Andinos como: Bolivia, Ecuador, Perú y Colombia (Chachipanta, 2019). Según datos oficiales del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Ecuador posee cuyes de diferentes líneas genéticas, y debido a su reproducción constante se producen 47 millones de cuyes cada año para venta y consumo interno, esto representa 14300 toneladas de carne (MAG, 2018).

Actualmente en consumo de cuy se limita a las presentaciones comunes en el mercado popular, donde se lo comercializa en pie, en canal, cocinado, frito o asado. En este contexto el problema desde el punto de vista tecnológico se refiere a la falta de industrialización de la carne de cuy, dado que no existe una empresa en la ciudad y el país que industrialice y aproveche al máximo la canal de esta especie, de esta manera mejorará la rentabilidad mediante la potenciación de su valor comercial. Con este antecedente surge la necesidad de introducir una nueva propuesta de producto, mediante la evaluación de la calidad de la carne reestructurada que facilite su consumo.

La población requiere consumir alimentos que aporten a su dieta diaria, por este motivo, incorporar al mercado productos innovadores, con características tecnológicas, sensoriales y nutritivas aceptables, permiten aprovechar al máximo el potencial del cuy y Sacha Inchi, por cuanto se requiere formular cantidades adecuadas para la compactación del producto final.

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿La carne de cuy reestructurada con la enzima transglutaminasa mezclada con Sacha Inchi afecta las características fisicoquímicas, microbiológicas y tecnológicas de los filetes y nuggets?

## **1.3 Justificación**

En la comunidad andina el cuy es consumido desde la antigüedad, considerado como un alimento tradicional al proporcionar proteína de alta calidad, sin embargo, el contenido de grasa varía hasta el 20% dependiendo de la zona de la canal Sánchez-Macias et al. (2018). La carne de cuy es ideal para dietas variadas y equilibradas, sobre todo para el consumo en general, desde niños hasta adultos mayores. Así mismo, las carnes reestructuradas permiten la inclusión de insumos que

mejoran las características tecnológicas y nutricionales, con esta técnica se pueden desarrollar alimentos innovadores con características que satisfagan al consumidor (Avilés et al., 2014).

La carne de cuy se destaca por su gran sabor, cualidades nutricionales y versatilidad, lo que la convierte en un superalimento (Saldaña, 2023). Varias investigaciones (Carrión, 2023; Giraldo, 2023; Huamaní & Estrada, 2022) destacan que el consumo de carne de cuy ayuda a la prevención y tratamiento de enfermedades como el cáncer, covid, anemia y enfermedades cardíacas en los consumidores. El valor nutricional de la carne de cuy, especie originaria de los países andinos contiene 20,03% proteína, mayor que la carne porcina (14,5%) y vacuna (17,5%) (Sayay, 2019).

Con este antecedente la presente investigación, fue fundamental para estudiar la obtención de filetes y nuggets de la carne de cuy con la inclusión de Sacha Inchi, a partir de la carne reestructurada con la enzima transglutaminasa, de tal manera aprovechar todos los tejidos de la canal del cuy, obteniendo mayores beneficios para los productores y consumidores. El presente trabajo permite proponer la obtención de filetes y nuggets a partir de carne de cuy, productos de calidad tecnología y de esta manera profundizar los conocimientos teóricos y técnicos necesarios para su elaboración. Además, ofrece una oportunidad para aprovechar la mayor cantidad de tejidos de la canal de cuy, con alto valor biológico que apunten a comercializarse en el mercado nacional e internacional.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 General**

- Evaluar el efecto de la inclusión de sachá Inchi y transglutaminasa sobre la calidad de los filetes y nuggets de carne reestructurada de cuy.

### **1.4.2 Específicos**

- Desarrollar distintas formulaciones para la elaboración de filetes y nuggets a partir de reestructurados de carne de cuy combinados con Sacha Inchi.
- Realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en los filetes y nuggets de carne reestructurada de cuy
- Medir la estabilidad de los filetes y nuggets de carne de cuy empacada al vacío con la inclusión de Sacha Inchi considerando las condiciones óptimas de conservación.
- Analizar la calidad tecnológica de los filetes y nuggets de cuy combinados con Sacha Inchi.

## **CAPÍTULO II. ESTADO DE ARTE Y MARCO TEÓRICO.**

### **2.1 Estado de arte**

La carne de cuy se caracteriza por ser magra y cuenta con alrededor del 7,8% grasa y 20,3% de proteína Sánchez-Macias (2018). Por otro lado, ofrece una serie de beneficios por su alto valor nutricional en su composición, lo que la convierte en uno de los principales alimentos proteicos de origen animal (Flores-Mancheno et al., 2017).

Cabe destacar el uso de la carne de cuy para obtener embutidos cárnicos puede mejorar notablemente los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, a su vez potenciar los beneficios nutricionales, de tal manera que, se convierten en nuevas alternativas de producción para la industria cárnica (Campos, 2016).

Según Taipe (2016), afirma que el tiempo adecuado de cocción para nuggets a base de carne de cuy es de 3,68 y 4,68 min, a 170 o 190°C, temperaturas que permite evaluar parámetros importantes como la capacidad de retención de agua, por el método de prensado y de esta manera es posible determinar la calidad del producto final.

Medina (2019), en lo que corresponde a la elaboración de nuggets a partir de la carne de cuy envasados al vacío, mejoró la estabilidad de los ácidos grasos y los nutrientes, durante 60 días de almacenamiento de tal manera que en el transcurso de este tiempo no se evidencia deterioro microbiológico, debido al uso del empaque al vacío, además los nuggets a base de carne de cuy poseen composición nutricional superior a los nuggets obtenidos a partir de carne de pollo.

Se conoce que la formulación, procesamiento y control de calidad son procesos claves para industrializar alimentos como la carne de cuy en sus diferentes presentaciones, de igual manera es indispensable evaluar la composición nutricional sobre todo las características físico, químicas y microbiológicas, parámetros que demuestran que los productos elaborados a partir de carne de cuy son de alta calidad y sobre todo son aptos para el consumo humano, por otro lado, la carne de cobayo además de su buen sabor, tiene un porcentaje muy alto de proteínas y ácidos grasos esenciales como el omega 3, 6 y 9 no presentes en carnes de otras especies de animales según Pérez (2013).

Por otro lado, se conoce que el uso de sachá Inchi en productos cárnicos como las hamburguesas mejora los componentes nutricionales, así lo hace notar Baldeón et al. (2015) quienes con la inclusión de 10% de pasta de Sacha Inchi mejoró la calidad nutricional de los alimentos y redujo la carga bacteriológica, además de resaltar los nutrientes funcionales que favorecen a mejorar el metabolismo.

De la misma manera otra investigación sobre la inclusión de harina de Sacha Inchi para elaborar embutidos como el chorizo especial, reporta una mejoría en la cantidad de grasa y proteína (mayor a 2,9%), al igual que la textura. Sin embargo, los valores organolépticos no se vieron afectadas, otro reporte que demuestra es de Quito (2017), que con la inclusión de Sacha Inchi en productos cárnicos indicaron mejores resultados en la industria.

Por su parte, Panduro (2015), demostró que es posible la sustitución de la harina de trigo por harina de quinua, esto permite mejorar la composición nutricional y sensorial de los nuggets de pollo, por lo que recomienda utilizar harinas con potenciales elevados como la quinua, kiwicha, y chia, de la misma manera es recomendable el uso de Sacha Inchi.

Ordóñez (2019), afirma que la aplicación de enzima transglutaminasa para la elaboración de nuggets de pollo no influye en los parámetros organolépticos (sabor y aroma) pero si de forma positiva en la textura, la inclusión de transglutaminasa crea ventajas e ingresos al generar alimentos con mayor calidad y tiempo de vida útil.

En definitiva, los productos industrializados a base de carne de cuy, al igual que aquellos que incluyen en su formulación pasta de Sacha Inchi presentan mejores características en su composición en comparación con aquellos se encuentre en los supermercados frecuentados por la mayoría de los consumidores, y esto es lo que se busca enfatizar al desarrollar productos que se ajusten a las necesidades del consumidor, por otra parte, en cuanto a la presentación con empaque al vacío, permite prolongar la vida útil del producto, sin embargo, al ser un producto saludable, se puede garantizar la calidad de los productos (Chachipanta, 2019).

## 2.2 Marco Teórico

### 2.2.1 Calidad genética y producción cárnica del cuy de raza Kuri

Kuri es una raza de cuy producto del mejoramiento genético realizado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de Perú, alcanza el kilo de peso ideal para ser comercializado a las ocho semanas de edad. Además, proporciona un 20% de proteína por cada 100g de carne. A nivel productivo la raza Kuri supera el peso corporal de la raza Inti en un 19,3% y Andina en un 12,7% mejorando sus características como se detalla en la tabla 1 reportada por Chauca (2023).

**Tabla 1.**

*Características productivas del cuy de raza Kuri*

Parámetro productivo		Peso (g)
Peso vivo	Al nacer	145,1
	2 semanas (destete)	289,5
	4 semanas (post destete)	499,4
	8 semanas (edad comercial)	965,5
Rendimiento	Carcasa con órganos y apéndice	709,6
	Carcasa sin órganos, ni apéndice	615,0

**Nota.** Obtenido del estudio Development of genetic improvement in guinea pigs in Peru: Formation of new breeds (Chauca, 2023).

### 2.2.2 Las bondades de la carne de cuy en la agroindustria

Se conoce que el uso de la carne de cuy en la industria culinaria en Latinoamérica tiene sus inicios en la época precolombina, estos fueron utilizados como principal proteína alimenticia de origen animal por los primeros pobladores de la región andina, mismo que fueron marcados como tendencia por su valor nutricional, ya que esta carne tiene alto contenido proteico y grasas saludables, por lo que se perfila como un plato exótico en el mercado alimenticio tanto nacional como extranjero (Avilés et al., 2014).

En Ecuador, los cuyes en pie llegan a pesar hasta 1,00 kg y viven entre 5 y 8 años de edad, el consumo de la carne de cuy en su mayoría es en la sierra ecuatoriana, a su vez se ha convertido en una tradición familiar, considerado un plato típico y una importante actividad de fuente de ingreso económico para muchas familias ecuatorianas del sector rural (Soto, 2021).

#### Figura 1.

*Especie (Cavia Porcellus).*



**Nota.** El gráfico corresponde a los cuyes procedentes del Rancho Merceditas

### 2.2.3 Valor nutritivo de la carne de cuy

Una de las proteínas de origen animal con alto valor biológico por su prominente aporte proteico es la carne de cuy, debido a que contiene valores de proteína por encima de otras especies de animales, y recientemente a través de investigaciones se ha descubierto la presencia elevada de nutrientes favorables para el consumidor, de tal manera que la carne de cuy presenta concentraciones fisicoquímicas superiores con respecto a las demás carnes (pollo, cerdo y res), además, presenta características nutricionales que la clasifican como carne de mejor calidad en comparación a las otras especies más consumidas como la bovina y porcina, como se observa en la tabla reportada por Cárdenas & Cárdenas (2017).

**Tabla 2.***Comparación de la carne de cuy y otras especies.*

<b>Especie Animal</b>	<b>Humedad</b>	<b>Proteína</b>	<b>Grasa</b>	<b>Carbohidratos</b>	<b>Minerales</b>
<b>Cuy</b>	70,6	20,3	7,8	0,5	0,8
<b>Ave</b>	70,2	18,3	9,3	1,2	1,0
<b>Cerdos</b>	46,8	14,5	37,3	0,7	0,7
<b>Ovino</b>	50,6	16,4	31,1	0,9	1,0
<b>Vacunos</b>	58,9	17,5	21,8	0,8	1,0

**Nota:** Obtenido a partir del trabajo investigativo Industrialización del cuy (Cárdenas & Cárdenas, 2017).

#### **2.2.4 pH de la carne de cuy**

El pH en los alimentos cárnicos es uno de los parámetros que proporcionan información apropiada sobre las características físicas de los productos (Aceijas, 2014). Los cambios de pH indican sobre los cambios bioquímicos que ocurre durante el proceso de carnización, haciéndose un parámetro importante a considerar durante la evaluación de calidad (Lucas et al., 2018). Por su parte, Bersoja (2018) en relación con el método almacenamiento y la conservación de la carne menciona el control de la acidez, como se observa en la tabla 3.

**Tabla 3.***pH y acidez de la carne en diferentes especies.*

<b>Tipo de carne</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez (%)</b>
Pollo	6,0	0,17
Res	5,8	0,09
Cuy	6,5	0,09
Cerdo	6,5	0,10
Pavo	6,2	0,15

**Nota:** Extraído del trabajo investigativo Diseñar y construir un prototipo de cámara fría para la conservación de carne de cuyes y conejos (Bersoja, 2018).

En este sentido, la reducción de pH a valores inferior a 5,8 ayuda a la conservación de alimentos, al inhibir el crecimiento microbiano. Sin embargo, cuando el pH supera a 6,4, hace susceptible el incremento bacteriológico, y en consecuencia a lo anterior la modificación es estructural, debido a los cambios físicos, químicos y microbiológicos que se generan durante su conservación, por otra parte, la capacidad de retención de agua del tejido muscular se ve influenciado por el descenso de pH, esto puede producir exudación, además en un pH neutro su CRA es máxima (Aceijas, 2014).

Se sabe que la acidificación de los músculos post mortem es fundamental en el proceso de conversión de musculo a carne, la variación de acidificación influye en especial sobre el color y la capacidad de retención de agua de la carne. En la industria cárnica, medir el pH se considera

extremadamente importante ya que tiene un impacto directo en factores de calidad de la carne, como la CRA (capacidad de retención de agua) y el tiempo de conservación Núñez & Cevallos (2015).

Cuando el animal muere, se interrumpe el suministro de oxígeno a los tejidos y dominan los procesos anaeróbicos (glucólisis anaeróbica), que producen ácido láctico a partir del glucógeno muscular. La formación de ácido láctico conduce a una disminución del pH muscular y por tanto este valor es un indicador del desarrollo de modificaciones bioquímicas post mortem, por consiguiente, se completa el proceso de maduración de la carne, el pH debe situarse entre 5,4 y 5,6 como pH ideal para la carne y proveer de propiedades físicas que permitan una buena perdurabilidad industrial (Aceijas, 2014).

Sanchez-Macias et al. (2019) indico la importancia de mantener las canales de cuy en refrigeración hasta las 15 horas post mortem, esto es necesario para lograr una correcta conversión de músculo a carne, con el fin de evitar valores de pH altos que permitan el crecimiento microbiano y afecte la vida útil de la carne de cuy.

### 2.2.5 Capacidad de retención de agua (CRA) de la carne de cuy

La capacidad de retención de agua (CRA) está determinada por la capacidad de la carne para conservar agua libre, sobre todo cuando se emplean fuerzas externas como cortar, moler y espalmar, de tal manera que los parámetros de color, textura y firmeza de la carne cruda y la jugosidad de la carne procesada depende en parte de la capacidad de retención de agua (Honorio & Cabrejos, 2017).

Según Honorio & Cabrejos (2017) la CRA es una característica importante donde la integridad de las fibras musculares se ha perdido y el agua libre no se retiene físicamente, por lo tanto, el alto contenido de proteína en la carne de cuy es proporcional a su capacidad de retención de agua, esto se puede evidenciar mediante una comparación entre la capacidad de retención de agua de la carne de cuy y la de otras especies como se proyecta en la siguiente tabla reportada por Honorio & Cabrejos (2017).

**Tabla 4.**

*Capacidad de retención de agua en diferentes especies*

<b>Especie</b>	<b>Capacidad de retención de agua (%)</b>
Cuy	44,35
Cerdo	55,50
Res	39,66
Oveja	32,40

**Nota:** Extraído del trabajo investigativo Capacidad de retención de agua en carcasa de cuy tipo Perú conservado con películas film bajo condiciones de refrigeración (Honorio & Cabrejos, 2017).

### 2.2.6 Pérdidas de agua por cocinado en la carne de cuy

Según, Núñez & Cevallos (2015) la determinación de las pérdidas por cocinado se basa en calcular el agua expulsada después de cocinar una muestra de carne sometida a baño María en elevada temperatura, es una variación de la medición de la capacidad de una muestra de carne para resistir la retención de calor y agua, entre las pérdidas por cocción se encuentran la rotura de membranas celulares a grandes temperaturas y la modificación de proteínas asociadas a cambios en la estructura tridimensional.

A medida que se prolonga el calentamiento, el color de la carne cambia de rojo a marrón, cuya intensidad depende de la temperatura, por este motivo, parte del cambio de color observado durante el calentamiento es el resultado de la desnaturalización de proteínas como la mioglobina y la hemoglobina residual (Núñez & Cevallos, 2015).

### 2.2.7 Características de Sacha Inchi en la industria cárnica

El maní del Inca o Sacha Inchi es considerada una planta hermafrodita de crecimiento voluble, sus semillas poseen propiedades grasas y proteicas que constituyen un cultivo con alto potencial industrial, en combinación con otros componentes para la preparación de alimentos nutricionales, dentro de la industria agroalimentaria el Sacha Inchi puede obtenerse principalmente como semilla, aceite y harinas, materias primas que ayudan a la generación de productos como harina compuesta, bebidas, mantequilla, snack, ají y otros productos (Vásquez et al., 2017).

Estudios sobre el empleo de Sacha Inchi dentro de la industria cárnica, demuestran que el empleo ya sea en aceite o harina, sobre embutidos o productos cárnicos, eleva el contenido proteico, mejora las características nutritivas, mientras que los parámetros organolépticos no se ven afectados por la presencia de Sacha Inchi, de igual manera no genera crecimiento bacteriano, lo que favorece a la producción de alimentos funcionales.

#### **Figura 2.**

*Planta de Sacha Inchi.*



*Nota.* Tomado de HerbaZest, (2024).



### **2.2.8 Valor nutricional del Sacha Inchi**

La torta de Sacha Inchi es descrita como un subproducto resultante de la compresión de las semillas para obtener aceite comestible (Vásquez et al., 2017). Lo que es una valiosa fuente de proteínas, principalmente por las características nutricionales y funcionales que puede dar a los alimentos, del mismo modo mediante un proceso de extruido, molido y tamizado se obtiene la harina hidrolizada, es decir es obtenida después del proceso de extracción en frío del aceite de Sacha Inchi extra virgen, que contiene alta cantidad de proteína (59,13%) y grasa (6,93%) en base seca, como se describe en el Anexo 6.6, este subproducto constituye como alternativa de la torta de soja, de tal manera que puede ser empleada en la industria alimentaria para la formulación y desarrollo de nuevos productos para el consumo humano (Agroindustrias Ecuador G2, 2018).

### **2.2.9 Evidencias clínicas asociadas al consumo de Sacha Inchi**

Según Alayón & Echeverría (2016), en el estudio de pacientes con hipertrigliceridemia, durante la ingesta de ácidos grasos  $n-3$ , mediante el consumo de Sacha Inchi, resultó en una reducción en la trigliceridemia del 25,5 % al 30,9 %, también menciona su eficacia para reducir el colesterol malo, por lo que sugiere su consumo por los beneficios de incluir dichos ácidos grasos en la dieta para tratar estas enfermedades.

Estudios realizados en animales y humanos, demuestran el potencial que posee el Sacha Inchi dentro de la agroindustria, el sabor es un factor aceptable por los consumidores, de tal manera que es posible la inclusión en aceite, harina o como complemento alimenticio, gracias a sus compuestos antioxidantes que confieren efectos benefactores ante el deterioro oxidativo celular (Torres, 2022).

Por ello, es posible utilizar productos y subproductos a base de Sacha Inchi para reemplazar diferentes ingredientes que contienen componentes nocivos para la salud, por este motivo surgen alternativas como el aceite de Sacha Inchi que contiene niveles de ácidos grasos elevados en comparación con otros aceites esenciales, lo que resulta en un producto alimenticio de mayor calidad nutricional, es así como el consumo de Sacha Inchi en semilla, harina o aceite puede tener un efecto positivo en el bienestar de un individuo (Valencia & Condezo, 2022).

### **2.2.10 Enzima transglutaminasa (TG)**

Rubio & Joseph, (2022), describen a la transglutaminasa como una enzima de origen natural que une los alimentos que contienen proteínas, sus propiedades aglutinantes son muy utilizadas en la agroindustria para mejorar las propiedades físicas, funcionales y tecnológicas de los productos alimenticios, se produce naturalmente en humanos, animales y plantas, los principales usos de la transglutaminasa incluyen; estructurar los productos cárnicos, pesqueros, productos veganos, crear combinaciones de diferentes productos cárnicos y mejorar las propiedades de textura mediante compactaciones mejoradas.

Por esta razón la TG es una enzima que cataliza la polimerización y el entrecruzamiento de las proteínas, al ser aplicada en productos cárnicos, esta mejora las propiedades de la carne, de

tal manera que la industria de los alimentos puede desarrollar nuevos productos, además de la inclusión de ingredientes innovadores como la enzima transglutaminasa, misma que se encuentra de manera natural en la mayoría de los tejidos de los seres vivos como animales, humanos y plantas, se relaciona con varios procesos biológicos, industrialmente es de origen microbiano, aislándose de la bacteria (*Streptovorticillium morbaraense*), donde su producción se realiza mediante un proceso fermentativo de bacterias (Rubio & Joseph, 2022).

Las afirmaciones anteriores sugieren que, cuando se introduce transglutaminasa en las proteínas cárnicas, mejora las propiedades estructurales de la proteína sin necesidad de aditivos debido a la formación de enlaces químicos estables (covalentes o peptídicos) dentro de la matriz proteica del alimento, en los productos cárnicos la TG promueve la formación de enlaces covalentes entre los residuos de glutamina y lisina presentes en las proteínas de la carne, particularmente la miosina, que representa la principal parte proteica (Benavides, 2018).

### **2.2.11 Condiciones de activación de la enzima Transglutaminasa**

La función de la transglutaminasa se desarrolla al considerar los parámetros de pH y temperatura en el medio al cual se va emplear, el nivel óptimo para utilizarla en productos cárnicos es 0,5 % de TG y 8 % en proteínas no cárnicas, para tal efecto se adquiere en polvo para aplicación directa sobre el músculo o en polvo para diluir. Por otra parte, el desarrollo de la actividad enzimática está directamente vinculada a la temperatura, cuando temperatura es alta requiere un tiempo de reacción más corto, el tiempo de reacción de la enzima depende directamente de la temperatura, es decir a 2°C, el tiempo de reacción es de 2 horas y media, mientras que a 55°C se requiere sólo 30 minutos, si se trabaja a pH 6 (Hernández et al., 2015).

### **2.2.12 Inactivación de la enzima**

Hernández et al. (2015), especifica que la TG puede ser inactivada con el aumento de la temperatura interna más allá de 75°C, por otra parte, la transglutaminasa RM de Bindly es una formulación de transglutaminasa popular y ampliamente empleada en la cocina molecular, esta se mantiene activa hasta los 50°C, mientras que se inactiva por encima de los 65°C es decir a esta temperatura se desnaturaliza gradualmente.

### **2.2.13 Carnes reestructuradas**

La unión de las piezas cárnicas se consigue añadiendo proteínas no cárnicas o Transglutaminasa y almacenándolas a baja temperatura en refrigeración, de modo que se obtiene carne reconstituida, por consiguiente la red proteica obtenida y la cohesión conseguida son estables al calor (cocción), lo que asegura que la carne cocida conserve sus propiedades, es así que en productos cárnicos troceados y reestructurados, el uso combinado de la transglutaminasa con NaCl y tripolifosfatos tiene la capacidad de incrementar el color, aroma y sabor del producto cárnico, además de mejorar la textura, sin embargo también existen estudios que han demostrado que puede conseguirse una buena unión de las piezas de carne empleando transglutaminasa sin la necesidad de utilizar sal ni fosfatos (Sanz, 2015).

## CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

### 3.1 Tipo de Investigación

La investigación fue de carácter experimental, debido a que se manejaron variables no comprobadas, en condiciones controladas por el investigador, tales como la concentración de los componentes utilizados en los tratamientos experimentales, con el fin de explicar su influencia, causa o efecto sobre los filetes y nuggets, además permitió recopilar información cuantificable para determinar los parámetros físicos, químicos, microbiológicos y tecnológicos, lo que posteriormente permitió efectuar los análisis estadísticos.

### 3.2 Diseño de Investigación

En primera instancia se elaboró nuggets a partir de la carne reestructurada de cuy con la inclusión de Sacha Inchi, mientras que los filetes de carne reestructurada de cuy no llevan aditivos, tampoco conservantes, estos fueron evaluados mediante variables numéricas que permitieron analizar el color, el pH, proteína y las capacidades tecnológicas.

Para el estudio de todas las variables en los nuggets, se elaboraron seis tratamientos experimentales, como se detalla en la tabla 5.

**Tabla 5.**

*Ingredientes utilizados en la formulación para la elaboración de nuggets*

Insumos	Harina de trigo			Harina de Sacha Inchi		
	TG (%)			TG (%)		
	0%	0,5%	1%	0%	0,5%	1%
Carne de cuy, kg	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52
Harina de trigo, g	391	381	371	0	0	0
Hidrolizado de Sacha Inchi, g	0	0	0	391	381	371
Enzima transglutaminasa, g	0	10	20	0	10	20
Sal, g	37	37	37	37	37	37
Orégano, g	5,42	5,42	5,42	5,42	5,42	5,42
Fosfatos, g	5,42	5,42	5,42	5,42	5,42	5,42
Eritorbato, g	2	2	2	2	2	2
Ajo en polvo, g	12,58	12,58	12,58	12,58	12,58	12,58
Cebolla, g	12,58	12,58	12,58	12,58	12,58	12,58
Pimienta, g	2	2	2	2	2	2
Nuez Moscada, g	2	2	2	2	2	2
Paprika, g	10	10	10	10	10	10

**Nota.** La formulación se realizó según lo sugerido por Gourmet de Torres, (2015), para productos cárnicos.

Se elaboraron seis tratamientos donde; HT0, HT0,5 y HT1 en su base contenían harina de trigo en las siguientes proporciones: 19,55% ,19,05% y 18,55%. De la misma manera el HT0,5 y HT1 tenían presencia de transglutaminasa en 0,5% y 1%. En los tratamientos SI0, SI0,5 y SI1 se sustituyó por completo la harina de trigo por harina hidrolizada de Sacha Inchi en la misma proporción que se mencionó anteriormente (19,55%; 19,05% y 18,55%), por otra parte, únicamente en los tratamientos SH0,5 y SH1, se añadió 0.5% y 1% de transglutaminasa. Todas las formulaciones se reflejan en la tabla5.

### **3.2.1 Unidad de análisis**

Filete y nugget de carne de cuy

## **3.3 Técnicas de recolección de Datos**

El estudio se realizó en los laboratorios del Grupo de investigación “PROANIN” y en los laboratorios de Procesos y Análisis de Control de Calidad de la carrera de Agroindustria de la Universidad Nacional de Chimborazo. El registro de datos se realizó en una bitácora física y digital, lo que permitió receptar la información mediante el análisis fisicoquímico, microbiológico y de la calidad tecnológica de los productos obtenidos, como se reportan en el Anexo 6.2.

### **3.3.1 Animales utilizados, criterios de inclusión y exclusión.**

De manera aleatorizada se seleccionaron un total de 15 cuyes machos, con  $90 \pm 8$  días de edad y  $1,100 \pm 0,25$  g peso vivo de raza Kuri, procedentes del Rancho Merceditas ubicado en comunidad de Chocaví Central, parroquia San Isidro de Patulú, cantón Guano provincia de Chimborazo.

Para la inclusión de los animales se consideraron lo siguiente criterios: animales sanos; sin golpes o heridas, y que no se encuentren en mal estado de salud. Todos los animales que no cumplieran con lo mencionado anteriormente fueron excluidos.

### 3.3.2 Equipos, materiales, reactivos y materia prima

**Tabla 6.**

*Equipos, materiales, reactivos y materias primas.*

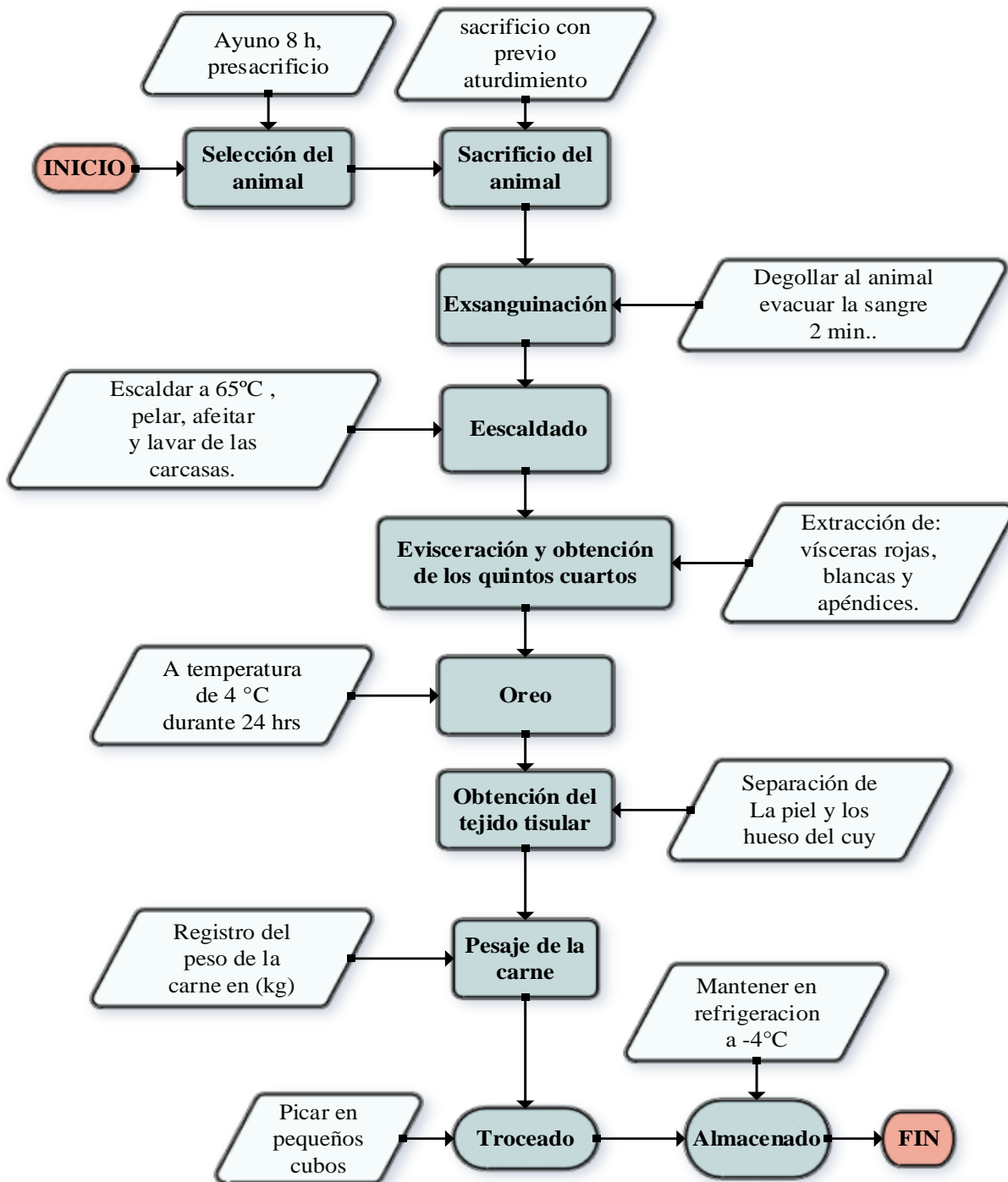
Equipos	Materiales	Reactivos	Materias primas
pHmetro portátil con punción para carne Marca: AMTAST (B078X7NNFS, China)	Vasos de vidrio precipitados (500 mL) Marca: Griffin (SciLabware, Italia)	Buffers para calibración. Ácido sulfúrico,	Cuy ( <i>C. porcellus</i> ) 9,50 kg
Plancha análoga Serie: PLA Marca: Joanlab	Vasos de vidrio precipitados (100 mL), Marca: BDC2xxP (SciLabware, Italia)	NaOH al 40% Ácido clorhídrico	Transglutaminasa 1,00 kg
Equipo micro Kjeldahl Marca: Velp Scientifica (EI22)	Vidrio reloj con borde fundido Marca: DURAN® (SCOT233212409, Italia)	Azul de metileno	Sacha Inchi ( <i>P. volibulus</i> ) 1,00 kg
Autoclave, BKM-Z24N. Marca: BIOBASE, China	Espátula mediana de acero inoxidable Serie 18/10 Marca: BOCHEM™, USA		
Cámara de flujo Marca: BIOBASE, Jinan.	Vasos de vidrio precipitados, 900 mL), Marca: BDC2xxP, SciLabware, Italia Balones de vidrio (100 mL) Marca: Griffin, SciLabware, Italia Moldes de acero inoxidable Placas Petrifilm™ para Recuento de Aerobios Totales Placas Petrifilm™ para rápido Recuento De E. Coli-Coliformes Placas Petrifilm™ para Recuento de Enterobacterias		

### 3.4 Proceso del faenamiento y la obtención de carne de cuy

A continuación, se presenta el proceso de faenamiento y obtención de la carne de cuy que se encuentra resumido en la figura 3.

**Figura 3.**

*Proceso de Faenamiento del cuy.*



#### **a) Sacrificio de los animales**

Los animales de estudio fueron sometidos a ayuno durante ocho horas presacrificio según lo recomendado en la metodología utilizado por (Cornejo et al. 2016). Al término de este tiempo los cuyes fueron trasladados a la sala de sacrificio, donde se procedió con el sacrificio, mediante la técnica de desnucamiento a nivel de la articulación atlanto-occipital, según la metodología según la metodología descrita por Sánchez-Macias et al. (2016), previamente establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio Humanitario de los Animales Domésticos y Salvajes (Humane Slaughter Association, 2016).

#### **b) Exanguinación y escaldado**

El desangrado se realizó mediante un corte unilateral de la vena yugular y arteria carótida, mientras que en un caldero quirúrgico de 15 litros (L) de capacidad, se agregó 12 L H<sub>2</sub>O, y con la ayuda de una hornilla se atemperará el agua hasta alcanzar 70 °C, las canales previamente obtenidas fueron sumergidas por 20 segundos en posición caudo-cranial en el agua previamente obtenida según la metodología descrita por Sánchez-Macias et al. (2016). Finalmente, se eliminó el pelaje en su totalidad.

#### **c) Evisceración y obtención de los quintos cuartos**

Antes de la evisceración se realizó un corte en la articulación atlanto-occipital y la vértebra cervical, también un corte a la altura de la articulación carpo-metacarpiana y tarso-metatarsiana, hasta obtener una canal sin autópodos y cabeza. De manera inmediata se procedió a la separación de los órganos gastrointestinales mediante la realización de corte longitudinal dejando al descubierto la cavidad torácica y abdominal, evitando tocar algún órgano del aparato digestivo que pudiese contaminar la canal. Por último, se procedió con el lavado de la canal según lo propuesto por Sánchez-Macias et al. (2016).

#### **d) Tiempo de oreo**

Las canales previamente obtenidas fueron colgados en posición caudo-cranial y se almacenaron en una cámara de refrigeración a temperatura de 4 °C durante 24 horas (h) para evitar la descomposición de la carne como se observa en la figura 13.

#### **e) Obtención del tejido tisular**

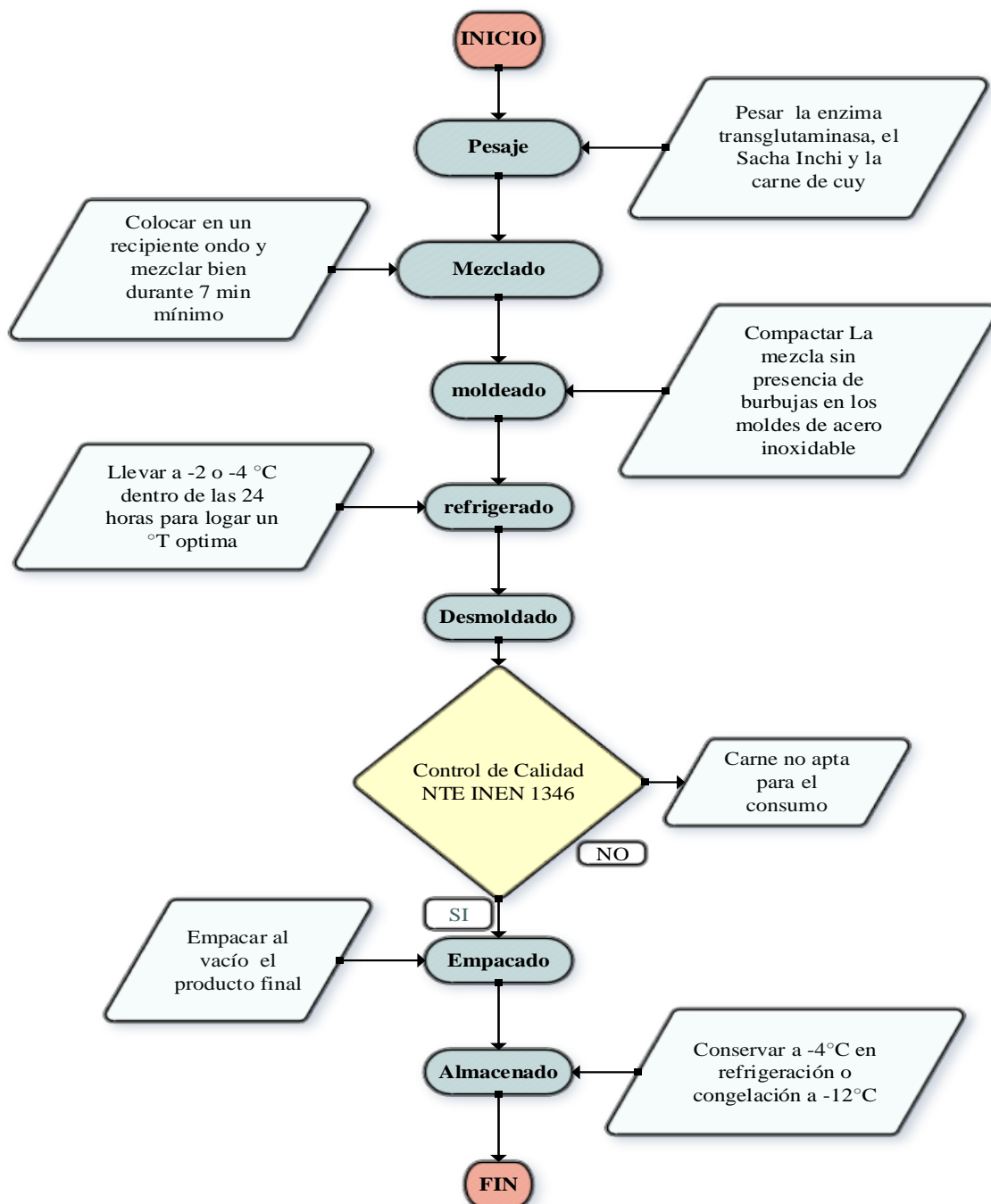
La disección de cada una de las piezas con la ayuda de un bisturí y pinzas se separaron músculo, hueso, cartílagos, despojos o desechos y piel, según la metodología descrita por Sánchez Macías et al. (2016).

### 3.5 Procedimiento para la elaboración de nuggets y filetes

A continuación, se presenta el proceso de elaboración de nuggets de carne de cuy que se encuentra resumido en la figura 4

**Figura 4.**

Elaboración de nuggets





#### **a) Troceado y molienda de carne**

La carne previamente obtenida, se procedió con el proceso de troceado, con la ayuda de un cuchillo (tramoltina, Brasil) y en la tabla de picar rectangular (36 x 24 cm de tamaño, FREE HOME) se realizó el troceado hasta lograr un tamaño de 5 cm<sup>2</sup> la carne de cuy. Seguidamente, un molino eléctrico (FEINKO, 35. PEL8K, Perú) se procedió a moler la carne previamente troceada, hasta obtener un tamaño entre 0,25 – 0,50 cm.

#### **b) Mezclado de carne y sus aditivos**

Para elaborar los tratamiento HT0 y SI0 de manera individual, se procedieron con lo siguiente: en un recipiente de vidrio rectangular de 4,5 L de capacidad se agregó 1520 g de carne (cuy); a continuación, en una balanza digital se pesó 391 g de harina de trigo hidratada con 6 mL de agua purificada y para el tratamiento SI0 se utilizará sachá Inchi; seguidamente, con la ayuda de una batidora manual (marca Oster, EE.UU) se procedió a homogenizar a 1200 rpm durante 7 minutos hasta lograr una masa homogénea, al término de este tiempo se procedió añadir 37g de sal; 5,42 g de orégano y fosfato 2g de eritorbato, pimienta y nuez moscada 12,58g de ajo y cebolla en polvo y 10 g de páprika, respectivamente. Tras la inclusión de los aditivos se comenzó a mezclar a 800 rpm por 8 minutos, hasta lograr una masa homogénea.

Para los tratamientos HT0,5 y SI0,5 de manera individual, se agregaron 1520 g de carne de cuy en un recipiente de vidrio rectangular de 4,50 L de capacidad. A continuación, se añadió 381 g de harina de trigo hidratada con 6,00 mL de agua purificada y para el tratamiento SI0,5 se utilizó sachá Inchi en la misma cantidad que la harina de trigo. Después se agregó 10g de Transglutaminasa; inmediatamente, con la ayuda de una batidora manual (Oster, EE.UU) se procedió a homogenizar a 1200 rpm durante 7 minutos, hasta lograr una masa homogénea. Pasado este tiempo se procedió a añadir 37g de sal; 5,42g de orégano y fosfato; 2g de eritorbato, pimienta y nuez moscada; 12,58g de ajo y cebolla en polvo y 10g de paprika, respectivamente. Tras la inclusión de los aditivos se volvió a mezclar a 800 rpm por 8 minutos, hasta lograr a conseguir una masa homogénea.

Los tratamientos HT1 y SI1 se obtuvieron de manera individual, en un recipiente de vidrio rectangular de 4,5 L de capacidad se agregó 1520 g de carne molida de cuy; a continuación se pesó 371 g de harina de trigo hidratada con 6 mL de agua purificada y para el tratamiento SI1 se utilizó sachá Inchi, inmediatamente se agregó 20 g Transglutaminasa, seguidamente con la ayuda de una batidora manual (Oster, EE.UU) se procedió a homogenizar a 1200 rpm durante 7 minutos, hasta lograr una masa homogénea, tras este tiempo se procedió a añadir 37g de sal; 5,42g de orégano y fosfato; 2g de eritorbato, pimienta y nuez moscada; 12,58g de ajo y cebolla en polvo y 10g de páprika, respectivamente. Tras la inclusión de los aditivos se comenzó a mezclar a 800 rpm por 8 minutos, hasta lograr a conseguir una masa homogénea.

#### **c) Refrigerado**

Este proceso se llevó a -4 °C y se midió la temperatura a las 8, 16 y 24 h, post obtención, mismo que ayudó a mantener la temperatura óptima y su adecuada reconstrucción tisular de la carne molida.

#### **d) Desmoldeado**

Pasada las 24 h a refrigeración, los nuggets fueron retirados de los moldes, y de inmediato se empanizó utilizando hidrolizado de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*).

#### **e) Precocido**

La precocción se realizó a 65 °C en un horno eléctrico (marca, Hamilton Beach) durante 15 min, con esto se desactivo las enzimas principalmente la transglutaminasa.

#### **f) Control de calidad**

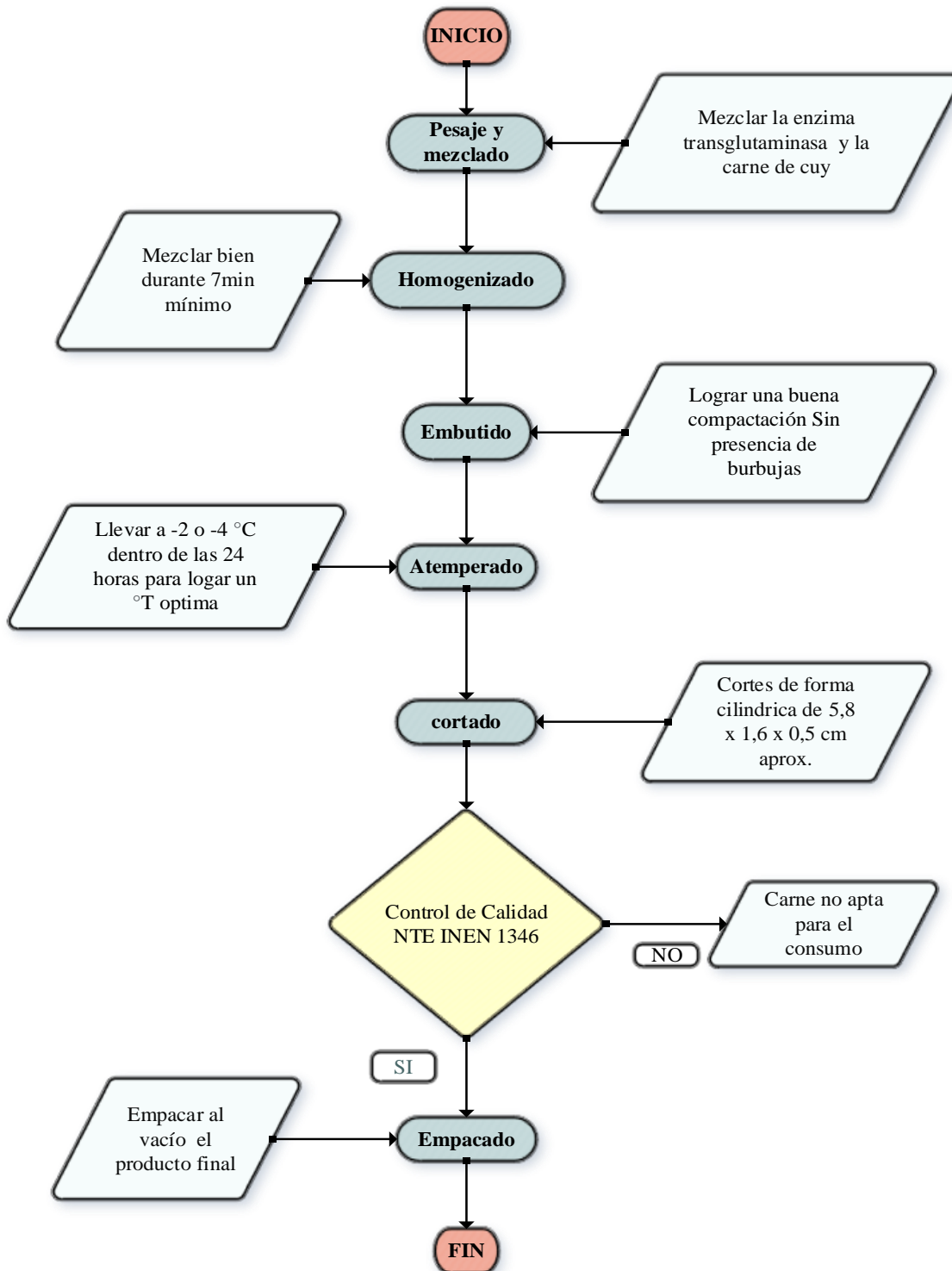
Al finalizar la obtención de los nuggets se realizó el control de calidad según las normas NTE INEN:1346 (2010).

#### **g) Empacado**

Se utilizaron fundas lisas para empacar al vacío de 15 x 25cm color transparente y la empacadora al vacío (marca VACCUM PACKAGER), los productos fueron almacenados a refrigeración (4 °C).

En la figura 5, se presenta el proceso resumido de elaboración de filetes de carne de cuy.

**Figura 5.**  
*Elaboración de filetes*



Los filetes se obtuvieron después de la reestructuración de la carne de cuy con la enzima transglutaminasa (24 h post obtención). Los filetes se evaluaron según los indicadores de color, proteína cruda, capacidad de retención de agua, pérdidas por cocinado, y el pH se midió al inicio, 5, 10 y 15 días conservados a refrigeración (4 °C).

### **3.6 Indicadores evaluados**

#### **3.6.1 Características Físicas**

##### **a) pH**

Los valores de pH se midieron con un pHmetro (AMTAST, Taiwan) con sonda de incisión calibrado, al inicio (inmediatamente después de la obtención de nuggets), a las 8,16 y 24 horas de estructuración. A partir de ahí se registraron los valores de pH a los 5, 10 y 15 días de conservado a refrigeración.

##### **b) Color**

El análisis de color se realizó con un colorímetro (minolta Chromameter CR , Japón), determinado el espacio de color definido por la norma CIE (Commission International d'Eclairage, 1976): plano cromático de coordenadas  $a^*$  (valores positivos corresponden a tonos rojos y negativos a verdes) y plano cromático de coordenadas  $b^*$  (valores positivos tonos amarillos y negativos azules), situándose perpendicular a ellos el eje  $L^*$  (luminosidad). Los valores de  $a^*$  y  $b^*$  se utilizarán para el cálculo de  $C^*$ (croma) y de  $H^\circ$  (ángulo Hue) mediante un sistema de coordenadas cilíndricas (Wyszecki y Stiles, 1982).

El cromatismo representa el módulo o longitud del vector y el ángulo Hue la rotación del mismo. Los valores de  $L^*$  (luminosidad) se encuentran en una escala que va de 0 (negro) a 100 (blanco). Hue (ángulo Hue) viene en grados y Croma (cromatismo) al tratarse de un módulo, carece de unidades.

El color se mide generalmente en el momento del sacrificio, a los 45 minutos y al finalizar el oreo sobre la canal tras abrir una ventana en el tejido conectivo de los músculos seleccionados. En este caso, se midió el color únicamente en los filetes y nuggets de cuy que ya ha pasado el proceso de reestructuración (24h de actuación de la enzima) y precocido.

#### **3.6.2 Parámetros Químicos**

Para verificar si los componentes cumplen con los estándares de calidad, se analizaron mediante los métodos de la Association of Official Agricultural Chemists (AOAC, 2012) los análisis realizados fueron:

- a) Proteína:** se realizó la determinación del porcentaje de proteína en base seca por el método de Kjeldhal según el proceso detallado por Remache (2016), como se detalla en Anexo 6.7.

#### **b) Grasa**

Consiste en determinar el porcentaje de grasas presente en la muestra en los alimentos por extracción del material seco y reducido a polvo, con una fracción del solvente orgánico en un aparato de extracción continua, primero se pesa 2g de la muestra seca y colocar un el dedal, luego se introduce en la cámara de sifonación, en el balón previamente tarado, agregan 60 ml de hexano o la cantidad que se considere adecuada según el tamaño del equipo, seguido se embona la cámara de sifonación al balón y se colocar el condensador, las mangueras sobre la cámara de sifonación, se enciende la parrilla, controlando la entrada y salida de agua, extraer durante 4 horas, al finalizar el tiempo, se retira el balón con el solvente más el extracto graso y destila el solvente, al finalizar el balón con la grasa cruda, se coloca en la estufa por media hora, se enfría en el desecador y procede a pesar, la diferencia de peso entre la masa del balón con grasa y la masa del balón vacío sobre la muestra, nos da la grasa cruda en muestra seca, expresada en porcentaje.

$$\%G = \left( \frac{mg - mv}{m} \right) * 100$$

#### **c) Cenizas**

El cálculo de cenizas, permite analizar el total de minerales presentes en el alimento y se basa en la descomposición de la materia orgánica quedando solamente materia inorgánica en la muestra, primero se coloca una cápsula con la muestra seca resultado de la determinación del contenido de humedad en la Sorbona sobre un mechero, aproximadamente una hora hasta calcinar, luego se traslada la cápsula a la mufla con la ayuda de una pinza e incinerar a 500 °C por un lapso de 2 a 3 horas, hasta obtener cenizas libres de residuo carbono blanquecino, seguido se saca la cápsula y se coloca en desecador para enfriar. Finalmente se pesa la cápsula para realizar el cálculo por duplicado, mediante la diferencia de peso:

$$\%C = \left( \frac{m1 - m2}{m1 * m} \right) * 100$$

#### **d) Materia orgánica**

Se realizo el análisis del porcentaje de materia orgánica mediante gravimetría, luego de la determinación de los minerales (cenizas), la diferencia de peso entre; m1: muestra antes de la calcinación; m2 muestra después de la calcinación nos da el peso de materia orgánica, que se puede expresarse en forma de porcentaje sobre el peso de la muestra.

$$\%M. orgánica = (m1 - m2)$$

### **3.6.3 Parámetros Microbiológicos**

El análisis microbiológico se realizó por siembra en petrifilm, método de recuento rápido que nos permite agregar 1ml de muestra en la parte del centro del petrifilm para inocular y luego, incubar a 37°C por 24h para Enterobacterias, de igual manera para cuantificar los Aerobios mesófilos UFC/g incubar a 37°C por 24h, mientras que para la determinación de *Escherichia coli*

UFC/g incubar a 37°C por 48h, finalmente se realiza el recuento de microorganismos, AOAC -19. 991.14 (2012).

### 3.6.4 Tecnológicos

#### a) Capacidad de retención de agua

Mediante el método de presión modificada, para este proceso se utilizó una muestra de 5 g de producto, este fue colocado entre dos láminas (8 cm<sup>2</sup>) de papel de filtro previamente pesado. La muestra en estudio se dispuso entre dos placas de Petri invertidas y se sometió a la presión ejercida por un peso de 2,250 kg durante cinco minutos. Al termino de este tiempo la muestra fue retirada con rapidez de los papeles de filtro y éstos fueron pesados inmediatamente en la balanza de precisión. Con estos datos se calculó a diferencia de peso mediante la siguiente formula:

$$\% \frac{\text{Peso antes} - \text{Peso despues}}{\text{peso antes}} \times 100$$

#### b) Pérdidas por cocinado

Para este proceso se pesó 15 g de muestras envasadas al vacío se cocinaron en baño maría durante 10 minutos a 70°C. Pasado este tiempo, las muestras fueron retirados del empaque y de procedió a pesar en una balanza digital. El porcentaje de perdida por cocinado se calculó mediante la siguiente fórmula.

$$\% \frac{\text{Peso antes} - \text{Peso despues}}{\text{peso antes}} \times 100$$

### 3.7 Procesamiento de datos y análisis estadístico

Para el análisis estadístico se empleó el software SPSS Statisticks (International Business Machines Corporation [IBM] 2020), se realizó un ANOVA de medidas repetidas para comparar entre los tratamientos y el tiempo de actuación de la enzima (1, 8, 16 y 24 horas) sobre las características físicas (pH y color). El análisis de varianza ANOVA simple se utilizó para evaluar los parámetros químicos y tecnológico de los nuggets, la comparación de las medias entre los tratamientos se realizó mediante la prueba Tukey con un nivel de significancia de  $p < 0,05$ .

#### 3.7.1 Hipótesis

H<sub>1</sub>: La carne de cuy (*C. porcellus*) reestructurada con la enzima transglutaminasa mezclada con Sacha Inchi (*P. volubilis*) afecta las características físico-químicas, microbiológicas y tecnológicas de los filetes y nuggets.

H<sub>0</sub>: La carne de cuy (*C. porcellus*) reestructurada con la enzima transglutaminasa mezclada con Sacha Inchi (*P. volubilis*) no afecta las características físico-químicas, microbiológicas y tecnológicas de los filetes y nuggets.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados

Las tablas 7 y 8 muestran los valores medios del análisis físico de los seis tratamientos experimentales con distintas concentraciones de Sacha Inchi y transglutaminasa, a la 1, 8, 16 y 24 horas de actuación de la enzima, utilizada en el presente estudio.

#### 4.1.1 Análisis físico de los nuggets

##### a) pH

La tabla 7 detalla la evolución del pH que indico diferencias significativas entre tratamientos que contienen el mismo tipo de harina en distintas concentraciones (19,55%; 19,05% y 18,55%). Sin embargo, en el tratamiento HT1 y SI1 no se observaron diferencias significativas ( $p>0,05$ ), de la misma manera en el tratamiento HT0,5 y SI0,5 ( $p>0,05$ ), de modo que durante la primera hora el HT1 y SI1 fueron los tratamientos con valores más bajos de pH (6,29 y 6,28). Por otra parte, en todos los tratamientos el pH muestra un descenso entre las 8 y 24h, donde los nuggets de cuy presentaron valores de pH más bajos al término del tiempo de actuación de la enzima durante el proceso de reestructuración en refrigeración a 4 °C, siendo el SI0,5 el pH más bajo.

**Tabla 7.**

*Valores medios de pH de los nuggets durante el tiempo de actuación de la enzima*

Parámetro	Tiempo (Horas)	Harina de Trigo			Harina de Sacha Inchi			EEM
		TG (%)			TG (%)			
		0%	0,5%	1%	0%	0,5%	1%	
pH	1	6,35 <sup>cz</sup>	6,34 <sup>bz</sup>	6,29 <sup>az</sup>	6,34 <sup>bz</sup>	6,36 <sup>dz</sup>	6,28 <sup>az</sup>	0,03
	8	6,34 <sup>dy</sup>	6,33 <sup>cy</sup>	6,27 <sup>by</sup>	6,32 <sup>cy</sup>	6,24 <sup>ay</sup>	6,26 <sup>by</sup>	0,04
	16	6,31 <sup>dy</sup>	6,31 <sup>cy</sup>	6,24 <sup>by</sup>	6,30 <sup>cy</sup>	6,22 <sup>ay</sup>	6,23 <sup>by</sup>	0,04
	24	6,28 <sup>dx</sup>	6,26 <sup>cx</sup>	6,23 <sup>bx</sup>	6,27 <sup>cx</sup>	6,20 <sup>ax</sup>	6,21 <sup>bx</sup>	0,03
	EEM	0,02	0,03	0,02	0,03	0,06	0,03	

<sup>a-b</sup> Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente de ( $p<0,05$ )

<sup>z-y</sup> Medias en la misma columna con diferente letra difieren estadísticamente de ( $p<0,05$ )

**EEM:** error estándar de la media

**Tratamientos:** HT0(19,55% Harina de trigo y 0% transglutaminasa), HT0,5 (19,05% Harina de trigo y 0,5% transglutaminasa), HT1 (18,55% Harina de trigo 1%Transglutaminasa), SI0 (19,55% Harina de Sacha Inchi y 0% transglutaminasa), SI0,5 (19,05% Harina de Sacha Inchi y 0,5% transglutaminasa), SI1 (18,55% Harina de Sacha Inchi 1%Transglutaminasa).

## b) Color

En la tabla 8, se detallan los valores medios obtenidos de las coordenadas de color CIELAB de los nuggets de cuy con distintas concentraciones de sachá Inchi y transglutaminasa.

**Tabla 8.**

*Valores medios de color de los nuggets durante el tiempo de actuación de la enzima*

Parámetro	Tiempo (horas)	Harina de Trigo			Harina de Sacha Inchi			EEM
		TG%			TG%			
		0%	0.5%	1%	0%	0.5%	1%	
a*	1	19,80 <sup>ay</sup>	18,07 <sup>by</sup>	15,75 <sup>dy</sup>	17,88 <sup>by</sup>	15,83 <sup>dy</sup>	16,17 <sup>cy</sup>	1,49
	8	19,75 <sup>ay</sup>	18,32 <sup>by</sup>	15,27 <sup>dy</sup>	17,73 <sup>by</sup>	15,96 <sup>cy</sup>	16,12 <sup>cy</sup>	1,58
	16	19,56 <sup>az</sup>	18,05 <sup>by</sup>	15,78 <sup>cy</sup>	17,73 <sup>by</sup>	15,45 <sup>dy</sup>	16,02 <sup>cy</sup>	1,51
	24	19,52 <sup>az</sup>	18,14 <sup>bz</sup>	15,69 <sup>cz</sup>	16,14 <sup>cz</sup>	14,43 <sup>dz</sup>	14,66 <sup>dz</sup>	1,88
	EEM	0,22	0,38	0,25	0,83	0,65	0,69	
b*	1	18,65 <sup>ay</sup>	17,59 <sup>by</sup>	17,42 <sup>by</sup>	18,64 <sup>ay</sup>	18,43 <sup>ay</sup>	17,54 <sup>by</sup>	0,56
	8	18,44 <sup>ay</sup>	17,45 <sup>by</sup>	17,23 <sup>cy</sup>	18,45 <sup>ay</sup>	18,64 <sup>ay</sup>	17,45 <sup>by</sup>	0,49
	16	18,34 <sup>ay</sup>	17,44 <sup>by</sup>	17,13 <sup>cy</sup>	18,35 <sup>ay</sup>	18,64 <sup>ay</sup>	17,54 <sup>by</sup>	0,61
	24	19,23 <sup>ax</sup>	18,97 <sup>ax</sup>	18,20 <sup>bx</sup>	18,32 <sup>bx</sup>	18,97 <sup>ax</sup>	17,76 <sup>cx</sup>	0,54
	EEM	0,36	0,66	0,43	0,18	0,26	0,28	
L*	1	51,22 <sup>cz</sup>	52,23 <sup>bz</sup>	54,29 <sup>az</sup>	49,58 <sup>dz</sup>	50,33 <sup>dz</sup>	51,22 <sup>cz</sup>	1,52
	8	50,23 <sup>cy</sup>	52,21 <sup>bz</sup>	54,25 <sup>az</sup>	49,47 <sup>dz</sup>	50,31 <sup>dz</sup>	51,28 <sup>cz</sup>	1,63
	16	50,39 <sup>cy</sup>	52,17 <sup>bz</sup>	54,17 <sup>az</sup>	49,28 <sup>dz</sup>	50,29 <sup>dz</sup>	51,24 <sup>cz</sup>	1,61
	24	50,98 <sup>cy</sup>	52,13 <sup>by</sup>	54,11 <sup>ay</sup>	49,18 <sup>dy</sup>	50,25 <sup>dy</sup>	51,21 <sup>cy</sup>	1,59
	EEM	0,48	0,28	0,26	0,53	0,45	0,14	
c*	1	18,24 <sup>cy</sup>	19,25 <sup>bx</sup>	17,36 <sup>dy</sup>	19,73 <sup>ax</sup>	18,33 <sup>cx</sup>	17,36 <sup>dx</sup>	0,91
	8	18,35 <sup>cy</sup>	19,65 <sup>by</sup>	17,32 <sup>dy</sup>	19,35 <sup>ay</sup>	18,35 <sup>cx</sup>	17,48 <sup>dx</sup>	0,89
	16	18,25 <sup>cy</sup>	19,37 <sup>by</sup>	17,24 <sup>dy</sup>	19,53 <sup>ay</sup>	18,27 <sup>cy</sup>	17,36 <sup>dy</sup>	0,91
	24	18,45 <sup>cx</sup>	19,65 <sup>bz</sup>	17,32 <sup>dx</sup>	19,28 <sup>az</sup>	18,44 <sup>cy</sup>	17,35 <sup>dy</sup>	0,91
	EEM	0,20	0,30	0,18	0,31	0,23	0,22	
H	1	29,65 <sup>bx</sup>	31,27 <sup>ax</sup>	26,27 <sup>dz</sup>	31,08 <sup>ax</sup>	30,87 <sup>ay</sup>	28,38 <sup>cy</sup>	1,82
	8	29,60 <sup>bx</sup>	30,78 <sup>ay</sup>	28,63 <sup>cy</sup>	29,64 <sup>by</sup>	30,60 <sup>ay</sup>	28,36 <sup>cy</sup>	0,94
	16	26,80 <sup>cy</sup>	30,43 <sup>ay</sup>	29,24 <sup>by</sup>	29,42 <sup>by</sup>	29,98 <sup>az</sup>	27,37 <sup>cz</sup>	1,36
	24	21,86 <sup>cz</sup>	29,88 <sup>az</sup>	30,06 <sup>ax</sup>	28,09 <sup>bz</sup>	29,78 <sup>az</sup>	27,45 <sup>bz</sup>	2,88
	EEM	0,32	0,66	1,44	1,09	0,51	0,55	

<sup>a-e</sup> Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente de (p<0,05)

<sup>z-y</sup> Medias en la misma columna con diferente letra difieren estadísticamente de (p<0,05)

EEM: error estándar de la media

Tratamientos: HT0(19,55% Harina de trigo y 0% transglutaminasa), HT0,5 (19,05% Harina de trigo y 0,5% transglutaminasa), HT1 (18,55% Harina de trigo 1%Transglutaminasa), SI0 (19,55% Harina de Sacha Inchi y 0% transglutaminasa), SI0,5 (19,05% Harina de Sacha Inchi y 0,5% transglutaminasa), SI1 (18,55% Harina de Sacha Inchi 1%Transglutaminasa).



Los reportes de color fueron analizados mediante el espacio de color CIELAB, un modelo cromático que permite representar los colores a través de los valores del sistema de coordenadas  $L^*a^*b^*$ , que a su vez permite determinar la calidad y diferencia entre colores.

Con respecto índice rojo ( $a^*$ ), el uso de harina de trigo y 0% transglutaminasa aumento su intensidad, mientras que disminuye su valor en los tratamientos de harina de trigo y Sacha Inchi con concentraciones de 0,5 y 1% de transglutaminasa, sin embargo, en el tratamiento SI0 indico similar intensidad al tratamiento HT0,5. Muy probablemente por la sustitución de harina de trigo por sachá Inchi. Así mismo al termino de las 24h de reestructuración el índice de rojo final disminuyo ligeramente y el color que presenta es menos intenso en todos los tratamientos.

En cuanto al índice amarillo ( $b^*$ ), los valores aumentaron en los tratamientos HT0, SI0 y SI0,5 donde el tipo de harina a mayor concentración influye sobre este valor. A medida que la concentración de harina disminuye, la coordenada  $L^*$ (luminosidad) incrementa su valor y al termino de las 24h disminuye. Por otro lado, el índice  $c^*$ (índice cromático) y H (ángulo Hue) disminuyen su valor y al término de las 24h aumentan ligeramente.

En conclusión, al disminuir la concentración de harina (trigo y Sacha Inchi) y elevar la presencia de enzima se obtiene como resultado nuggets más luminosos.

#### 4.1.2 Análisis químico de los nuggets

En la tabla 9 se aprecia la composición química de los nuggets obtenidos a partir de carne de cuy reestructurada con transglutaminasa y la inclusión de Sacha Inchi.

**Tabla 9.**

*Valores medios de la composición química de nuggets*

Parámetro	Harina de Trigo			Harina de Sacha Inchi			EEM	Valor-p
	TG (%)			TG (%)				
	0%	0,5%	1%	0%	0,5%	1%		
Proteína (%)	21,58 <sup>ab</sup>	19,98 <sup>b</sup>	19,01 <sup>b</sup>	23,01 <sup>a</sup>	22,91 <sup>ab</sup>	22,29 <sup>ab</sup>	0,37	0,00
Grasa (%)	12,02 <sup>a</sup>	12,87 <sup>b</sup>	12,93 <sup>b</sup>	12,32 <sup>a</sup>	12,47 <sup>b</sup>	12,58 <sup>b</sup>	0,09	0,03
Cenizas (%)	3,24 <sup>ab</sup>	3,04 <sup>b</sup>	2,98 <sup>b</sup>	3,47 <sup>a</sup>	3,30 <sup>ab</sup>	3,19 <sup>ab</sup>	0,04	0,00
Materia Orgánica (%)	96,76 <sup>ab</sup>	96,96 <sup>a</sup>	97,92 <sup>a</sup>	96,53 <sup>b</sup>	96,69 <sup>ab</sup>	96,81 <sup>ab</sup>	0,04	0,00

<sup>a-b</sup> Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente de ( $p < 0,05$ )

EEM: error estándar de la media

Tratamientos: HT0 (19,55% Harina de trigo y 0% transglutaminasa), HT0,5 (19,05% Harina de trigo y 0,5% transglutaminasa), HT1 (18,55% Harina de trigo 1%Transglutaminasa), SI0 (19,55% Harina de Sacha Inchi y 0% transglutaminasa), SI0,5 (19,05% Harina de Sacha Inchi y 0,5% transglutaminasa), SI1 (18,55% Harina de Sacha Inchi 1%Transglutaminasa).

En lo que corresponde al contenido de proteína cruda en base seca los valores estuvieron entre 19,01% y 23,01% Se encontró significancia estadística en cada uno de los tratamientos ( $p<0,05$ ), de esta forma se pudo determinar que el tratamiento SI0 que contiene mayor presencia de harina hidrolizada de Sacha Inchi (19,55%), fue el mejor, puesto que presenta mayor ponderación en comparación a los demás tratamientos.

Con relación al porcentaje de grasa se encontraron diferencias significativas entre dos grupos estadísticos ( $p<0,05$ ), donde el HT0,5; HT1; SI0,5 y SI1 contienen mayor porcentaje de grasa bruta en base seca, a diferencia del HT0 y SI0.

En cuanto al porcentaje de cenizas hubo diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre tratamientos donde el SI0 contiene mayor porcentaje de cenizas (3,47%). Con respecto a la materia orgánica el HT0,5 y HT1 fueron los tratamientos con mayor contenido, sin embargo, el SI0,5 y SI1 indicaron relación estadística con el tratamiento HT0

#### 4.1.3 Análisis microbiológico de los nuggets

La tabla 10, muestra la evaluación de enterobacterias, coliformes totales y aerobios mesófilos. Todos los tratamientos evaluados en el presente estudio no presentaron contaminación microbiológica al finalizar los 15 días de almacenamiento.

**Tabla 10.**

*Parámetros microbiológico evaluados en los nuggets*

Parámetro	Harina de Trigo			Harina de Sacha Inchi		
	TG (%)			TG (%)		
	0%	0,5%	1%	0%	0,5%	1%
Enterobacterias, log <sup>-10</sup> UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Coliformes totales log <sup>-10</sup> UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mesófilos	<10	<10	<10	<10	<10	<10

**UFC/g**, unidades formadoras de colonias/gramo

Tratamientos: HT0 (19,55% Harina de trigo y 0% transglutaminasa), HT0,5 (19,05% Harina de trigo y 0,5% transglutaminasa), HT1 (18,55% Harina de trigo 1%Transglutaminasa), SI0 (19,55% Harina de Sacha Inchi y 0% transglutaminasa), SI0,5 (19,05% Harina de Sacha Inchi y 0,5% transglutaminasa), SI1 (18,55% Harina de Sacha Inchi 1%Transglutaminasa).

#### 4.1.4 Valores de pH de los nuggets de cuy almacenados a 4°C

Los valores de pH fueron registrados al inicio (inmediatamente después de la reestructuración a las 24 horas) y a los 5, 10 y 15 días de conservar los nuggets en refrigeración.

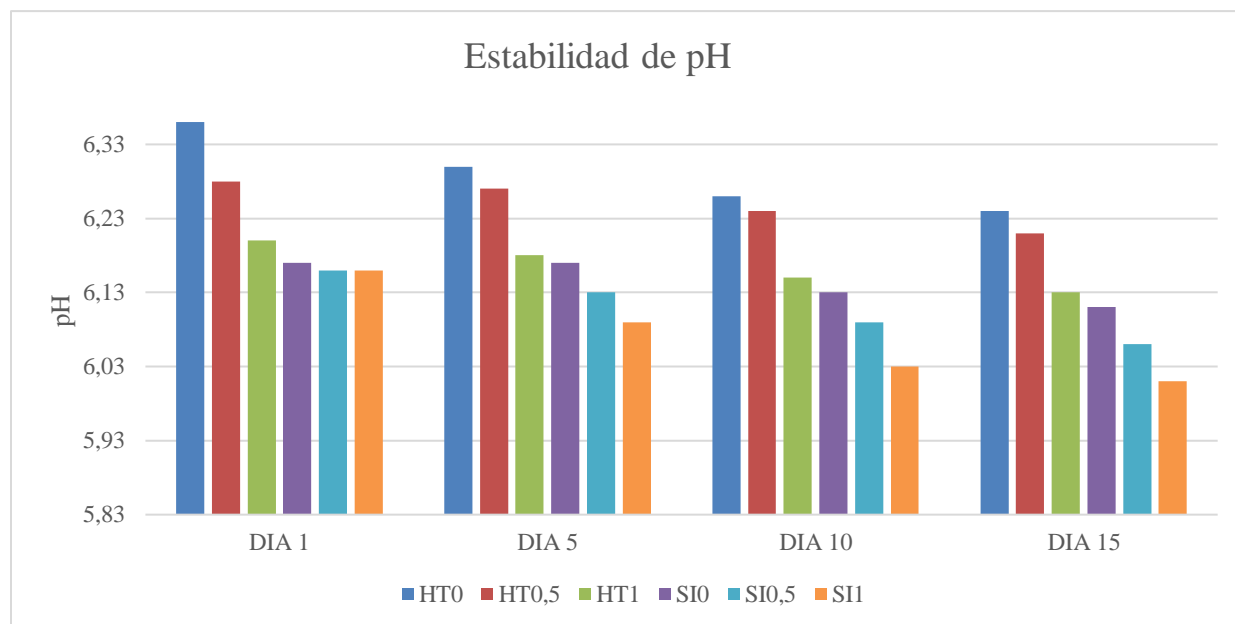
Al comparar las variables de estudio hubo diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre tratamientos. Cómo se refleja en la figura 6.

Con relación a los tratamientos HT0 y SI0 al término de la obtención de los nuggets los valores de pH fueron superiores a 6,14 con respecto a los demás tratamientos. Mientras que, en la evaluación realizada al día cinco de almacenado los valores de pH redujeron a 6,04. Pero en la medición realizada al día 10 y 15 fue descendiendo hasta alcanzar el menor en todos los tratamientos.

Por otra parte, los tratamientos que contenían en su base el 0.5% de transglutaminasa (HT0,5 y SI0,5), los valores de pH descendieron paulatinamente durante el almacenamiento (1, 5, 10 y 15 días). Similar situación, con los tratamientos HT1 y SI1, a pesar de que en su base contenía 1% de enzima, por lo que no se evidenció alteración que podría generar presencia de microorganismos por presencia de la enzima.

**Figura 6.**

*Valores de pH de nuggets evaluados durante 15 días de conservación.*



**Nota.** El gráfico representa la estabilidad de pH de los nuggets durante los 15 días de conservación en refrigeración a 4°C.

#### 4.1.5 Calidad tecnológica de los nuggets

En la tabla 11, se detalla los análisis del perfil tecnológico, cuyos resultados del porcentaje de capacidad de retención de agua (CRA) indicaron diferencia estadística ( $p<0,05$ ) es decir los tratamientos que tienen mayor presencia de harina de trigo (HT0, HT0,5 y HT1) es menor el porcentaje de CRA a comparación de los tratamientos que tiene mayor concentración de harina de Sacha Inchi (SI0, SI0,5 y SI1) que tienen mayor CRA donde el SI0 obtuvo el valor más alto. De igual manera las PPC indicaron valores ( $p<0,05$ ) que da a notar diferencia estadísticamente

significativa formando dos grupos estadísticos donde únicamente los tratamientos HT0 y HT0,5 obtuvieron los valores más altos de perdidas por cocinado, mientras que el SI1 reportó el menor porcentaje de PPC dando a denotar que la combinación de Sacha Inchi y transglutaminasa al 1% disminuye las perdidas por cocinado.

**Tabla 11.**

Valores medios de la capacidad de retención de agua y perdidas por cocinado

Parámetro	Harina de trigo			Harina de Sacha Inchi			EEM	Valor p
	TG (%)			TG (%)				
	0%	0,5%	1%	0%	0,5%	1%		
CRA (%)	33,53 <sup>c</sup>	30,28 <sup>b</sup>	31,71 <sup>b</sup>	37,43 <sup>a</sup>	34,68 <sup>ab</sup>	35,40 <sup>ab</sup>	0,57	0,00
PPC (%)	0,72 <sup>b</sup>	0,67 <sup>b</sup>	0,64 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,61 <sup>a</sup>	0,01	0,00

<sup>a-b-c</sup> Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente de ( $p < 0,05$ )

EEM: error estándar de la media

**CRA**, capacidad de retención de agua. **PPC**, perdidas por cocinado.

Tratamientos: HT0 (19,55% Harina de trigo y 0% transglutaminasa), HT0,5 (19,05% Harina de trigo y 0,5% transglutaminasa), HT1 (18,55% Harina de trigo 1% Transglutaminasa), SI0 (19,55% Harina de Sacha Inchi y 0% transglutaminasa), SI0,5 (19,05% Harina de Sacha Inchi y 0,5% transglutaminasa), SI1 (18,55% Harina de Sacha Inchi 1% Transglutaminasa).

#### 4.1.6 Característica fisicoquímico, microbiológico y tecnológico de filetes de cuy

En la tabla 12 se evidencian los valores del análisis físico-químico y tecnológico de los filetes reestructurado de carne de cuy con el 1% de transglutaminasa. Dentro de los parámetros físicos se evaluó el color, donde presento una luminosidad alta, mayor intensidad de rojo y menor tendencia amarilla. Con relación al análisis químico se cuantifico el porcentaje de proteína presente en los filetes cuyo resultado fue 20,48%. Por otra parte, los indicadores tecnológicos presentaron mayor capacidad de retención de agua (36,57%) y menor porcentaje de perdidas por cocinado (0,63%).

**Tabla 12.**

Valores de los parámetros físicos y tecnológicos de los filetes

Parámetro	Valores del estudio
L*	54,34
a*	12,65
b*	10,86
c*	16,67
H	40,66
Proteína cruda (%)	20,48
CRA (%)	36,57
PPC (%)	0,61

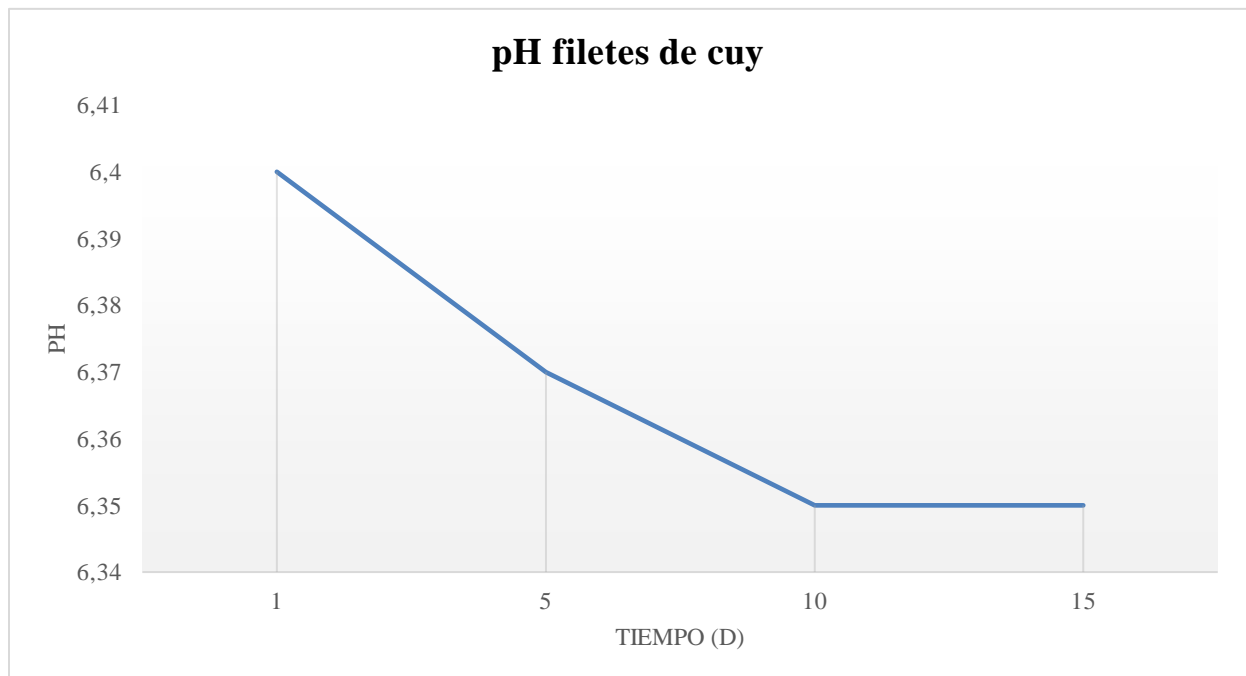
Enterobacterias	Ausencia
Coliformes totales	Ausencia
Aerobios Mesófilos	<10

**L\***(luminosidad), **a\***(tonos rojo-verde), **b\***(tonos amarillos-azules), **c\***(croma), **H**(ángulo Hue), **CRA**: capacidad de retención de agua, **PPC**: pérdidas por cocinado, **UFC/g**, unidades formadoras de colonias/gramo

Con relación al análisis físico también se evaluó el pH, en el mismo tiempo de conservación que los nuggets (1, 5, 10 y 15) días en refrigeración. Los resultados reportaron una tendencia decreciente con el paso del tiempo, similar a los resultados obtenidos por los nuggets, lo que denota que la enzima transglutaminasa no incrementa el pH de los productos cárnicos elaborados en el estudio, como se observa en la figura 7.

### Figura 7.

*Valores de pH filetes obtenidos a partir de la carne de cuy*



**Nota.** El gráfico representa la estabilidad de pH de los filetes durante los 15 días de conservación en refrigeración a 4°C.

## 4.2 Discusión

### 4.2.1 Características físicas de nuggets de cuy

#### a) pH

Los tratamientos HT1 y SI1 presentaron valores de pH similares durante la primera hora de reestructuración, mientras que todos los tratamientos muestran un ligero descenso de pH al termino de las 24h, donde el pH más bajo de 6,21 se visualizó en el SI0,5. Medina (2019) encontró un valor de pH de 6,10 en nuggets de cuy. Este valor difiere con los reportados por Ordoñez (2019)

quien encontró valores de pH 5,75 y 6,8 en nuggets de pollo con 2% de transglutaminasa además indico que durante la reestructuración el pH tiende a descender, a pesar de ello no general un incremento excesivo ni una caída brusca de pH. Así mismo Huezo & Hidalgo (2015) demostraron que el empleo de 0,5% y 1% de transglutaminasa no afecta las características físicas de los productos cárnicos a pesar de que los valores cambien ligeramente con el tiempo.

#### **b) Color**

En los nuggets la intensidad de color pasa de rosáceo marrón oscuro a claro. Sin embargo, este cambio de tonalidad se ve influenciado posiblemente por la variación de concentración de harina de trigo y Sacha Inchi además de la refrigeración durante la reestructuración.

A medida del transcurso del tiempo las coordenadas  $a^*$ (rojo) y  $b^*$ (amarillo) disminuyeron sus valores, sin embargo,  $b^*$  al termino de las 24 horas aumento su valor ligeramente, por otra parte, la  $L^*$  (luminosidad) descendió, similares resultados con los reportados por Chayawat et al. (2020). Sin embargo, Panduro (2015) demostró que la sustitución de harina de trigo por harina de quinua en la elaboración de nuggets de pollo disminuye los valores del índice de luminosidad y cromático, además de pasar de talidades rojas a pálidas ( $a^*$ ) y amarillas ( $b^*$ ). Estas diferencias observadas en los ejes de color se atribuyen al incremento en la concentración de harina, así lo hacen notar Goes et al. (2016) quienes demostraron que añadir mayor porcentaje de harina trigo en la formulación de nuggets, estos tienden a oscurecerse, por ende, disminuyen su luminosidad. Con este antecedente, los tratamientos HT0; HT0,5; SI0 y SI0,5 que contienen mayor concentración de harina en su formulación indicaron menor luminosidad, tonalidades oscuras y mayor tendencia amarilla, mientras que el tratamiento HT1 y SI1 con menor porcentaje de concentración de harina indicaron tonalidad clara, menor tendencia amarilla y mayor luminosidad.

#### **4.2.2 Característica química de nuggets de cuy**

El porcentaje de proteína esta influenciado según la materia prima utilizada, y las concentraciones aplicadas para la elaboración de cada producto. Como se observa en los resultados el SI0 obtuvo una mayor concentración de proteína (23,01%) que indica mayor presencia de harina hidrolizada de Sacha Inchi, donde los resultados fueron los mejores con respecto a este nutriente, además el contenido elevado de proteína se debe a la combinación con la carne de cuy, que tiene un alto valor proteínico, así lo hiso notar Flores-Mancheno et al. (2017) quienes determinaron que la carne de cuy tiene en promedio 18,57% de proteína.

De igual modo, Torres (2015) en su estudio para la elaboración de nuggets de cuy reporto 22,66% de PC, valor muy similar al obtenido, debido en gran parte, a la similitud de las formulaciones, así mismo Gálvez (2021) obtuvo 23,70% PC en el mejor tratamiento, este incremento se debe a la combinación de varias proteínas vegetales tales como la harina de trigo, soya y kiwicha, lo que demuestra que la inclusión de harina Sacha Inchi al 19,55% eleva considerablemente el valor proteico de los nuggets siendo posible potenciar su valor nutricional.

El menor porcentaje de grasa de 12,02% fue evidenciado en el HT0 y de 12,32% en el SI0, valores elevados, posiblemente debido a que se utilizó todo el tejido graso del cuy y también por el porcentaje de grasa presente en el Sacha Inchi, este valor es cercano al mencionado por Medina (2019) con 11,80% de grasa. Sin embargo, Gálvez (2021) en su investigación arrojó valores entre 7,37% y 7,90% valores que difieren del estudio, un factor al que puede estar influenciado es el empleo de carne magra y carne con grasa, pues como se mencionó, en la investigación se utilizó toda la grasa presente en el animal. Cabe mencionar que los valores encontrados cumplen con los estándares permitidos por la NTE INEN 1338:96 en donde se detalla un límite máximo de 20% de grasa total, así mismo, Flores et al. (2015) manifiesta que la carne de (*C. porcellus*) tiene un contenido de grasa inferior al 15% y de proteína superior a 14%.

Benavides et al. (2022) mencionan que el porcentaje de cenizas describe el contenido de minerales y representa menos del 5% de la materia seca. Como se observa en la investigación el HT0 obtuvo 3,24% de cenizas y el SI0 indicó el 3,47%, valores superiores a los nuggets de conejo con un valor de 2,13% por Mañay (2015). Sin embargo (Cori et al., 2016) en su estudio sobre los nuggets de pollo reportaron valores de 5,51% y 5,12%, estos valores difieren con los encontrados por Gálvez (2021) de 1,69% C, en los nuggets de cuy. Así mismo Ordóñez (2019) demostró que en los nuggets de pollo con el 0,2% de transglutaminasa se encontró el 1,95% de cenizas. Cabe mencionar que los valores obtenidos en el estudio se encuentran dentro de la NTE INEN 1340:96 que indica un máximo de 3,5%.

Cabe mencionar que Guevara (2021) en su estudio demostró que la adición de harinas no convencionales en la formulación y elaboración de productos cárnicos es una gran alternativa para obtener productos con mejores fisicoquímicas y nutricionales.

#### **4.2.3 Parámetros microbiológico de nuggets de cuy**

La buena calidad microbiológica de las materias primas y la higiene durante la elaboración de los productos que implicaron excesiva manipulación, determinaron que no se encontraron presencia de microorganismos patógenos durante los 15 días de conservación en refrigeración. Mañay (2015), menciona que en el caso coliformes totales se tomó las muestras en el día 0, 5, 10, 15 y 30, datos que permitieron determinar la vida útil del producto para conservar sobre los tres y cuatro meses respecto a los nuggets de conejo.

Por otra parte, Ordóñez (2019) confirmó que en la elaboración de nuggets de pollo con la aplicación de la enzima transglutaminasa esta no influye en los parámetros microbiológicos de tal manera que se encuentran dentro de los requisitos establecidos por las tablas peruanas (Reyes García et al., 2017). De igual modo (Bonato et al., 2019) en su estudio sobre nuggets de pollo respecto al conteo de aerobios mesófilos presentó índices muy bajos con respecto a los máximos establecidos en las normas.

Cabe mencionar que en el presente estudio se evaluó enterobacterias, coliformes totales y aerobios mesófilos, cuyos resultados fueron favorables en todos los tratamientos, además

demonstraron la higiene con la que se trabajó en la manipulación y procesamiento de los productos elaborados.

#### **4.2.4 Estabilidad de pH de nuggets de cuy**

La estabilidad de los nuggets fue evaluada en función del pH, cuyos valores analizados tuvieron una tendencia decreciente, es decir una disminución durante los 15 días de conservación, en todos los tratamientos. En Ecuador, no existe una normativa para nuggets o productos derivados del cuy, por lo cual el pH de todos los tratamientos reporta valores máximos de 6,36 y mínimos 6,01 que se encuentran dentro del rango (mín 5,5 y máx 6,4) según la NTP 201.058 (2006), así como del rango de la actividad óptima de pH (5-7) de la enzima transglutaminasa. Por otra parte, Gálvez (2021) en la evaluación de nuggets obtenidos a partir de carne de cuy, logro obtener pH inferior a 5,13. Mientras que Medina (2019) reportó pH sobre 6,1 valores similares a los valores mínimos reportados en la presente investigación.

Por su parte, Mañay (2015), reporto un pH de 5,41 y 5,07, valores inferiores a los del estudio, los valores inferiores de pH posiblemente ayudan a la conservación del producto por mayor tiempo, por lo que es importante mantener valores por debajo de 6,0 sobre todo en la carne de cuy, por lo tanto, evitan los cambios fisicoquímicos y microbiológico, estos últimos capaz de generar alteraciones del color y otros parámetros.

Para analizar la estabilidad del producto terminado, se pueden utilizar una variedad de métodos para determinar la durabilidad de los productos alimenticios, incluido el análisis microbiológico, pH y temperatura (Nakandakari et al., 2014). Adicional a ello, Medina, (2019) menciona que después de 60 días de almacenamiento el pH de los nuggets de cuy disminuyo de 6,10 a 5,98 valores que indicaron la correcta conservación de los productos para evitar formación y crecimiento de microorganismos patógenos.

Respecto a la aplicación de la enzima transglutaminasa en los nuggets de pollo, Ordóñez (2019) menciona que esta influye levemente en la disminución de la CRA, por lo que recomienda evitar un descenso de pH mayor a 5,9.

#### **4.2.5 Parámetros tecnológicos de nuggets de cuy**

El alto contenido de proteína en la carne de cuy es proporcional a su CRA, este parámetro es importante en la elaboración de productos cárnicos según Honorio & Cabrejos (2017). Es así como el SI0 fue el mejor tratamiento con 37,46% CRA. Según Honorio & Cabrejos (2017) es su estudio obtuvo un valor de 57% CRA siendo un valor alto y cercano al reportado en la investigación, lo cual es importante con relación al valor nutritivo y tecnológico. Este valor difiere en comparación con los nuggets de pollo con CRA 18.9% en refrigeración (Ordóñez, 2019). Esta diferencia puede estar relacionada a la inclusión de Sacha Inchi pues tiene una retención de agua alta así lo hace notar Martínez (2022).

En lo referente a las pérdidas por cocinado se observó que el SI1 con 0,61% PPC fue menor en comparación al resto de tratamientos. Por lo tanto, Núñez & Cevallos (2015) mencionan que



las PPC influyen en el color, este se ve afectado por la cocción. A medida que avanza el calentamiento, el color de la carne se vuelve marrón, la intensidad de este color depende de la temperatura. Parte del cambio de color observado durante el tratamiento térmico es el resultado de la desnaturalización de la mioglobina y la hemoglobina residual.

#### **4.2.6 Característica fisicoquímico, microbiológico y tecnológico de filetes de cuy**

El pH obtenido en los filetes de (*C. porcellus*) fue decreciendo durante los días (1, 5 y 10) mientras que entre los d 10 y 15 el pH se mantuvo constante, por lo que se determina que la técnica de empacado al vacío debe ir en relación con la refrigeración para alargar la vida útil del producto. Por otra parte, el color mejora la característica de luminosidad con el empacado al vacío a diferencia del empacado convencional (Paseto et al., 2014). Sin embargo, Ripoll et al. (2013) explican que, el tiempo puede ser determinante en la desnaturalización de las carnes e incrementa el esparsamiento y dispersión de la luz, por ende, aumenta  $L^*$  contribuyendo a que la carne esté más pálida, esto también se ve afectado por la refrigeración.

La utilización de la enzima transglutaminasa al 0,5 y 1% no afecta las características físicas y microbiológicas de un producto reestructurado según Huevo & Hidalgo (2015). Cabe mencionar que la enzima utilizada en el estudio es una formulación de transglutaminasa ampliamente utilizada en cocina molecular.

Baldeón Clavijo et al., (2015) determinaron que mediante la utilización (*P. volubilis*) en un 10 % para la elaboración de hamburguesas, se obtiene un mayor porcentaje de proteína (20,86 %) y disminución de grasa (12,91 %) valores similares a los obtenidos en la investigación. Por otra parte, la carga microbiológica encontrada en cuanto a Coliformes Totales disminuye con el empleo de Sacha Inchi, lo cual coloca al producto dentro de las normas ecuatorianas (INEN). En lo referente a las características tecnológicas se reportaron que los valores fueron 36,57 % de CRA que es menor en comparación con los obtenidos en los nuggets de cuy, por ende el 0,63% de PPC influyen en las características físicas como el color.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

- Es posible obtener nuggets a partir de la carne de cuy reestructurada con la inclusión de transglutaminasa y harina hidrolizada de Sacha Inchi, con excelentes resultados sobre los indicadores fisicoquímicos y tecnológicos, al igual que los filetes reestructurados de carne de cuy.
- Los nuggets con mayor concentración de harina (trigo y Sacha Inchi) y menor concentración de transglutaminasa, reportaron coloración raseo oscura, en el transcurso del tiempo, lo que indica que las coordenadas  $a^*$ (rojo) disminuye y  $b^*$ (amarillo) incrementa sus valores. Mientras que, la luminosidad ( $L^*$ ) reduce su intensidad a mayor presencia de harina. Pero en los filetes el color se mantuvo en valores de rojo alto  $a^*$ (12,65) y menor tendencia amarilla  $b^*$ (10,86). Los valores de la composición química de los nuggets del tratamiento SI0 fue de mejor comportamiento (23,01% proteína, 12,32% grasa, 3,47% cenizas y 96,53% materia orgánica), en los filetes únicamente se evaluó el contenido de proteína que fue de 20,48%.
- El pH de los nuggets y filetes, no incremento durante su conservación, esto evidencio que la inclusión de transglutaminasa no altera los valores de pH y se mantienen en el rango 6,4 y 5,5 de la NTP 201.058 y son adecuados para evitar la formación y crecimiento de patógenos, de igual manera los valores microbiológicos se encontraron dentro de los rangos de aceptación establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1338.
- El tratamiento SI0, también tuvo mejor rendimiento tecnológico (37,43% de CRA). Mientras que el SI1 fue de 0,61% PPC, con lo que se demuestra la factibilidad de utilizar la harina hidrolizada de Sacha Inchi en sustitución de la harina de trigo para mejorar las características tecnológicas y composición química de los nuggets de carne de cuy. Además, la inclusión de 1% de enzima transglutaminasa influye sobre la CRA y PPC en los filetes y nuggets obtenidos a partir de la carne reestructurada de cuy.

### **5.2 Recomendaciones**

- Someter el producto a 75 °C durante 15min para inactivar la enzima antes de consumirlos.
- Mantener las 24 horas de actuación de la enzima en refrigeración para que la carne de cuy se pueda reestructurar de mejor manera.
- Es necesario realizar un análisis del perfil graso para determinar el contenido de omegas en los filetes y nuggets de carne reestructurada de cuy.
- Realizar la comparación del efecto inclusión de Sacha Inchi y efecto inclusión transglutaminasa entre tratamientos que contengan la misma concentración.
- Realizar en análisis beneficio/costo para verificar la factibilidad del uso de la carne de cuy con transglutaminasa y sachá Inchi
- Realizar el análisis del perfil de textura para determinar la dureza, masticabilidad, adhesividad y fuerza de corte.

## BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. Ed 19, 925.10. Meat and meat products. Determination of humidity. Association of Official Analytical Chemists. 2012.
- AOAC-19 2001.11. Meat and meat products Protein determination. Association of Official Analytical Chemists. 2012.
- AOAC-19.991.36. Meat and meat products. Fat determination. Association of Official Analytical Chemists. 2012.
- AOAC-19.923.03. Meat and meat products. Determination of ash. Association of Official Analytical Chemists. 2012.
- AOAC -19. 991.14. Meat and meat products. Determination of total coliforms. Association of Official Analytical Chemists. 2012.
- AOAC-19.923.03. Meat and meat products. Determination of ash. Association of Official Analytical Chemists. 2012.
- Alayón, Alicia Norma, & Echeverri J, Isabella. (2016). Sacha Inchi (*51esis51etia volubilis* Hnneo): *¿una experiencia ancestral desaprovechada? Evidencias clínicas asociadas a su consumo*. Revista chilena de nutrición, 43(2), 167-171. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000200009>
- Aceijas Pajares, L. H. (2014). *Efecto del tipo de alimento y sexo sobre el comportamiento productivo, características de la carcasa y calidad de la carne del cuy (Cavia porcellus) en la provincia de Cajamarca*. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1953>
- Agroindustrias Ecuadorg2. (2018) *Harina hidrolizada de Sacha Inchi*. Recuperado de: <https://agroindustriasg2.com/producto/harina-proteica-de-sacha-inchi/>.
- Avilés, D. F., V., L., Delgado, J. V., & Martínez, A. M. (2014). *Ecuadorian people and their relationship with the guinea pig*. Uco.es. Recuperado el 13 de marzo de 2023, de <https://agris.fao.org/search/en/providers/122420/records/64739174ce9437aa76ff87b9>
- Baldeón Clavijo, D., Velásquez Rodríguez, F., & Castellanos Estupiñán, J. E. (2015). *Utilización de 51esis51etia volubilis (sacha 51esis) para mejorar los componentes nutricionales de la hamburguesa*. Enfoque UTE, 6(2), 59–76. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v6n2.60>
- Benavides Mendoza, K. L. (2018). *El uso de la enzima transglutaminasa en productos cárnicos* (Bachelor's 51esis, Quito: Universidad de las Américas, 2018). <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9767>.
- Benavides, Rene Antonio Hinojosa, Laurente, Christian Carlos León, Ramos, Genaro Mario Condori, Quispe, Carlos Enrique Espinoza, & Aguilar, Adelfa Yzarra. (2022). Dietas alimenticias y valor nutritivo de la canal en (*Cavia porcellus*). *Alfa Revista de Investigación*

- en *Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 6(17), 346-356. Epub 02 de agosto de 2022. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i17.173>
- Bonato, Patricia, Perlo, Flavia, Fabre, Romina, Dalzotto, María Gabriela, & Acuña, Noelia. (2019). Conservación de nuggets de pollo con bajo contenido en sodio y formulados con fibra de trigo. *Ciencia, docencia y tecnología*, (58), 290-304. <https://doi.org/10.33255/3058/436>
- Bersoza Condolo, J. L., & Merino Piedra, O. E. (2018). *Diseñar y construir un prototipo de cámara fría para la conservación de carne de cuyes y conejos* (Bachelor's 52esis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo) <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8792>
- Calderón Gálvez, C, Naquiche Cusihuaman, K, Taboada Estrada, P y Peralta Gonzales, G. (2019). *Proyecto para la elaboración de plan de negocios nuggets de cuy recubiertos con hojuelas de kiwicha "La Gran Cavia"*. Universidad San Ignacio de Loyola. <https://repositorio.usil.edu.pe/items/1eca82fa-5839-4132-8d93-887baae3b810>
- Campos Fernández, J. E. (2016). Influencia de la Sustitución Parcial de Carne de Cuy (cavia porcellus) en las Características Fisicoquímicas, Composición Químico Proximal, Microbiológico y Sensorial de Salchicha. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1450>
- Cancho Palomino, S., & Chávez Moscoso, R. S. (2019). *Estudio de factibilidad para la instalación de una planta agroindustrial para la producción de nuggets de cuy (Cavia porcellus) en la región de Ayacucho*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA, <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3393>.
- Cárdenas Araque, J. J., & Cárdenas Merizalde, D. S. (2017). Industrialización del cuy. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4220>.
- Carrión Crespo, V. R. (2023). *Alimentos tradicionales para el tratamiento no farmacológico de enfermedades crónicas no transmisibles* (Bachelor's 52esis, Universidad del Azuay).
- Chachipanta Luspa, L. L. (2019). *Identificación del mercado potencial de los productos elaborados con carne de cuy (Cavia Porcellus) en la provincia Tungurahua* (Bachelor's 52esis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Administrativas. Carrera Organización de Empresas).
- Chauca Francia, L. (2023). Desarrollo del Mejoramiento Genético en Cuyes en el Perú: Formación de nuevas razas. *Anales científicos*, 83(2), 109–125. <https://doi.org/10.21704/ac.v83i2.1879>
- Chayawat, J., & Rumpagaporn, P. (2020). *Reducing chicken nugget oil content with fortified defatted rice bran in batter*. Food Science and Biotechnology, 29(10), 1355-1363. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10068-020-00782-y>
- Cori, M. E., Techeira, N., Martínez, S., & Rodríguez, I. (2016). Evaluación química, microbiológica y sensorial de nuggets de pollo para personas con condición

- celíaca. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 42(2).  
[http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_agro/article/view/11899](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_agro/article/view/11899).
- Cornejo, J.; Rodríguez, L.; Pro, A.; González, F.; Conde, V.; Ramírez, M.; Hernández, A. Efecto del ayuno ante mortem en el rendimiento de la canal y calidad de la carne de conejo. *Arch Zootec*.2016,65(250),171-175.  
<https://www.uco.es/servicios/ucopress/az/index.php/az/article/view/484>
- Flores Mancheno, C. I., Roca Argüelles, M., Tejedor Arias, R., Salgado Tello, I. P., & Villegas-Soto, N. R. (2015). *Contenido de ácidos grasos en carne de cuy*. *Ciencia y Agricultura*, 12(2). <https://doi.org/10.19053/01228420.4394>
- Flores-Mancheno, C. I., Duarte, C., & Salgado-Tello, I. P. (2017). *Caracterización de la carne de cuy (Cavia porcellus) para utilizarla en la elaboración de un embutido fermentado*. *Ciencia y agricultura*, 14(1), 39-45.  
<https://doi.org/10.19053/01228420.v14.n1.2017.6086>
- Gálvez Panta, M. F. (2021). *Evaluación del valor nutricional y sensorial de nuggets a partir de carne de cuy (Cavia porcellus) empanizados con diferentes proporciones de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de soya (Glycine max) y kiwicha granulada (Amaranthus caudatus)*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/102612>.
- Guevara Núñez, J. L. (2021). *Efecto de la adición de harinas no convencionales para la producción y enriquecimiento de productos cárnicos* (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Ingeniería en Alimentos).  
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32590>
- Giraldo Velasquez, J. A. (2023). *La carne de cuy y sus efectos en la rehabilitación de pacientes post COVID–Distrito de Santa Maria*, 2022.  
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/8341>
- Goes, E. S. dos R., Souza, M. L. R. de, Michka, J. M. G., Kimura, K. S., Lara, J. A. F. de, Delbem, A. C. B., & Gasparino, E. (2016). Fresh pasta enrichment with protein concentrate of tilapia: nutritional and sensory characteristics. *Food Science and Technology*, 36(1), 76–82. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.0020>.
- Goyal, A., Tanwar, B., Kumar Sihag, M., & Sharma, V. (2022). Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.): An emerging source of nutrients, omega-3 fatty acid and phytochemicals. *Food Chemistry*, 373(131459), 131459. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131459>
- HerbaZest (2024). *Sacha Inchi*. Editorial de HerbaZest. Recuperado el 20 de febrero de 2024.  
<https://www.herbazest.com/es/hierbas/sacha-inchi>.
- Hernández Robledo, V., Uresti-Marín, R. M., Martínez-Maldonado, M. Á., & Velazquez, G. (2015). *Efecto de la transglutaminasa microbiana sobre las propiedades mecánicas de geles de carne de jaiba cocida*. *CienciaUAT*, 10(1), 93-103.

[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-78582015000200093&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-78582015000200093&script=sci_arttext)

- Honorio Tapia, C. E., & Cabrejos Barrios, E. M. (2017). *Capacidad de retención de agua en carcasa de cuy tipo Perú conservado con películas film bajo condiciones de refrigeración*. <http://190.116.36.86/handle/20.500.14074/1724>.
- Huamaní Misajel, F. C., & Amaya Estrada, M. D. C. (2022). La carne de Cuy como tratamiento potencial para la recuperación de pacientes post Covid en la provincia de Huancayo-Perú. <https://repositorio.uroosevelt.edu.pe/handle/20.500.14140/790>
- Huezo, A. R., & Hidalgo, J. A. (2015). *Utilización de la enzima transglutaminasa para la elaboración de un producto reestructurado de tilapia gris (Oreochromis niloticus)* (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2015). <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4569/1/AGI-2015-021.pdf>
- Lucas, J.R., Balcázar, S., Tirado, O., & Rodríguez, A. (2018). El pH de la carne de cobayo (*Cavia porcellus*) para consumo humano en los andes centrales del Perú. *Revista veterinaria*, 29(1), 65-67. <https://dx.doi.org/10.30972/vet.2912793>
- Martínez Pinzón, P. A. (2022). Caracterización de las propiedades tecnológicas de la torta residual de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.): para su aprovechamiento en un producto panificado. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_alimentos/745/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/745/)
- MAG. (2018). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Crianza de cuyes ayuda areconversión de actividades productivas: <https://www.agricultura.gob.ec/crianza-de-cuyes-ayuda-a-reconversion-deactividades-productivas/>
- Mañay Yáñez, S. P. (2015). *Desarrollo y evaluación físico-químico, sensorial y microbiológico de nuggets de carne de conejo (Oryctolagus cuniculus) precocidos y marinados con jugo de tomate frutícola. (Cyphomandra betacea)* (Bachelor's 54esis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Carrera de Ingeniería en Alimentos). <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/12378>
- Medina Solis, M. (2019). *Evaluación de la estabilidad de los ácidos grasos araquidónico (ARA) y docosaheptaenoico (DHA) de nuggets de carne de cuy (Cavia porcellus) congelado durante su almacenamiento*. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2027>
- Mínguez Balaguer, C., Calvo Capilla, A., Zeas Delgado, V. A., & Sánchez Macías, D. (2019). A comparison of the growth performance, carcass traits, and behavior of guinea pigs reared in wire cages and floor pens for meat production. *Meat Science*, 152, 38–40. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.02.012>
- Nakandakari L., Gutiérrez E., Chauca L. y Valencia R. (2014). Medición del pH intramuscular del cuy (*Cavia porcellus*) durante las primeras 24 horas post beneficio tradicional. *Rev. Salud tecnol. Vet.* Vol. 2. Pág. 99 -105. Perú. Doi: 10.20453/stv.v2i2.2246

- NTE INEN: 1346. Carne y productos cárnicos. Carne molida. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización. 2010.
- NTE INEN 1 340:96. Carne y Productos Cárnicos. Mortadela. Requisitos. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/149/3/03%20AGP%2063%20NTE%20INEN%201340.pdf>
- NTE INEN 1338:96 Carne y Productos Cárnicos. Salchichas. Requisitos. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/149/4/03%20AGP%2063%20NTE%20INEN%201338.pdf>
- Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995, Humane slaughter of domestic and wild animals, Mexico. 2015.
- NTP 201 – 058 Carne y Productos Cárnicos. Definiciones, clasificación y requisitos de las carcasas y carne de cuy (*Cavia porcellus*). <https://es.scribd.com/doc/286100732/NTP-201-058-carne-de-cuy>
- Núñez Valle, D. P., & Cevallos Velastegui, L. P. (2015). *Evolución de la 55esis postmortal del ph y normalización del análisis de la calidad tecnológica de la carne de cuy* (Bachelor's 55esis, Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2015). <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/429>.
- Ordóñez Huamán, P. (2019). *Acción de la enzima transglutaminasa sobre la textura y vida útil en nuggets con carne de pollo (Gallus gallus domesticus)*. <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/7581>.
- Panduro Castañeda, C. E. (2015). Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua (*chenopodium quinoa*) sobre el contenido de proteína, color, firmeza y aceptabilidad general de nuggets de pollo. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/850>
- Paseto F, RP; Alvarenga F, MT; Maluf P, ES; Sayuri K, AL; Pinto C, FA; Fernandes R, A; Carvalho B, JC; Trindade, MA. (2014). *Stability of lamb loin stored under refrigeration and packed in different modified atmosphere packaging systems*. Meat Science 96(1): 554-561. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.08.005>
- Pérez, Lliguin F. A. (2013). *Formulación, Elaboración, Control de Calidad de Carne de Cuy Marinada y Envasado el Vacío para la Corporación de Productores Cuyículas Señor Cuy*. Escuela Superior Politécnica de Chimboraz. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2580>
- Quito Pinta, M. A. (2017). *Utilización de harina Plukenetia volubilis (Sacha 55esis) para la elaboración de chorizo especial* (Bachelor's 55esis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7178>
- Ramírez, J. D. P., Soria, E. E. A., Chinga, A. E. P., & Herrera, K. S. G. (2021). Condiciones de mercado para la demanda nacional del Sacha Inchi en Ecuador. *Revista de ciencias sociales*

- Universidad del Zulia. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, 27(1), 290–301. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7817699>.
- Reyes García, M. M., Gómez-Sánchez Prieto, I., & Espinoza Barrientos, C. M. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Instituto Nacional de Salud.
- Remache Rivera, R. A. (2016). *Progresión de la calidad de la canal, vísceras, PH y color de la carne de cuy a los 3, 4 y 6 meses de edad* (Bachelor's 56esis, Universidad Nacional de Chimborazo, 2016). <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3196>
- Ripoll, G; Albertí, P; Casasús, I., Blanco, M. 2013. Instrumental meat quality of veal calves reared under here management systems and color evolution of met stored in three packaging systems. *Meat Science* 93: 336-343.
- Romero, G., & Francisco, J. (2013). *Desarrollo de un producto reestructurado de carne de res tipo roast beef mediante la aplicación de transglutaminasa y caseinato de sodio*. Unam.mx; Universidad Nacional Autónoma de México. [https://repositorio.unam.mx/contenidos/ficha/desarrollo-de-un-producto-reestructurado-de-carne-de-res-tipo-roast-beef-mediante-la-aplicacion-de-transglutaminasa-y-413674?c=n9Z0YM&d=false&q=\\*&i=2&v=1&t=search\\_1&as=0](https://repositorio.unam.mx/contenidos/ficha/desarrollo-de-un-producto-reestructurado-de-carne-de-res-tipo-roast-beef-mediante-la-aplicacion-de-transglutaminasa-y-413674?c=n9Z0YM&d=false&q=*&i=2&v=1&t=search_1&as=0).
- Romo Domínguez, V. A. (2015). Evaluación del proceso de obtención de salchicha tipo 56esis56eti con adición de diferentes niveles de torta de 56esis56etia volubilis (sacha 56esis) y dos tipos de proteína de origen vegetal. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/626>
- Rubio, V., & Joseph, E. (2022). *Uso de la enzima Transglutaminasa (TG) en la elaboración de un fiambre de carne de conejo (Oryctolagus cuniculus) y tocino de cerdo (Sus scrofa domestica)*. UPEC. <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1530>
- Sáenz, C., & Baltazar, M. (2015). *Impacto de la estrategia de redes empresariales en la cadena de valor del cuy, provincias Cajabamba y San Marcos*. Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1550>
- Saldaña, J.P (2023). *INS destaca valor nutricional de la carne de cuy y recomienda su consumo para prevenir enfermedades*. Infobae. <https://www.infobae.com/peru/2023/05/17/inei-cuy-alto-valor-nutricional-para-prevenir-enfermedades/>.
- Sanz Punter, P. (2015). *Evaluación del uso de diferentes enzimas sobre la calidad de productos cárnicos* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València). <https://riunet.upv.es/handle/10251/55619>.
- Sánchez, D.; Cevallos, L.; Nuñez, D.; Morales, A. First report of postmortem pH evolution and rigor mortis in guinea pigs. *Livest Sci* 2019, 229, 22–27 <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.09.014>



- Sánchez-Macías, D., Barba-Maggi, L., Morales-delaNuez, A., & Palmay-Paredes, J. (2018). Guinea pig for meat production: a systematic review of factors affecting the production, carcass and meat quality. *Meat science*, 143, 165-176.
- Sánchez-Macías, D., Castro, N., Rivero, M. A., Argüello, A., & Morales-delaNuez, A. (2016). Proposal for standard methods and procedure for guinea pig carcass evaluation, jointing and tissue separation. *Journal of Applied Animal Research*, 44(1), 65-70. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09712119.2015.1006234>
- Sayay, L. (2019). Evaluación de la calidad del cuy relleno elaborado con tres pastas cárnicas. (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo, Riobamba, Ecuador. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13438>
- Solís Gavilanes, J. C. (2022). *Análisis Bromatológico de la carne de conejo comercializada en la provincia de Tungurahua* (Bachelor's 57esis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Ingeniería Bioquímica). <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36056>
- Soto Hilario, J. D., Abarca Arias, Y. M., & Montaldo de Luque, R. R. (2021). Efecto de la carne de cuy como complemento alimenticio para combatir la deficiencia de hierro en mujeres puérperas. <https://uni-contestado-site.s3.amazonaws.com/site/biblioteca/ebook/Juvita%20-%20EFECTO%20DE%20LA%20CARNE%20DE%20CUY.pdf>
- Wyszecki, G., Stiles, W.S. (1982). "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae," John Wiley and Sons, New York.
- Valencia, F. A. C., & Condezo, N. A. R. (2022). Innovación de productos alimentarios de la Sacha Inchi: Una revisión. *Innova Biology Sciences*, 2(3), 6-12. <https://innovabiologysciences.org/index.php/IBS/article/view/49>
- Vásquez-Osorio, Diana, Hincapié-Llanos, Gustavo A., Cardona, Mónica, Jaramillo, Diana Isabel, & Vélez-Acosta, Lina. (2017). Formulación de una colada empleando harina de Sancha Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.) proveniente del proceso de obtención de aceite. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 19(2), 167-179. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v19n2a04>
- Taipe Florez, F. (2016). Determinación del tiempo de cocción y capacidad de retención de agua en nugget con carne de cuy (*Cavia porcellus*). Recuperado de: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3133>.
- Torres Bonilla, E. A. (2015). *Formulación y desarrollo de productos cárnicos a base de carne de cuy (cavia porcellus), para la línea Gourmet* (Bachelor's 57esis, Quito: Universidad de las Américas, 2015). <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/4172>

























Torres Castro, J. D. J. (2022). Estudio preliminar sobre compuestos bioactivos del Sacha Inchi: actividad biológica, métodos de extracción y su potencial en la industria de alimentos y farmacológico. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/57440>

## ANEXOS

### 6.1 Color de los nuggets y filetes de cuy

**Tabla 13.**

*Representación gráfica del color de los nuggets*

Tiempo (horas)	Harina de trigo			Harina de Sacha Inchi		
	TG%			TG%		
	0%	0,5%	1%	0%	0,5%	1%
1h						
8h						
16h						
24h						

**Tabla 14.**

*Representación gráfica del color de los filetes de cuy*

Filetes 1% TG	Reporte CIELAB
	

## 6.2 Obtención de la carne de cuy

**Figura 8.**

*Clasificación de los animales*



**Figura 9.**

*Selección de los animales.*



**Figura 10.**

*Técnica de desnucamiento.*



**Figura 11.**

*Sangrado.*



**Figura 12.**

*Escaldado.*



**Figura 13.**

*Pelaje.*



**Figura 14.**  
*Evisceración*



**Figura 15.**  
*Oreo*



**Figura 16.**  
*Canal del cuy*



**Figura 17.**  
*Canal del cuy sin piel.*



**Figura 18.**  
*Piel del cuy*



**Figura 19.**  
*Huesos del cuy.*







A photograph showing four cylindrical extruded meat samples arranged horizontally in a metal tray. Each sample is labeled with a red tag: '1' (leftmost, light pink), '2' (second from left, light pink), '3' (third from left, reddish), and '4' (rightmost, reddish). The samples show varying degrees of color and texture, likely representing different formulations or processing conditions.

**Figura 22.**  
*Bitácora física.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
BITÁCORA ANALISIS CNA <i>Chimborazo</i>				
Tratamiento	PESO			
	muestra inicial	papel filtro seco	muestra después de 5min	papel filtro con agua retenida
T0	5.07	1.22	5.07	1.25
	5.08	1.23	5.11	1.27
	5.09	1.25	5.15	1.27
	5.09	1.23	5.09	1.28
	5.08	1.21	5.21	1.28
T1	5.09	1.18	5.09	1.21
	5.10	1.18	5.15	1.20
	5.09	1.13	5.15	1.21
	5.09	1.15	5.27	1.21
	5.08	1.14	5.27	1.25
T3	5.08	1.15	5.21	1.35
	5.08	1.15	5.21	1.35
	5.09	1.16	5.20	1.32
	5.09	1.18	5.21	1.34
	5.09	1.17	5.24	1.34
T4	5.09	1.21	5.25	1.35
	5.09	1.22	5.22	1.34
	5.09	1.22	5.25	1.34
	5.09	1.21	5.25	1.34
	5.09	1.25	5.25	1.37
T5	5.09	1.22	5.22	1.34
	5.09	1.22	5.25	1.34
	5.09	1.22	5.25	1.34
	5.09	1.22	5.25	1.34
	5.09	1.25	5.25	1.37
T6	5.09	1.25	5.25	1.37
	5.09	1.25	5.25	1.37
	5.09	1.25	5.25	1.37
	5.09	1.25	5.25	1.37
	5.09	1.25	5.25	1.37

[illegible][illegible]

## 6.4 Producción de nuggets y filetes

**Figura 26.**

*Molido de la carne*



**Figura 27.**

*Pesaje de la carne.*



**Figura 28.**

*Pesaje de insumos.*



**Figura 29.**

*Mezclado de insumos.*



**Figura 30.**

*Mezclado de ingredientes.*



**Figura 31.**

*Formulaciones*



**Figura 32.**  
*Moldeado.*



**Figura 33.**  
*Refrigerado.*



**Figura 34.**  
*Precocido.*



**Figura 35.**  
*Empacado.*



**Figura 36.**  
*Nuggets empacados al vacío.*



**Figura 37.**  
*Filetes empacados al vacío.*





## 6.5 Análisis de laboratorio

**Figura 38.**

*Registro de datos.*



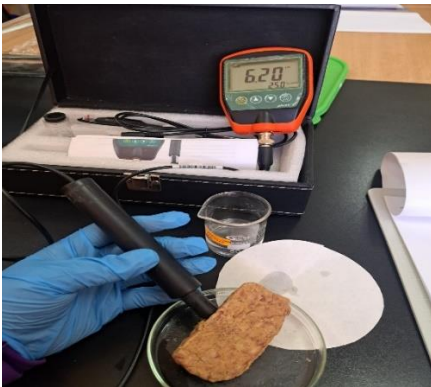
**Figura 39.**

*Pesaje de muestras.*



**Figura 40.**

*Análisis de pH.*



**Figura 41.**

*Análisis de color.*



**Figura 42.**

*Análisis químico.*



**Figura 43.**

*Análisis microbiológico.*



**Figura 44.**  
*Análisis CRA.*



**Figura 45.**  
*Diferencia de pesos.*



**Figura 46.**  
*Análisis PPC.*



**Figura 47.**  
*Muestras en baño María.*



## 6.6 Ficha Técnica Sacha Inchi

**Figura 48.**

*Ficha Técnica Hidrolizado de Sacha Inchi*

FICHA TÉCNICA HARINA HIDROLIZADA DE SACHA INCHI				
Fisicoquímicos	Características Sensoriales	Características microbiológicas	Ácidos grasos	Antioxidantes
Humedad: < 10 % Impurezas: < 0,05% Aditivos alimentarios: Ninguno <b>Proteína: 50 %</b> Grasa: < 6% Fibra: 5% Granulometría: 80 Mesh o según especificaciones del cliente	Olor: Característico de la variedad ligeramente a frejol. Color: Blanca – Crema Sabor: Característico de la variedad, graso, asociado a nuez, no ácido, no mohoso, rancio, añejo o cualquier otro defecto.	Mesófilos Aeróbicos: < 500.000 CFU/g Moho y Levadura: < 10.000 CFU/g Salmonella/g: Negativo E-Coli/g: Negativo Staphylococcus Aureus: Negativo	C 16:0 Ácido Graso Palmítico: 2 – 3 % C 18:0 Ácido Graso Mirístico : 1 – 2 % C 18:1 Ácido Graso Oleico (omega 9) : 0,8 % C 18:2 Ácido Graso Linoleico (omega 6) : 1,8 % C 18:3 Ácido Graso Linolenico (omega 3) : 3,5 % Total ácidos grasos trans: 0 %	Vitamina E: > 11mg Vitamina A: > 565 ug

**Nota.** Tomado de Agroindustrias EcuadorG2 (2023)

## 6.7 Proceso para la determinación de proteína

**Figura 49.**

### *Proceso análisis de proteína*

#### **Determinación de proteína (Kjeldhal)**

Sometiendo a un calentamiento y digestión una muestra problema con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar CO<sub>2</sub> y agua, la proteína se descompone con la formación de amoníaco, el cual interviene en la reacción con el ácido sulfúrico y forma el sulfato de amonio este sulfato en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoníaco sucede solamente en medio básico; luego de la formación de la sal de amonio actúa una base fuerte al 50% y se desprende el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2.5% y titulado con HCl al 0.1 N en presencia del indicador mixto. (17)

#### **Procedimiento**

Pesar exactamente 0.5 mg muestra seca e introducirla en el balón de digestión Kjeldhal - Añadir: 1.5g de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> o Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 40 mg de HgO, 2mL de ácido sulfúrico concentrado para análisis procurando no manchar las paredes del mismo. Colocamos el balón en el digestor y calentar hasta obtener un líquido casi transparente. Enfriar el balón y su contenido, adicionar 4 ml de agua destilada para que se disuelva el contenido que al enfriarse se solidifica - Verter lo anterior en el balón de destilación del equipo, adicionando otros 4mL de agua destilada para enjuagar el balón - Cerrar la llave y en un vaso de precipitación de 50 ml preparar la mezcla de 8 ml de NaOH al 40% y 2 ml de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> al 5%, abrir la llave y verter dejando pasar lentamente al balón de destilación. Recibir el destilado en un vaso conteniendo 12 ml de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> al 4% y 8 ml de agua destilada al que se le añade 3 o 4 gotas del indicador mixto rojo de metilo y verde de bromocresol. El tubo de salida del destilador debe estar sumergido en el vaso que contiene los reactivos. - Destilar hasta obtener 30mL de destilado. Titular el destilado con HCl N/10 - La determinación debe hacerse por duplicado. Cálculos  $\%P = 1.4 \times f \times V \times N / m$  En donde: %P = contenido de proteína en porcentaje de masa en muestra seca. f = factor para transformar el %N<sub>2</sub> en proteína V= volumen de HCl o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> N/10 empleado para titular la muestra en mL N1 = normalidad del HCl Proteína en Base Seca:  $\%P.B.F = \%P.B.S \times (100 - \%H) / 100$  Dónde: %P.B.S = % Proteína en base seca. %P.B.F. = % Proteína base fresca %H = % Humedad.

**Nota:** Tomado de Remache (2016).



## 6.8 Socialización del proyecto.

**Figura 50.**

*Feria “Yo emprendo con Agro”*



**Figura 51.**

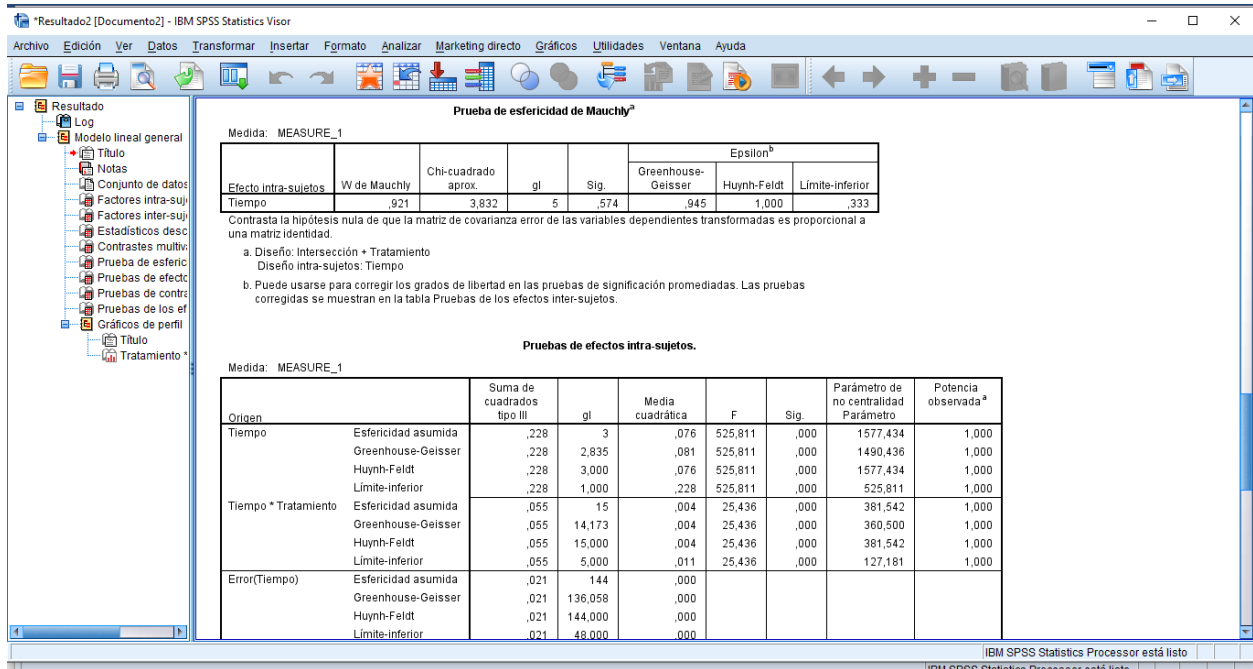
Socialización con la delegación de la Universidad Carolina del Norte



## 6.9 Anova de medidas repetidas para el pH .

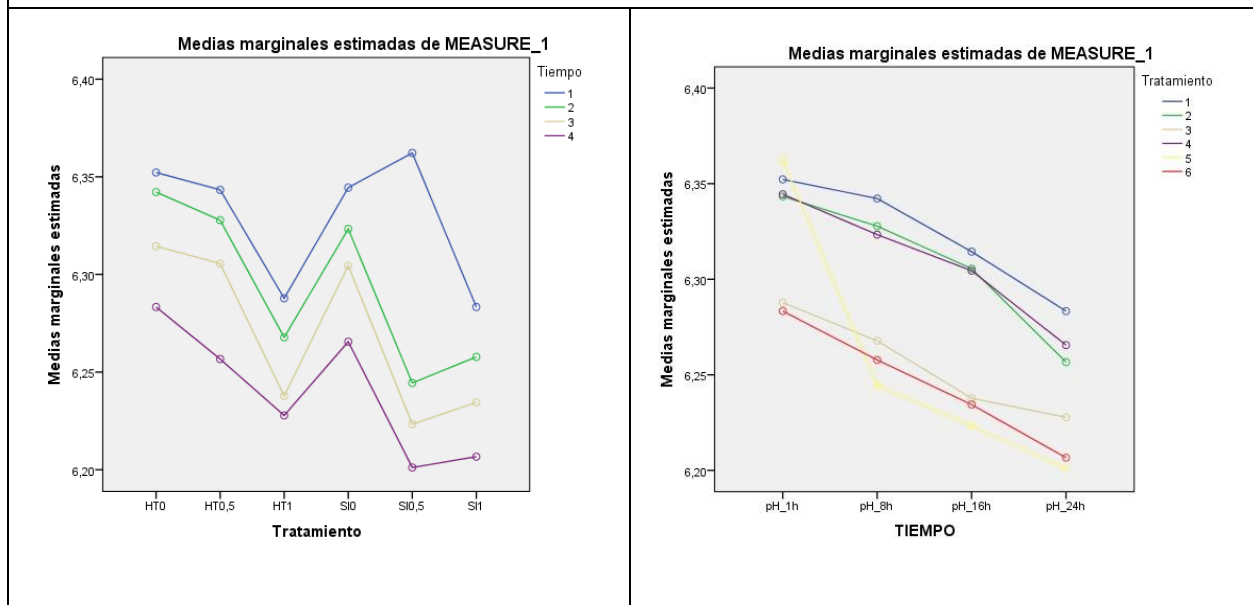
**Figura 52.**

Reposte de resultados SPSS



**Figura 53.**

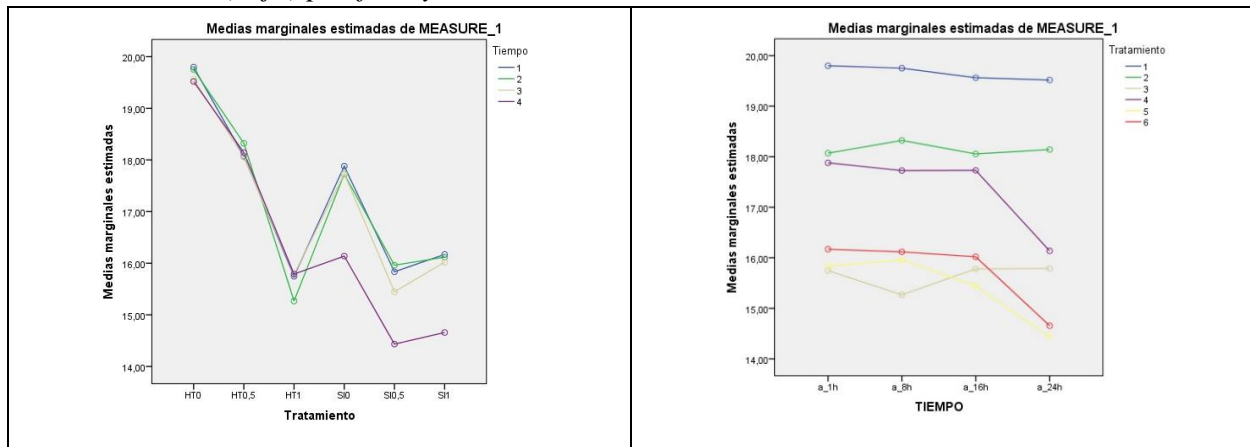
*Análisis de pH por filas y columnas*



## 6.10 Gráficos de medias de los indicadores de color de los nuggets

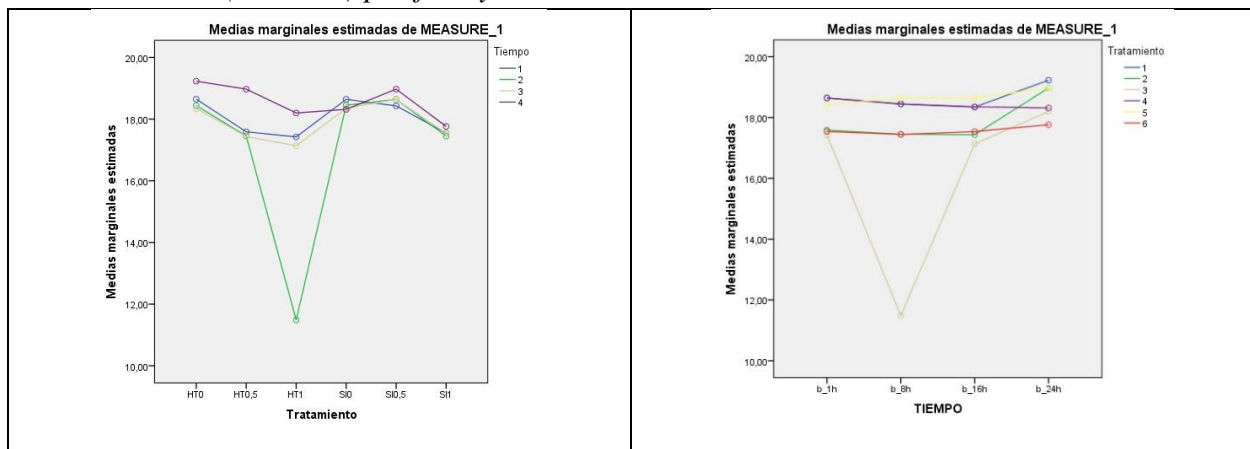
**Figura 54.**

*Análisis color a\*(rojo) por filas y columnas*



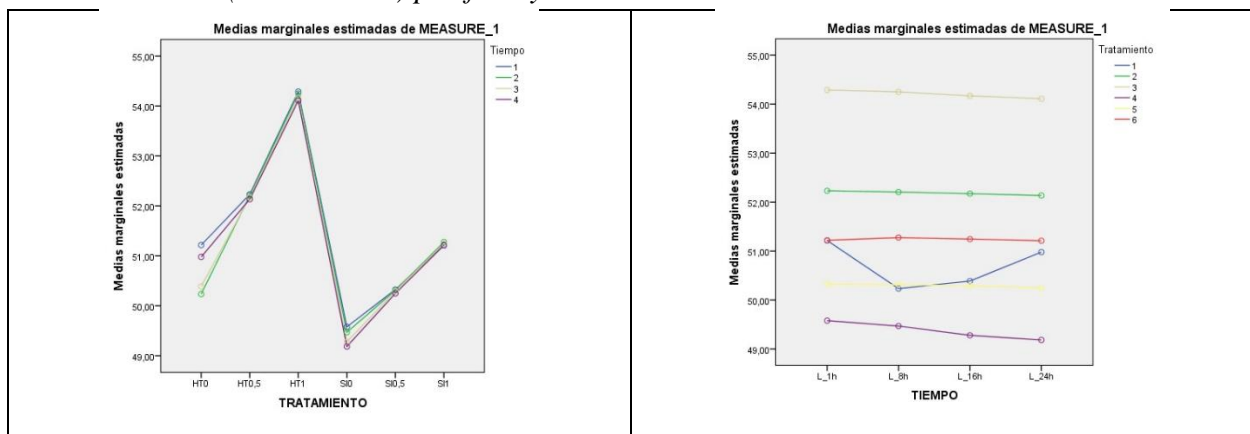
**Figura 55.**

*Análisis color b\*(amarillo) por filas y columnas*



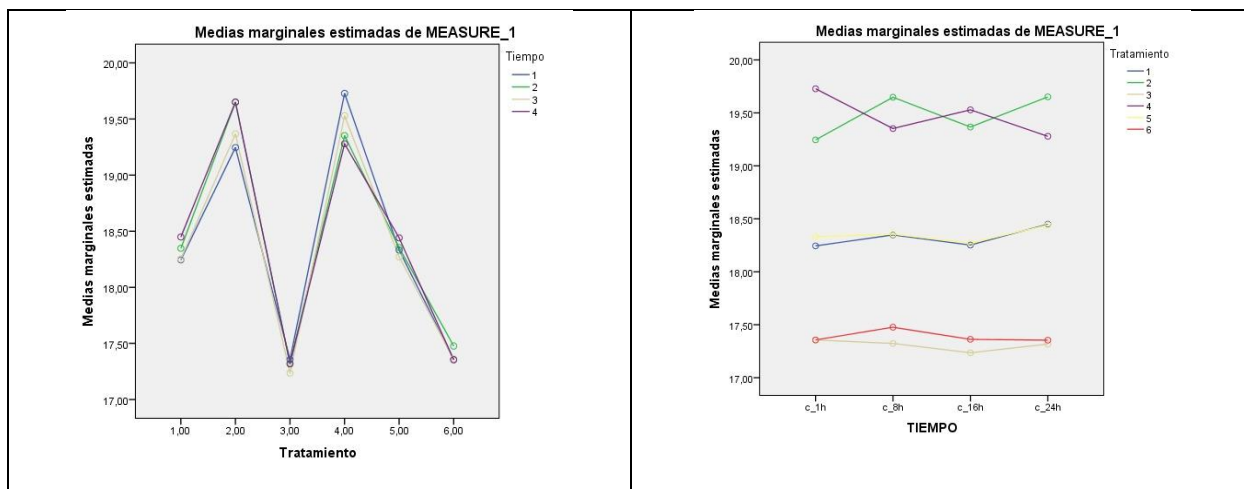
**Figura 56.**

*Análisis color L\*(luminosidad) por filas y columnas*



**Figura 57.**

*Análisis color  $c^*$ (cromático) por filas y columnas*



**Figura 58.**

*Análisis color H (ángulo Hue) por filas y columnas*

